

Oficina de Medio Ambiente (OMA)
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)

**PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE
LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMÉSTICAS O MUNICIPALES**

INDICE

1. Introducción	4
2. Antecedentes	4
3. Objetivos	4
3.1 Objetivo General.....	4
3.2 Objetivos Específicos	4
4. Marco Legal	5
5. Alcance y Aplicación del Protocolo	6
6. Metodología	6
6.1 Puntos de Monitoreo.....	6
6.1.1 Agua residual cruda (afluente), entrada a la PTAR.....	6
6.1.2 Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida	6
6.1.3 Identificación del punto de monitoreo	6
6.1.4 Características del punto de monitoreo	7
6.2 Parámetros de Calidad	7
6.3 Frecuencia de Monitoreo	7
6.4 Desarrollo del Monitoreo	7
6.4.1 Preparación de materiales y equipos	8
6.4.2 Precauciones durante el monitoreo	9
6.4.3 Muestreo	9
6.5 Aseguramiento y Control de Calidad.....	11
6.5.1 Plan de aseguramiento de la calidad del monitoreo.....	12
6.5.2 Recolección de muestras.....	12
7. Consideraciones Específicas	12
7.1 Medición de Caudal	12
7.2 Verificación de la Eficiencia de la PTAR	13
8. Registro y Procesamiento de Datos	13
9. Reporte de Monitoreo de Efluentes a ser enviado al MVCS	13
9.1 Reporte Inicial.....	13
9.2 Reporte de Monitoreo.....	13
10. Informe Anual de Resultados del Monitoreo	14
11. Supervisión y Evaluación	14
12. Glosario de Términos	14
13. Referencias	16

ANEXOS

Anexo N° I	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO	18
Anexo N° II	FRECUENCIA DE MONITOREO	19
Anexo N° III	REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL MONITOREO	20
Anexo N° IV	REGISTRO DE DATOS DE CAMPO	22
Anexo N° V	ETIQUETA PARA MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL	23
Anexo N° VI	REGISTRO DE CADENA DE CUSTODIA	24
Anexo N° VII	MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES	25
Anexo N° VIII	REPORTE DE RESULTADOS DEL MONITOREO DE EFLUENTES DE PTAR	30

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos son esenciales para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental. En este sentido, considerando el impacto negativo de los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales sobre los cuerpos de agua receptores, que en muchos casos saturan su capacidad de autodepuración, resulta importante estandarizar la medición de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a estos vertimientos.

El Protocolo de Monitoreo establece procedimientos y metodologías que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo. Su aplicación contribuye al cumplimiento de las normas ambientales y la protección de los ecosistemas acuáticos.

La aplicación de los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo representa asimismo una herramienta de evaluación, fiscalización y mejora de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) existentes. A través de la aplicación de este instrumento se contribuye además a realizar una verificación del funcionamiento de la PTAR.

2. ANTECEDENTES

En el país existe una gran cantidad de efluentes provenientes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR) que son vertidos a los cuerpos naturales de agua, afectando la calidad de los mismos.

A partir del 01 de abril del 2009 entró en vigencia la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, que establece que la Autoridad Nacional del Agua es la responsable de la protección del agua como recurso hídrico. En este sentido, controla, supervisa y fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad del agua sobre la base de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA-Agua).

Con la aprobación del D.S. N° 003-2010-MINAM entraron en vigencia, a partir del 17 de marzo del 2010, los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR. Este decreto establece la obligatoriedad de los titulares de las PTAR a realizar el monitoreo de sus efluentes, considerándose válido únicamente el monitoreo realizado conforme al *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales* (en adelante Protocolo de Monitoreo). Este debe especificar la ubicación de los puntos de control, los métodos y las técnicas adecuadas, así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento puede disponer asimismo el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el Decreto Supremo cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

Sólo se considera válido el monitoreo de aguas residuales de las PTAR conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Estandarizar la metodología para el desarrollo del monitoreo de la calidad del agua residual tratada (efluente), de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR). Además es aplicable al agua residual cruda (afluente) que ingresa a la PTAR.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el procedimiento y criterios técnicos, para establecer parámetros de evaluación, puntos de monitoreo, frecuencia, toma de muestras, preservación, conservación, transporte de

muestras y el aseguramiento de la calidad para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, municipales y habilitaciones urbanas privadas para el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP).

- Determinar la calidad del agua residual cruda (afluente) para verificar la consistencia de los valores de la calidad de los efluentes, determinando la eficiencia de la PTAR y relacionándola con los procesos de tratamiento aplicados.

4. MARCO LEGAL

El Protocolo de Monitoreo es un instrumento de gestión ambiental de cumplimiento obligatorio para efectuar el monitoreo, supervisión y fiscalización ambiental, así como para la verificación del cumplimiento de los LMP y de los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados, de conformidad con lo establecido en el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. También es de obligatorio cumplimiento para la evaluación y seguimiento de la eficiencia de las PTAR. En este sentido estas acciones están vinculadas a la aplicación e implementación de las siguientes normas:

- **Ley N° 29338**, Ley de Recursos Hídricos.
- **Ley N° 28611**, Ley General del Ambiente.
- **Ley N° 28245**, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- **Ley N° 29325**, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- **Decreto Supremo N° 001-2010-AG**, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- **Decreto Supremo N° 008-2005-PCM**, aprueba el Reglamento de la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- **Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM**, aprueba disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA**, aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino-costeros.
- **Resolución Jefatural N° 489-2010-ANA**, modifica el Anexo N° 1 de la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA referente a la clasificación de los cuerpos de agua marino-costeros.
- **Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM**, aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- **Decreto Supremo N° 007-2010-AG**, declara de interés nacional la protección de la calidad del agua en las fuentes naturales y sus bienes asociados.
- **Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA**, aprueba Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial.
- **Resolución Jefatural N° 274-2010-ANA**, dicta medidas para la implementación del Programa de Adecuación de Vertimiento y Reúso de Agua Residual – PAVER.
- **Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM**, aprueba el Plan Nacional de Acción Ambiental – PLANAA PERÚ: 2011-2021.
- **Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM**, aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- **Norma Técnica OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**, del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada mediante D.S. N° 011-2006-VIVIENDA y modificada por D.S. N° 022-2009-VIVIENDA.

5. ALCANCE Y APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

El Protocolo de Monitoreo es de cumplimiento obligatorio para todas las entidades públicas y/o privadas titulares de las PTAR Domésticas o Municipales en el territorio nacional; con excepción de las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino, de acuerdo con el numeral 3.2 del artículo 3 del D.S. N° 003-2010-MINAM. Este Protocolo de Monitoreo puede también ser aplicado para los efectos de control operacional de los titulares de las PTAR, así como en los efluentes de las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino sin tener el carácter de obligatorio.

6. METODOLOGÍA

6.1 PUNTOS DE MONITOREO

Los puntos de monitoreo deben guardar concordancia, respecto a la evaluación del efluente residual, según lo especificado en el instrumento de gestión ambiental.

Los puntos de monitoreo serán dos: en la entrada de la PTAR y en el dispositivo de salida de la PTAR, pudiendo incorporarse un punto adicional, entre el dispositivo de la salida de la PTAR y el punto de vertido ante la posibilidad de la incorporación o conexión de otras descargas, lo cual quedará a criterio de la autoridad sectorial ambiental competente.

6.1.1 Agua residual cruda (afluente), entrada a la PTAR

Se ubicará un punto de monitoreo en el ingreso del agua residual cruda a la PTAR, después de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan a la obra de llegada a la PTAR o, en su defecto, al ingreso a cada módulo de tratamiento, según sea el diseño del ingreso a la PTAR. En todos los casos el punto de monitoreo debe ubicarse en un lugar que evite la interferencia de sólidos de gran tamaño en la toma de muestras, por lo que debe ubicarse preferentemente después del proceso de cribado de las aguas residuales.

6.1.2 Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida

Se ubicará un punto de monitoreo en el dispositivo de salida del agua residual tratada de la PTAR. En el caso de que la PTAR contara con más de un dispositivo de salida se ubicarán los puntos de monitoreo en cada uno de ellos, asegurando el monitoreo del total de los efluentes de la PTAR monitoreada. Este dispositivo de salida, puede ser el medidor de flujo, caja de registro, buzón de inspección u otra estructura apropiada que cumpla con las características detalladas en el capítulo 6.1.4.

6.1.3 Identificación del punto de monitoreo

Los puntos de monitoreo, deben ser identificados y reconocidos claramente, de manera que permita su ubicación exacta en los muestreos. En la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que se registrará en coordenadas UTM y en el sistema WGS84. Una vez establecidos los puntos de monitoreo se debe colocar una placa de identificación para el reconocimiento de su ubicación.

El punto de monitoreo, no deberá cambiar a menos que se modifique su ubicación por alguna razón justificada. Se debe reportar la ubicación de los puntos de monitoreo y aplicar los procedimientos para su modificación de acuerdo a lo detallado en el Capítulo 9. Ver asimismo el **Anexo N° I. Ubicación del Punto de Monitoreo.**

6.1.4 Características del punto de monitoreo

Los puntos de monitoreo deben tener las siguientes características:

- permitir que la muestra sea representativa del flujo;
- estar localizados en un punto donde exista una mejor mezcla y estar preferentemente cerca al punto del aforo;
- para la medición del afluente, el punto de monitoreo debe estar antes del ingreso de agua de recirculación, si existiera;
- ser de acceso fácil y seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos;
- contar con una placa de identificación incluyendo la denominación del punto de monitoreo.

Si no existe un lugar apto para la toma de muestras, el titular de la PTAR instalará la infraestructura necesaria para que el punto de control cumpla con estas características.

6.2 PARÁMETROS DE CALIDAD

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes:

- Aceites y Grasas
- Coliformes Termotolerantes
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Demanda Química de Oxígeno
- pH
- Sólidos Totales Suspendidos
- Temperatura

Estos parámetros se monitorearán en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples.

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el D.S. N° 003-2010-MINAM, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

6.3 FRECUENCIA DE MONITOREO

La frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales que ocurren en determinados periodos de tiempo, a fin de realizar el seguimiento periódico respecto a las variaciones de los parámetros fisicoquímicos, orgánicos, microbiológicos ligados al agua residual cruda y tratada de la PTAR.

En el **Anexo N° II. Frecuencia de monitoreo** se establece la frecuencia de monitoreo para cada parámetro en función al caudal de operación actual de la PTAR (promedio diario). Esta frecuencia de monitoreo es aplicable siempre y cuando el instrumento de gestión ambiental aprobado de la PTAR no requiera una frecuencia mayor. De otro lado, el MVCS podrá modificar esta frecuencia cuando existan indicios razonables de daño a la salud o al medio ambiente.

6.4 DESARROLLO DEL MONITOREO

El Monitoreo se desarrollará conforme al presente documento y será realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual – INDECOPI. El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de

laboratorio), equipos e indumentaria de protección. Asimismo, se deberá contar con las facilidades de transporte y logística para el desarrollo del trabajo de campo.

6.4.1 Preparación de materiales y equipos

Tiene como objetivo cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva, por lo que es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, solución amortiguadora de pH, formatos (registro de datos de campo, etiquetas para las muestras de agua residual y cadena de custodia). Asimismo, se debe contar, sin carácter limitante, con los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados, que se señalan a continuación.

a) Materiales

- Fichas de registro de campo
- Cadena de custodia
- Papel secante
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Frascos debidamente etiquetados (ver Anexo N° V)
- Cajas térmicas (pequeña y grande)
- Hielo u otro refrigerante
- Bolsas de poliburbujas u otro material de embalaje adecuado
- Pisseta
- Agua destilada y/o desionizada
- Solución amortiguadora de pH
- Preservantes químicos a emplearse en el campo para la preservación de las muestras para la determinación de DQO, aceites y grasas, etc.
- Pipeta
- Cronómetro
- Reloj
- Cinta métrica
- Vaso o probeta graduado de 1 L
- Papel aluminio
- Cuerda de nylon de 0,5 a 1 cm de diámetro de longitud suficiente para manipular los baldes de muestreo en los puntos de monitoreo

b) Equipos

- GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- pH-metro con función de registro de temperatura
- Cámara fotográfica

c) Indumentaria de protección

- Botines de seguridad
- Gafas de seguridad
- Guantes de jebe antideslizantes con cubierta de antebrazo
- Guantes de látex descartables
- Casco
- Arnés para profundidades mayores a 1,50 metros
- Respirador con cartucho para gases y polvo
- Mascarilla descartable

6.4.2 Precauciones durante el monitoreo

Se establece las siguientes consideraciones para prevenir daños personales y de materiales y equipos durante el desarrollo del monitoreo de los afluentes y efluentes de la PTAR:

1. Si el acceso al punto de muestreo es profundo (mayor a 1,50m), está prohibido el ingreso para la toma de muestra. En tales casos, recoger las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente con lastre sujeto a una soguilla pero guardando las medidas de seguridad (uso de arnés, chalecos flotadores, máscara antigases, etc.).
2. Si el punto de muestreo está confinado es necesario ventilarlo antes de realizar la toma de muestra en un período mínimo de una hora. Es necesario, además, usar un equipo de respiración autónoma.
3. Utilizar zapatos antideslizantes y cascos.
4. Después del monitoreo, es necesario cambiarse la indumentaria utilizada durante el mismo, para prevenir contaminación a terceros.

En general se debe tener conocimiento de lo siguiente:

1. El peligro de explosión causado por la mezcla de gases explosivos en el sistema de alcantarillado.
2. El riesgo de envenenamiento por gases tóxicos, por ejemplo, Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) o Monóxido de Carbono (CO).
3. El riesgo de sofocación por la falta de oxígeno.
4. El riesgo de enfermedades causadas por organismos patógenos presentes en las aguas residuales.
5. El riesgo de heridas físicas debidas a caídas y deslizamiento.
6. El riesgo de ahogamiento.
7. El riesgo de impacto causado por objetos que puedan caer.

6.4.3 Muestreo

El objetivo del muestreo es tomar una muestra representativa del afluente y efluente de la PTAR, para analizar los parámetros establecidos.

Al llegar al punto de monitoreo, se deben realizar las acciones que se describen a continuación.

6.4.3.1 Ubicación del punto de monitoreo

La toma de muestras se realizará únicamente en los puntos de monitoreo debidamente marcados con las placas de identificación (véase Capítulo 6.1.3).

6.4.3.2 Cuidados y acondicionamiento

En canales o albañales, se debe tomar la muestra a un tercio del tirante de la superficie, evitando tomar las muestras cerca de la superficie o del fondo.

En la toma de muestras se debe evitar partículas grandes, sedimentos y/o material flotante que se haya acumulado en el punto de muestreo. En caso no sea posible tomar las muestras después del proceso de cribado, se debe tomar la muestra evitando recolectar los sólidos de gran tamaño.

6.4.3.3. Medición de parámetros en campo y registro de información

Los parámetros de campo son: pH y temperatura, además de la medición y registro de caudal. A fin de obtener la confiabilidad de los datos se requiere:

- Equipo portátil calibrado (pH-metro), con registro de la calibración y mantenimiento. Debe realizarse la verificación del equipo antes del inicio del trabajo de campo y calibrar el equipo, de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.
- Las mediciones no deben ser realizadas directamente en el flujo de aguas residuales, se debe tomar una muestra simple en un recipiente apropiado y limpio. La determinación de pH y temperatura, debe realizarse en forma inmediata a la toma de muestra.
- Realizar la medición y registro del caudal del afluente y efluente durante el período de muestreo.
- La información recabada de la medición de parámetros de campo, así como el caudal del afluente y efluente se debe ingresar en el formato de Registro de Datos de Campo que se muestra en el **Anexo N° IV. Registro de Datos de Campo**.
- Registrar las características del agua residual (sólidos, color, olor, etc.), así como eventuales características anómalas de los puntos de monitoreo, en el formato del **Anexo N° IV Registro de datos de campo**. Esta información puede complementarse con una foto.

6.4.3.4 Toma de muestras de agua, preservación, etiquetado, rotulado y transporte

La toma de muestras simples de agua residual debe ser realizada por laboratorios acreditados ante el INDECOPI. Las muestras serán recolectadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados. En este caso seguir las instrucciones generales de preservación, embalaje y transporte de las muestras, mostradas en el **Anexo N° III. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo**, así como las instrucciones de etiquetado mostradas en el **Anexo N° V. Etiqueta para muestras de agua residual**.

Se recomienda etiquetar o rotular los frascos preferentemente antes de la toma de muestras de agua.

El personal responsable deberá colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua residual y desecharlos luego de culminado el muestreo en cada punto; es importante los cuidados en el manejo de los reactivos de preservación por tratarse de sustancias peligrosas.

En todo momento evitar tomar la muestra tomando el frasco por la boca.

a) Toma de muestras de agua residual

Las características de los recipientes, volumen requerido (dependerá del laboratorio) y tipo de reactivo para preservación de la muestra se contemplan en el **Anexo N° III. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para monitoreo**.

Se recomienda utilizar frascos de plástico o vidrio de boca ancha con cierre hermético y limpio. El tipo de frasco dependerá del parámetro a analizar.

Se debe preparar los frascos a utilizar en el muestreo, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.

b) Preservación de muestras

Una vez tomada la muestra, se deberá incorporar, en caso que el parámetro lo requiera, el reactivo de preservación que se agregaría preferentemente in-situ después de la toma de la muestra de agua. Ver **Anexo N° III. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo**.

c) Etiquetado y rotulado de las muestras de agua

Los frascos deben ser etiquetados y rotulados, con letra clara y legible. De preferencia debe usarse plumón de tinta indeleble y cubrir la etiqueta con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:

1. Nombre de PTAR y denominación del punto de monitoreo.

2. Número de muestra (referido al orden de toma de muestra).
3. Fecha y hora de la toma de muestra.
4. Preservación realizada, tipo de reactivo de preservación utilizado.
5. Operador del muestreo.

Ver formato para las etiquetas de muestras, **Anexo N° V. Etiquetas de muestras de agua residual.**

d) Llenado del formato de Cadena de Custodia

Llenar el formato de cadena de custodia indicando los parámetros a evaluar, tipo de frasco, tipo de muestra de agua (agua residual cruda, agua residual tratada), volumen, número de muestras, reactivos de preservación, condiciones de conservación, operador del muestreo y otra información relevante. Ver el **Anexo N° VI. Cadena de Custodia.**

e) Conservación y Transporte de las Muestras

Las muestras de agua residual recolectadas, preservadas y rotuladas, deben colocarse en una caja de almacenamiento térmica con refrigerante (ice pack), para cumplir con la recomendación de temperatura indicada en el **Anexo N° III. Requisitos para toma de muestra de agua y preservación de las muestras para el monitoreo.** En el caso de utilizar hielo, colocar éste en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua. Asimismo, se debe evitar roturas en el caso de frascos de vidrio durante el transporte de muestras, utilizando bolsas de poliburbujas, de embalaje o de cualquier otro material.

El envío de muestras perecibles (coliformes, DBO₅ y otros) al laboratorio para su análisis, debe cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación y éstas deben ir acompañadas de su respectiva cadena de custodia (ver Anexos N° III y VI).

Transportar las muestras hasta el laboratorio, adjuntando el formato de cadena de custodia.

Al finalizar las actividades de muestreo, los equipos deben mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento. Debe contarse con un registro de mantenimiento de cada instrumento, a fin de llevar el control del equipo, reemplazo de baterías y cualquier problema de lectura o calibración irregular al usar las sondas o electrodos.

Es importante considerar los tiempos desde el inicio del muestreo hasta la llegada al laboratorio con el objetivo de cumplir con el tiempo requerido según los Requisitos para Toma de Muestra y Preservación (**Anexo N° III. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo.**).

6.4.3.5 Método de ensayo

Los métodos de ensayo para el producto agua residual deberán estar acreditados por el INDECOPI-SNA o cualquier Organismo de acreditación firmante de acuerdos de Reconocimiento Multilateral (MLA) de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC) o que pertenezcan a un Instituto Nacional de Metrología que participe satisfactoriamente de las intercomparaciones reconocidas por el BIPM (Bureau International des Poids et Mesures). Preferentemente, mientras no exista una norma nacional, los laboratorios a ser utilizados deben contar con acreditación de los ensayos según el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA – WEF 22nd Edition, o su actualización.

6.5 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

El aseguramiento y control de calidad son parte esencial de todo sistema de monitoreo. Comprende un programa de actividades (capacitación, calibración de equipos y registro de datos) que garantizan

que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza. Puede ser visto también como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos confiables y precisos. Se aplicará la Norma NTP-ISO 5667-14, Guía para el aseguramiento de la calidad del muestreo de agua del ambiente y su manipulación.

6.5.1 Plan de aseguramiento de la calidad del monitoreo

El plan de aseguramiento de calidad del monitoreo de la entidad titular de la PTAR debe contener, como mínimo:

- Organización y responsabilidades de la Unidad o Laboratorio encargado del monitoreo (personal responsable de asegurar la ejecución de mediciones válidas).
- Procedimientos del muestreo en el campo, registro y tipos de control de calidad.
- Procedimiento de medición de parámetros de campo que incluye la calibración de los equipos de campo.
- Registro de datos de campo y procedimiento del llenado de la cadena de custodia.

6.5.2 Recolección de muestras

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia, para lo cual se deberán adoptar los cuidados necesarios para el equipamiento y acondicionamiento del material de muestreo, así como el procedimiento para la medición de parámetros de campo como temperatura y pH. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras.

Los laboratorios acreditados deberán asegurar la correcta recolección de muestras que debe incluir:

- Que los frascos de muestreo sean los apropiados para cada parámetro (ver **Anexo N° III. Requisitos para la toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo**).
- Todos los registros y formatos para el monitoreo (registro de datos de campo, registro de cadena de custodia, etiqueta para muestra de agua residual, etc.), debidamente llenados con letra clara y legible.
- Mantener los registros de control actualizados de los equipos, para asegurar el mantenimiento y calibración de los mismos (bitácoras).

7. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

7.1 MEDICIÓN DE CAUDAL

Las PTAR deben contar obligatoriamente con un dispositivo de medición de caudales de sus afluentes y efluentes según lo señalado en la Norma Técnica OS.090, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, y el artículo 136 del D.S. N° 001-2010-AG, respectivamente. Para efluentes de la PTAR se pueden usar medidores de régimen crítico o vertederos. Para afluentes de las PTAR solo está permitida la medición mediante medidores de régimen crítico.

Para la determinación del caudal, las PTAR pueden utilizar sistemas de medición del nivel de líquido sobre el medidor (transductores ultrasónicos, de presión sumergidos o por ondas de radar) o de tecnologías que midan la sección y la velocidad en forma simultánea (método por efecto Doppler con ondas ultrasónicas, método electromagnético o método por radar), para tal efecto, en lo que corresponda, se recomienda utilizar la NTP 410.001 del año 2010, Balance Hídrico de Descarga Sanitaria. Determinación del factor de descarga de aguas residuales a la red de alcantarillado.

Sólo en el caso de PTAR pequeñas (caudal menor a 100L/s) y en situaciones debidamente justificadas, para los efectos de determinar el caudal de operación, se podrá usar métodos de medición indirectos como el de sección-velocidad. Si existen condiciones de descarga libre del

efluente y sólo para caudales menores a 5 L/s, se podrá aplicar el método de medición volumétrico. En el **Anexo N° VII. Métodos de medición de caudales** se describen estos métodos de medición.

Los titulares de las PTAR deben medir los caudales del afluente y efluente conforme a la frecuencia mínima de medición de caudal establecida en el **Anexo N° II. Frecuencia de monitoreo** y deben contar con un registro de caudales promedio diarios del afluente y efluente. El registro de caudales debe ser almacenado por un periodo mínimo de cinco años, debiendo estar, el archivo, a disposición del MVCS y de la Autoridad Nacional del Agua.

7.2 VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PTAR

La verificación de la eficiencia de la PTAR se realiza por comparación de la calidad del agua residual cruda y tratada y permitirá determinar la consistencia de los valores del efluente de la PTAR, tomando en consideración los procesos de tratamiento existentes.

8. REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

El registro y procesamiento de los datos debe hacerse para cada punto de monitoreo con la frecuencia correspondiente a la PTAR, según lo establecido en el Anexo N° II (frecuencia anual, semestral, trimestral o mensual). Estos datos deben ser almacenados y registrados colocando toda la información en una hoja de cálculo o una base de datos computarizada y serán comparados con los Límites Máximos Permisibles según D.S. N° 003-2010-MINAM. El titular de la PTAR deberá registrar cualquier observación relevante respecto del monitoreo realizado por el laboratorio acreditado.

Esta información, conjuntamente con los formatos de ubicación de los Puntos de Monitoreo, de Registro de Datos de Campo, la Cadena de Custodia y los documentos conteniendo los reportes de los análisis realizados en los laboratorios correspondientes, deberá ser almacenada por un periodo mínimo de cinco años, debiendo estar, el archivo, a disposición del MVCS y de la Autoridad Nacional del Agua.

9. REPORTE DE MONITOREO DE EFLUENTES A SER ENVIADO AL MVCS

9.1 REPORTE INICIAL

La primera etapa de registro de información debe contener la información básica de la PTAR, incluyendo croquis (incluyendo referencias como por ejemplo: vías de acceso, aeropuertos, ríos, asentamientos humanos, entre otros), ubicación de los puntos de monitoreo, caudal promedio diario de operación y flujograma, según lo establecido en el **Anexo N° I. Ubicación del Punto de Monitoreo**.

Esta información será presentada a la Oficina del Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el reporte inicial del titular de la PTAR en el plazo máximo señalado en la norma que aprueba este Protocolo de Monitoreo y cada vez que se produzca alguna modificación de los puntos de monitoreo y/o del caudal. La modificación de los puntos de monitoreo debe ser justificada y comunicada expresamente a la citada oficina, quien debe aprobar dicho cambio.

9.2 REPORTE DE MONITOREO

Los titulares de las PTAR están obligados a reportar periódicamente, al MVCS, los resultados del monitoreo de los parámetros regulados, incluyendo los parámetros adicionales establecidos por el MVCS, de ser el caso.

Este reporte contendrá los resultados de las mediciones realizadas, un cuadro comparativo de los parámetros analizados con los límites máximos permisibles y otros límites establecidos en el instrumento de gestión ambiental aprobado de la PTAR, el caudal de afluente y efluente, el nombre

del laboratorio acreditado, la clasificación del cuerpo de agua receptor o el lugar de disposición final (quebrada seca, suelo, canales de riego, etc.), observaciones derivadas de los resultados de monitoreo, etc., según se establece en el **Anexo N° VIII. Reporte de resultados del monitoreo de efluentes de PTAR.**

Los reportes de monitoreo deben ser presentados a la Oficina del Medio Ambiente (OMA) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con la frecuencia dispuesta en el Anexo N° II. (mensual, trimestral, semestral o anual), en un plazo máximo de 30 días después de realizado el monitoreo.

10. INFORME ANUAL DE RESULTADOS DEL MONITOREO

El MVCS es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR.

El MVCS deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente (MINAM), dentro de los primeros noventa días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los titulares de las PTAR durante el año anterior.

11. SUPERVISIÓN Y EVALUACIÓN

El MVCS evaluará la información reportada por los titulares de las PTAR y verificará el cumplimiento de los compromisos asumidos en el instrumento de gestión ambiental aprobado, fundamentalmente el cumplimiento de los LMP. De verificarse el incumplimiento de uno o más LMP, el MVCS podrá solicitar se realice un nuevo monitoreo. De persistir la ocurrencia de uno o más LMP superados solicitará un informe técnico de las causas que generan dicho incumplimiento y las medidas a ser adoptadas por el titular de la PTAR. De estimarlo necesario el MVCS podrá realizar una evaluación de la PTAR para efectos de verificación de la información reportada.

Este procedimiento no inhibe ni restringe que la Autoridad Competente realice acciones de fiscalización, control, supervisión y sanción que corresponda respecto al incumplimiento de los LMP.

12. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Afluente: Agua residual que ingresa a una planta de tratamiento de aguas residuales o proceso de tratamiento.

Aguas residuales: Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas.

Alícuota: Porciones de muestras individuales recolectadas en un solo sitio de muestreo proporcionalmente al caudal y mezcladas al final del muestreo para formar una muestra compuesta.

Cadena de custodia: Documento de control y seguimiento de las condiciones de recolección de la muestra, preservación, codificación, transporte, esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta la entrega de los resultados. Es la evidencia de la trazabilidad del muestreo.

Caudal: Es la cantidad de agua residual que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.

Caudal medio anual: Promedio de los caudales promedio diarios en un período de 365 días.

Caudal Promedio Diario: Es el promedio de los caudales para un período de 24 horas.

DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno): Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).

DBO soluble: Ensayo de DBO determinada en una muestra que ha sido sometida a filtración.

DQO (Demanda Química de Oxígeno): Es definido como la cantidad de oxidante que reacciona con la muestra bajo condiciones controladas. La cantidad de oxidante consumido es expresado en términos de su equivalente en oxígeno.

Efluente: Agua residual que sale de una planta o un proceso de tratamiento.

Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua): Es la medida que establece el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Fiscalización: Facultad de investigar la comisión de posibles infracciones administrativas sancionables y, si fuera el caso, imponer sanciones por el incumplimiento de obligaciones derivadas de los instrumentos de gestión ambiental, así como de las normas ambientales como son los Límites Máximos Permisibles de efluentes de PTAR.

Frecuencia de monitoreo: Es la periodicidad del monitoreo de calidad del agua residual, el cual está determinado por el caudal de operación de la PTAR.

Instrumento de Gestión Ambiental: Mecanismos diseñados para posibilitar la ejecución de la política ambiental, sobre la base de los principios establecidos en la Ley. Constituyen medios operativos que son diseñados, normados y aplicados con carácter funcional o complementario, para efectivizar el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y las normas ambientales que rigen en el país. Incluye, por ejemplo, Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Planes de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

Límite Máximo Permissible (LMP): Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

Monitoreo de la calidad del agua residual: es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua residual, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.

Muestra de agua: parte representativa del material a estudiar (para este caso agua residual cruda y tratada) en la cual se analizan los parámetros de interés.

Muestra simple o puntual: Es la que se toma en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual. Representa la composición del agua residual para un lugar, tiempo y circunstancia en la que fue recolectada la muestra.

Oxígeno disuelto: Concentración de oxígeno en el agua que depende de la temperatura y la presión atmosférica, condicionante para el desarrollo de la vida acuática.

Parámetros de calidad: Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad de agua.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR): Infraestructura y procesos que permiten la depuración de los parámetros contaminantes contenidos en las aguas residuales domésticas o municipales.

Preservante químico: Es una solución química que inhibe y/o estabiliza la muestra para conservar las características de la muestra de agua residual hasta el momento del análisis.

Protocolo: Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica.

Punto de aforo: Dispositivo o estructura donde se realiza la medición de caudal.

Punto de monitoreo o punto de control: Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad (en este caso del agua residual cruda y tratada) en forma periódica.

13. REFERENCIAS

- Ministerio de Salud. DIGESA. Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales y sus Anexos I, II, III y IV. Resolución Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA. 2007.
- Autoridad Nacional del Agua. Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial. Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA. 2011.
- American Public Health Association. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. 2003.
- NTP 410.001:2010. Balance Hídrico de Descarga Sanitaria. Determinación del factor de descarga de aguas residuales a la red de alcantarillado. 2010.
- NTP ISO 5667-3:2001. Calidad del Agua. Muestra parte 3: guía para la preservación y manejo de muestras. 2001.
- ISO 5667-10: 1995. Water quality - Sampling - Part 10: Guidance on sampling of waste waters.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua. 2007.
- Norma Oficial Mexicana. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Con ratificación previa a su revisión quinquenal. NOM-001-SEMARNAT-1996. Diario Oficial de la Federación. 2003 Abr 23.

ANEXOS

Anexo N° I	Ubicación del Punto de Monitoreo
Anexo N° II	Frecuencia de monitoreo
Anexo N° III	Requisitos para toma de muestras de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo
Anexo N° IV	Registro de datos de campo
Anexo N° V	Etiqueta para muestras de agua residual
Anexo N° VI	Cadena de custodia
Anexo N° VII	Métodos de medición de caudales
Anexo N° VIII	Reporte de resultados del monitoreo de efluentes de PTAR

Anexo N° I
UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre de EPS/Municipio:			
Nombre de PTAR:			
Ubicación de PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		Método de medición	
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		Método de medición	
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del punto de monitoreo 1.
2 fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del punto de monitoreo 2.
2 fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada uno de ellos.
- Caudal medio anual de la PTAR, registrado según la frecuencia indicada en el anexo II.

Para el reporte inicial y en caso de ausencia de registros según la frecuencia indicada en el Anexo N° II, indicar el caudal promedio anual sustentado con resultados de medición según otra frecuencia o con otro sustento técnico, por ejemplo, información del diseño de la PTAR. Indicar frecuencia de monitoreo aplicable según el Anexo N° II.

.....dedel 20...
 Nombres y apellidos
 Responsable de la PTAR

Anexo N° II
FRECUENCIA DE MONITOREO

Para determinar la frecuencia de monitoreo de la PTAR se debe tomar como referencia el caudal promedio anual del año calendario precedente.

Rango de caudal promedio anual de la PTAR	Frecuencia de monitoreo	Frecuencia mínima de medición de caudal
> 300 L/s	Mensual	Lecturas horarias, 365 días
>100 a 300 L/s	Trimestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por mes
>10 a 100 L/s	Semestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por trimestre
< 10 L/s	Anual	Lecturas horarias, por 24 horas, una vez por semestre

La frecuencia de monitoreo indicada es aplicable siempre y cuando el instrumento de gestión ambiental aprobado de la PTAR no indique una frecuencia mayor.

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento podrá disponer otra frecuencia del monitoreo para todos los parámetros inclusive que no estén regulados en el D.S. N° 003-2010-MINAM, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

Anexo N° III

REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL MONITOREO

Determinación/Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (1)	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH (2)		50 mL	No es posible	15 min
DBO ₅ (3)	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO (3)	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos Totales (SST)	P,V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Microbiológico				
Coliformes termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas

- (1) No hay restricción para el volumen máximo de la muestra.
- (2) En el caso de lagunas de estabilización, la medición del efluente debe realizarse entre las 10:00 y las 11:00 horas para evitar la interferencia del desequilibrio del sistema carbonatado por alta actividad fotosintética que se da en las horas de mayor radiación solar.
- (3) En caso de lagunas de estabilización, filtrar las muestras de los efluentes (filtro no mayor a 1 micra de porosidad, lo cual debe ser reportado con los resultados del ensayo) para eliminar la interferencia de algas, determinando de este modo la DBO y DQO, soluble o filtrada. No se debe filtrar las muestras si los efluentes son vertidos en cuerpos de agua lenticos (lagunas, lagos, bahías, etc.).

Leyenda: P = frasco de plástico o equivalente;
V = frasco de vidrio

REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRA DE AGUA Y PRESERVACIÓN DE LOS PARÁMETROS ADICIONALES QUE DETERMINE EL MINISTERIO DE VIVIENDA

Determinación/Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (*)	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Fosforo Total	P,V	100 mL	Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Nitratos	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible. Refrigerar a 4°C	48 horas
Nitritos	P,V	100mL	Analizar lo más pronto posible Refrigerar a 4°C	Ninguno
Nitrógeno amoniacal	P,V	500 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Microbiológicos				
<i>Vibrio cholerae</i>	V, estéril	Variable, dependiendo del método	Refrigerar a 4°C	6 horas
<i>Escherichiacoli</i>	V, estéril	Variable, dependiendo del método	Refrigerar a 4°C	6 horas
<i>Salmonella sp.</i>	V, estéril	Variable, dependiendo del método	Refrigerar a 4°C	6 horas
Huevos de Helminetos	V	Variable, dependiendo del método	Refrigerar a 4°C	6 horas

(*) No hay restricción para el volumen máximo de la muestra.

Leyenda: P = frasco de plástico o equivalente;
V = frasco de vidrio

Fuente: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition.

Anexo N° IV
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Nombre de la PTAR:				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal afluente (*)
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal efluente (*)
Eventuales observaciones al punto de monitoreo				
Características del agua residual				

(*) Caudal de afluente y efluente en el momento del monitoreo

.....,dedel 20...

Nombres y apellidos
 Responsable de Monitoreo

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOP pueden utilizar su propio formato para el registro de datos de campo.

Anexo N° V

ETIQUETA PARA MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL

La etiqueta de identificación de la muestra debe contener los siguientes datos:

Etiqueta adhesiva para etiquetar los frascos o bolsas de la toma de muestras de 12 cm X 8,5 cm.

Nombre de la PTAR:	
Denominación del punto de monitoreo (afluente o efluente):	
No. de muestra(orden de toma de muestra)	
Fecha y hora	
Ensayo físico químico	<input type="checkbox"/> DBO <input type="checkbox"/> DQO <input type="checkbox"/> AyG <input type="checkbox"/> SST
Ensayo microbiológico	<input type="checkbox"/> CTT
Otros parámetros	
Otros parámetros	
Preservación	
Operador del muestreo	

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propia etiqueta para muestras de agua residual.

Anexo N° VI
REGISTRO DE CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR:															
Muestra No.	Afluente	Efluente	Fecha	Hora toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetro a ser medido							Observaciones
								AyG	DBO	DQO	SST	CTT			
Hora de entrega al medio de transporte															

Responsable de la PTAR			Operador del muestreo			Custodio de la muestra			Recepción en laboratorio				
Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Hora	Fecha

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato de Cadena de Custodia.

Anexo N° VII
MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES

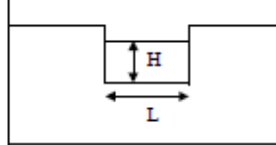
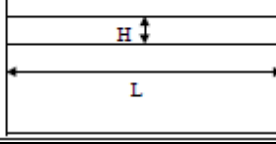
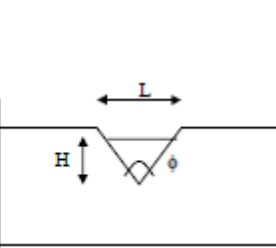
A) Método del Vertedero

Este método es utilizado para corrientes de bajo caudal.

Según las características físicas (geometría) de salida de la PTAR, se puede aplicar el método del vertedero, que consiste en caja de salida de la PTAR en el cual se instala una placa de geometría definida y que permita el flujo libre. Se mide la altura de la superficie líquida corriente arriba para determinar el flujo. El perfil hidráulico de las instalaciones de salida de la PTAR y el emisor, deben permitir un flujo libre para una medición adecuada de caudales.

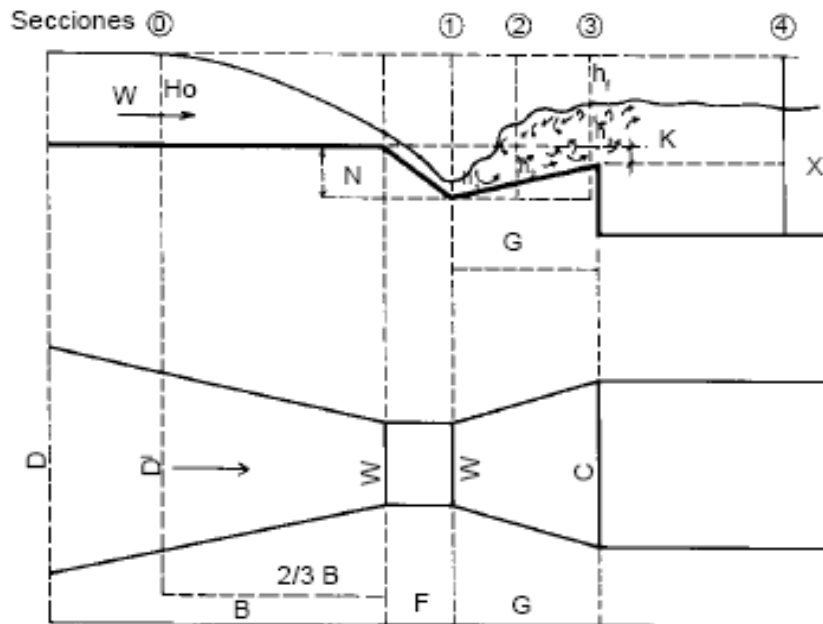
En caso de tomar la decisión de utilizar un vertedero de geometría conocida implica necesariamente que el flujo del vertimiento se dirija sobre un canal abierto, en cual se pueda conocer la carga (tirante) de agua (H) de la corriente sobre el vertedero. Con este valor se podrá determinar el caudal en este canal.

En la siguiente tabla se presentan algunas de las ecuaciones y características de los vertederos comúnmente utilizados.

Tipo de vertedero	Diagrama	Ecuación
Rectangular con contracción		$Q = 3,3 * L * H^{1,5}$ Q = Caudal en m ³ /s L = Longitud de cresta en m H = carga (tirante) en m
Rectangular sin contracción		$Q = 1,83 * L * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /s L = Longitud de cresta en m H = carga (tirante) en m
Triangular		$\Phi = 90^\circ$ $Q = 1,4 * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /s H = carga (tirante) en m $\Phi = 60^\circ$ $Q = 0,775 * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /s H = carga (tirante) en m

B) Canaleta Parshall

Este medidor es una especie de tubo Venturi abierto, el cual dispone de una garganta que produce una elevación del nivel de agua en función del caudal. Está formado por una sección de entada de paredes verticales convergentes y fondo a nivel, una garganta o estrechamiento de paredes paralelas y fondo descendente y una sección de salida con paredes divergentes y fondo ascendente. Las canaletas Parshall se definen por el ancho de la garganta. Para la determinación del caudal se precisa de la medición de la altura del líquido, éste se puede realizar de forma instantánea con solo una medición de altura.



$$Q = (H_0/k)^{1/m}$$

Q = caudal en m³/s

H₀ = Altura de agua en la zona de medición en m

K, m constantes en función al ancho de garganta de la canaleta

Ancho de la garganta del Parshall (W)		k	m
Pulgadas, pies	(m)		
3"	0,075	3,704	0,646
6"	0,150	1,842	0,636
9"	0,229	1,486	0,633
1´	0,305	1,276	0,657
1 ½´	0,406	0,966	0,650
2´	0,610	0,795	0,645
3´	0,915	0,608	0,639
4´	1,220	0,505	0,634
5´	1,525	0,436	0,630
6´	1,830	0,389	0,627
8´	2,440	0,324	0,623

C) Método de Sección - Velocidad

El método de Sección – Velocidad se usa en canales con bajo caudal. Se deben determinar dos parámetros: la velocidad y la sección transversal

Medición de la velocidad: v (m/s)

- Seleccionar un tramo de flujo homogéneo.
- Se estima una longitud apropiada (L) que representará el espacio recorrido por el flotador que oscile entre 30 a 100 m según el caudal.
- Contar con un flotador visible (bolas de plástico o material sintético).
- Se inicia la operación lanzando el flotador al inicio del tramo seleccionado y midiendo el tiempo en que recorre la longitud de medición establecida.
- Realizar varias mediciones para descartar los valores errados que permitirá obtener un valor constante, o promedio de varias mediciones (T).
- La Velocidad (V) se calcula como sigue $V=0.8 \times (L/T)$, la unidad de medida más representativa es m/s.

Medición de la sección transversal: A (m²)

- Medir el ancho del canal.
- Medir las profundidades a lo largo de la sección del canal.
- Calcular el área de la sección del canal.

$$A = b \cdot h$$

Donde:

b = Es el ancho del canal

h = Es la altura de agua en el canal (distancia del espejo de agua al fondo del canal en el eje central)

Medición de Caudal. Q (m³/s)

El cálculo del caudal se realiza al multiplicar el área de la sección transversal (A) por la velocidad obtenida (V).

$$Q = v \cdot A$$

D) Método volumétrico

Este método se utiliza para la medición de caudal en una tubería donde se permita coleccionar el caudal por descarga libre, en la cual se puede interponer un recipiente.

Medición del tiempo: T (s)

- Se requiere de un recipiente de 10 a 20 litros con graduaciones de 1 litro para coleccionar el agua
- Un cronómetro
- Se mide el tiempo que demora el llenado de un determinado volumen de agua

Medición del volumen: V (L)

- Conocer el volumen del recipiente

Medición del Caudal: Q (L/s)

El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

$$Q = V/T$$

Donde:

Q = caudal en L/s

V = volumen en litros

T = Tiempo en segundos

En la siguiente Tabla se muestran algunas condiciones y restricciones para la utilización de los diferentes métodos de medición de caudal.

Algunas Condiciones y Restricciones para la Utilización de Diferentes Métodos de Medición de Caudal

Método de Aforo	Equipo o dispositivo	Condiciones	Restricciones	Aplicación
Volu-métrico	Recipiente de volumen conocido y cronómetro	<ul style="list-style-type: none"> • Corriente con caída libre • Caudales pequeños y de poca velocidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Errores con chorros violentos • Requiere calibración del recipiente utilizado 	Descargas libres
Vertedero	Vertederos	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los vertederos • Antes de llegar al vertedor el canal de acceso debe ser recto, al menos 10 veces la longitud de su cresta 	<ul style="list-style-type: none"> • El porcentaje de error en la medición del caudal disminuye a medida que la carga aumenta • Existe una mayor exactitud cuando el derrame tiene lugar bajo la carga máxima posible dentro de las limitaciones de cada vertedero • La cresta y los laterales del vertedero deben ser rectos y afilados • Aguas abajo del canal no debe haber obstáculos a fin de evitar ahogamiento o inmersión de la descarga del vertedor • En el proceso de evitar que se ahogue se pierde mucha carga • No se pueden combinar con estructuras de distribución o derivación • Se anulan las condiciones de aforo cuando los sedimentos se depositan en el fondo, por lo que es necesario realizar un mantenimiento continuo 	La medición se basa en el funcionamiento de una sección hidráulica conocida y calibrada, de tal forma que con solo conocer la carga hidráulica de operación, se conoce el gasto que pasa por la sección
Sección-Velocidad	Flotador	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de corriente que conducen gastos pequeños no mayores a 100 L/s • Tramo del cauce lo más recto posible, alejado de curvas y que el agua corra libremente • Sección transversal lo más regular posible • Profundidad suficiente para que el flotador no toque el fondo 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay que tomar en cuenta los coeficientes debidos a la variación del viento • El flotador debe adquirir una velocidad cercana a la velocidad superficial del agua • En corrientes turbulentas no se obtienen buenos resultados • El flotador no debe ser muy ligero ni muy pesado 	Canales a cielo abierto, carentes de estructuras de aforo (vertederos) y cuando no sea posible instalar algún otro dispositivo

Fuente: "Identificación y Descripción de Sistemas Primarios para el Tratamiento de Aguas Residuales". Comisión Nacional del Agua de México.

Anexo N° VIII

REPORTE DE RESULTADOS DEL MONITOREO DE EFLUENTES DE PTAR

REPORTEA SER ENVIADO AL MVCS-OMA

I. RESULTADOS DEL MONITOREO

Fecha del monitoreo:

Nombre de la PTAR:					
Parámetro	Tipo de muestra	Resultado del análisis		LMP	Eficiencia PTAR
		Afluente	Efluente		
pH, unidad					
Temperatura, °C					
DBO5, mg/L 1)					
DQO, mg/L1)					
SST, mg/L					
Aceites y Grasas, mg/L					
Coliformes Termotolerantes, NMP/100 mL					
Caudal del afluente, L/s 2)				Método de medición	
Caudal del efluente, L/s 2)				Método de medición	
Nombre de laboratorio acreditado					
Responsable de la PTAR	Fecha		Firma		

1) Para efluentes de lagunas de estabilización el valor reportado será el de la DBO y DQO solubles.

2) Caudal medido en el momento del monitoreo para las muestras simples.

Este formato también incluirá los parámetros adicionales que determine el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, así como los establecidos en el instrumento de gestión ambiental aprobado.

II. OBSERVACIONES

Se incluirá la clasificación del cuerpo de agua receptor, según lo establecido por la Autoridad Nacional del Agua, o en su defecto, el lugar de disposición final (quebrada seca, suelo, canales de riego, etc.).

Se hará una evaluación de las eficiencias calculadas sobre la base de los resultados del monitoreo, así como también un análisis sobre el grado de cumplimiento de los LMP.

Finalmente se incluirán observaciones derivadas de los resultados del monitoreo (ejemplo: caudal de operación mayor al caudal de diseño, variaciones de calidad del afluente, cambios en tecnología de tratamiento, etc.).

III. ANEXOS AL REPORTE

- Formato de registro de datos de campo
- Formato de la Cadena de Custodia
- Copia de los informes emitidos por el laboratorio acreditado