



Ministerio de Agricultura
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Centenario de Machu Picchu para el Mundo"

ANA	FOLIO N°
OAJ	178

PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD EN CUERPOS NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL



Lima, marzo 2011



Ministerio de Agricultura
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año del Centenario de Machu Picchu para el Mundo"

PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD EN CUERPOS NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL

Autoridad Nacional del Agua

Ministerio de Agricultura

Jefe de la Autoridad Nacional del Agua

Ing. Carlos Javier Pagador Moya

Secretario General

Ing. Abrahan Eddie Rosazza Asín

Director de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos

Ing. Amarildo Fernández Estela

Coordinadores del Protocolo

Ing. Flor de María Huamaní Alfaro

Ing. Silvia Félix Avellaneda

Ing. Hugo Trujillo Villavicencio

Ing. Miguel Ángel Sánchez Sánchez

Ing. Ricardo Manuel Baca Rueda

Apoyo Consultor Internacional de la GIZ

Ing. Klaus Holzner - Experto Integrado CIM

Instituciones Colaboradoras

Ministerio del Ambiente - Dirección General de Calidad Ambiental

Ministerio de Salud - Dirección General de Salud Ambiental

Ministerio de la Producción - Dirección de Asuntos Ambientales de Pesquería

Ministerio de la Producción - Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria

Ministerio de Agricultura - Dirección General de Asuntos Ambientales

Ministerio de Defensa - Dirección General de Capitanía y Guardacostas del Perú

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Oficina de Medio Ambiente

Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros

Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

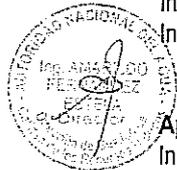
Instituto del Mar del Perú

Dirección de la Autoridad Nacional del Agua

Calle Diecisiete 355 – Urb. El Palomar – San Isidro - Lima

Teléfono: 2243298 Anexo: 140

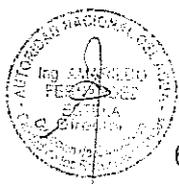
www.ana.gob.pe





CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	ANTECEDENTES	5
3.	OBJETIVOS	6
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	6
3.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
4.	MARCO LEGAL.....	6
5.	ALCANCE Y APLICACIÓN DEL PROTOCOLO.....	7
6.	METODOLOGÍA.....	8
6.1.	RED DE MONITOREO Y PUNTOS DE CONTROL	8
6.1.1.	Ubicación	8
6.1.2.	Accesibilidad	8
6.1.3.	Representatividad	9
6.1.4.	Estación Hidrométrica.....	9
6.2.	PARÁMETROS DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	9
6.3.	FRECUENCIA DE MONITOREO	10
6.4.	MEDICIÓN DE CONDICIONES HIDROGRÁFICAS Y DINÁMICAS EN CUERPOS NATURALES DE AGUAS CONTINENTALES Y MARINO-COSTEROS	10
6.5.	DESARROLLO DE MONITOREO	10
6.5.1.	Preparación de Materiales y Equipos	10
6.5.2.	Precauciones durante el Monitoreo	11
6.5.3.	Muestreo.....	12
6.5.3.1.	Ejecución del Muestreo.....	12
6.5.3.1.1.	Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de monitoreo:.....	12
6.5.3.1.2.	Acondicionamiento:	12
6.5.3.1.3.	Medición de parámetros en campo y registro de información:	13
6.5.3.1.4.	Toma de muestras de agua, Preservación, Etiquetado, Rotulado y Transporte:.....	13
6.6.	ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD	18
7.	CONSIDERACIONES ESPECIFICAS.....	19
7.1.	Diagnóstico de la Calidad del Agua.....	19
7.2.	Parámetros de Efluentes Regulados por los Sectores Ambientales a considerar en la Vigilancia y Fiscalización de la Calidad de los Recursos Hídricos.....	24
7.3.	Medición de Caudales en Cuerpos Naturales de Agua Continental Superficial	24
7.3.1.	Método del Correntómetro.....	25
7.3.2.	Método del Flotador.....	25
7.3.3.	Método Volumétrico.....	26
7.3.4.	Método acústico.....	27
7.3.5.	Método de Trazador.....	27
7.4.	Tipo de Muestras de Agua.....	28
8.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	29
9.	REFERENCIAS.....	32
10.	ANEXOS.....	32





1. INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos, son esenciales para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental en el que estos desarrollan sus actividades sociales y productivas; el desarrollo de estas actividades, impacta directa o indirectamente en su calidad.

En este sentido, considerando el impacto negativo en la calidad de los recursos hídricos, hasta saturar la capacidad de autodepuración, ocasionada por las actividades poblacionales y productivas, se hace necesario ejecutar acciones de vigilancia y fiscalización de la calidad de los recursos hídricos; para prevenir, mitigar y controlar los impactos negativos.

La planificación de una gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, la disponibilidad, y demanda hídrica, las actividades poblacionales, agrícolas y productivas, tienen influencia en los recursos hídricos; asimismo las condiciones de calidad necesarias que permitan el uso de agua en cumplimiento a las normas ambientales; así como la protección de los ecosistemas acuáticos que se desarrollan en dichos recursos hídricos.

Las condiciones de calidad de los recursos hídricos, se obtienen como resultado de mediciones y observaciones sistemáticas de las variables del agua atmosférica, superficial y marino-costeras, las cuales se desarrollan a través de una metodología y procedimientos estandarizados que involucra el muestreo del agua, obedeciendo este proceso a un Protocolo de Monitoreo.

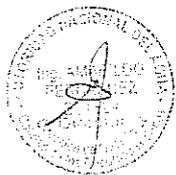
El desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, requiere contar con recursos humanos capacitados, así como recursos económicos para la implementación de equipos de medición en campo (multiparámetros, GPS, correntómetros), el análisis de muestras de agua en laboratorios acreditados y la logística empleada para el monitoreo.

La información obtenida del monitoreo permite prevenir, controlar la calidad del agua y adoptar medidas correctivas ante incumplimiento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Asimismo, brinda información al Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos, para que sirva de base en el diseño y desarrollo de los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las Cuencas Hidrográficas.

La Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, dirección de línea de la Autoridad Nacional del Agua, en el marco de sus funciones, es responsable de elaborar, proponer y supervisar la implementación de normas y programas en materia de protección y recuperación de la calidad de los recursos hídricos y otorgamiento de autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas. En este marco dicha dirección elabora el **"Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial"**.

El **"Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial"**, servirá como instrumento de gestión para el desarrollo del Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua que la Autoridad Nacional del Agua implementará. Asimismo, articulará la fiscalización de la calidad del agua por las autorizaciones de vertimiento y/o reuso de aguas residuales tratadas con la fiscalización que realizan las Autoridades Ambientales Sectoriales a los efluentes tratados.

El **"Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial"**, permitirá orientar el monitoreo de la calidad del agua en los recursos hídricos de las Cuencas Hidrográficas, una vez que se determine el diagnóstico de la calidad del agua; a través de indicadores de calidad del agua, de tal manera que las decisiones a tomar por el gobierno nacional, regional y local se realicen con soporte en datos e información debidamente estandarizados desde su origen, logrando con ello determinar líneas de base, proyección de mejoramiento y control de la calidad del agua.





2. ANTECEDENTES

A partir del 01 de abril del 2009, entró en vigencia la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, quedando derogado el Decreto Legislativo N° 17752, Ley General de Aguas, siendo la Autoridad Nacional del Agua, la responsable de la protección del agua como recurso hídrico. En este marco la Autoridad Nacional del Agua, en su condición de ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y en cumplimiento al mandato establecido en dicha Ley, es responsable de la vigilancia y fiscalización de la calidad del agua en los recursos hídricos continentales y marino costeros del país; así como también del control de aguas residuales tratadas que se vierten a un cuerpo natural de agua y/o reusan, previa autorización.

- La Autoridad Nacional del Agua, de acuerdo a lo establecido en el artículo 76° en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso hídrico.
- La Autoridad Nacional del Agua, en el marco del artículo 79°, autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marino, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP).

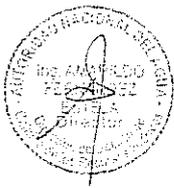
Con fecha 23 de marzo de 2010, se aprueba y promulga el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, disponiendo en su artículo 126°, que el monitoreo de la Calidad de las Aguas, en el marco del **Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua**, se efectúa de acuerdo con el protocolo aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

En la actualidad existen diversos protocolos de monitoreo cuyo contenido establece los procedimientos, con criterios diversos para la toma de muestras de agua, ya sea de efluentes industriales (minería, energía, producción, industria, agroindustria, etc), descargas domésticas y poblacionales; y cuerpos naturales de agua (continental y marino-costeros). Asimismo, presentan criterios para seleccionar parámetros, puntos de monitoreo, frecuencia de monitoreo, medición de caudal y los procedimientos para el aseguramiento de la calidad.

Para la protección de la calidad de los recursos hídricos continentales y marino-costeros, así como para la evaluación de la calidad de los efluentes, las instituciones del Estado han establecido protocolos de monitoreo de aguas en cumplimiento de las normas ambientales, las cuales han evolucionado con un enfoque de gestión integrada.

Con la finalidad de unificar los criterios para realizar la Vigilancia y Fiscalización de la calidad del agua se ha tomado como base las siguientes propuestas de protocolos:

- **"Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales y sus Anexos I, II, III y IV"**, aprobado mediante Resolución Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA de fecha 11 de setiembre de 2007, por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud.
- **Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua**, sub sector minería, de la Dirección General de Asuntos Ambientales - Proyecto EMTAL del Ministerio de Energía y Minas, publicado en internet.





- **Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua**, sub sector de hidrocarburos, elaborado en concordancia con el Decreto Supremo N° 046-93-EM "Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos", por el Ministerio de Energía y Minas.
- **Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor**, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 003-2002-PE, publicada el 13 de enero de 2002, por el Ministerio de la Producción-Ex Ministerio de Pesquería.
- **Propuesta de "Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua"** del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA, remitido a la Autoridad Nacional del Agua con Oficio N° 1030-2010/OEFA-PCD de fecha 19 de agosto de 2010.
- **Proyecto de "Protocolo de Monitoreo de Aguas Superficiales Continentales del Perú"** de la Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, que fue remitido a la Autoridad Nacional del Agua mediante Oficio N° 506-2010-DGCA-VMGA/MINAM de fecha 11 de noviembre de 2010.
- **Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos** (Resolución Ministerial N° 026-2000-ITINCI/DM)
- Guía para la evaluación de Impactos en la Calidad de las aguas Superficiales por actividades minero metalúrgicas.
- Guía para el monitoreo automático de calidad de agua y aire del Ministerio de Energía y Minas

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Estandarizar la metodología; para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos en los cuerpos naturales de agua superficial.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 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 recursos hídricos en cuerpos naturales de agua superficial.
- Establecer el alcance y aplicación del protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos en cuerpos naturales de agua superficial.

4. MARCO LEGAL

El "*Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial*", como instrumento de Gestión para la Vigilancia y Fiscalización de la Calidad del agua, se sustenta en la siguiente normatividad:

- **Ley N° 29338**, "Ley de Recursos Hídricos".
- **Ley N° 28611**, "Ley General del Ambiente".





- **Decreto Supremo N° 001-2010-AG**, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 "Ley de Recursos Hídricos".
- **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 agua 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° 003-2002-PRODUCE**, aprueba los Límites Máximos Permisibles y Valores referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel.
- **Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE**, aprueba los Límites Máximos Permisibles para la industria de harina y aceite de pescado, y normas complementarias.
- **Decreto Supremo N° 037-2008-PCM**, establecen Límites Máximos Permisibles de efluentes líquidos para el Subsector Hidrocarburos.
- **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° 010-2010-MINAM**, aprueba los Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades Minero-Metalúrgicas.
- **Ley N° 26620**, Ley de Control y Vigilancia de las actividades marítimas, fluviales y lacustres, y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 028-DE/MGP.
- **Resolución Directoral N° 008-97-EM/DGAA**, aprueban niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.



5. ALCANCE Y APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

El *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial*, debe ser tomado en cuenta y es de obligatorio cumplimiento, por todas las entidades públicas y privadas del territorio nacional que realicen actividades relacionadas con los recursos hídricos (usos, vertimientos y/o reuso).

Será de alcance a los cuerpos naturales de agua continental y marino-costero y se aplicará en los monitoreos a realizar en la Vigilancia y Fiscalización de la Calidad de los Recursos Hídricos por la Autoridad Nacional del Agua, así como en los Planes de Contingencia ante eventos de emergencia que pongan en riesgo la calidad de los recursos hídricos.





6. METODOLOGÍA

El proceso para el desarrollo del Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos en cuerpos naturales de agua superficial, se inicia con el procedimiento para determinar la **red de monitoreo** para la Vigilancia y **puntos de control** para la Fiscalización, de la Calidad de los Recursos Hídricos; seguido de los procedimientos para determinar los siguientes componentes:

- Red de monitoreo y puntos de control.
- Parámetros de calidad de los recursos hídricos.
- Frecuencia de monitoreo.
- Medición de condiciones hidrográficas y dinámicas en cuerpos naturales de aguas continentales y marinas.
- Desarrollo del monitoreo.
- Aseguramiento y control de la calidad.

6.1. RED DE MONITOREO Y PUNTOS DE CONTROL

La **Red de Monitoreo**, se establecerá del *Diagnóstico de la calidad de los recursos hídricos* en los cuerpos naturales de agua continental y marino superficial, que será validado por la Autoridad Nacional del Agua.

Los **Puntos de Control**, se establecerán con el *Otorgamiento de las Autorizaciones de Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas*, en el marco de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento.

Una vez seleccionada la red de monitoreo y puntos de control, se deben considerar criterios importantes como ubicación, accesibilidad, representatividad y presencia de estaciones hidrométricas, que a continuación se describen:

6.1.1. Ubicación

El punto de monitoreo, debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. De preferencia, 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 o PSAD56; sistema que deberá indicarse para uniformizar el registro de información. **Anexo N° V: "Ubicación del Punto de Monitoreo"**.

El uso de imágenes satelitales ayuda a ubicar los puntos de monitoreo; sin embargo la ubicación definitiva debe realizarse en campo.

Es importante considerar la referencia para la ubicación posterior, tomando en cuenta que el punto de monitoreo se encuentre cerca a un punto de referencia: puente, kilometraje vial, localidad u otro elemento que permita la ubicación rápida.

Se debe señalar el punto de monitoreo con ayuda de hitos, boyas para el caso de emisarios en aguas marinas, o señales que permitan su identificación por otras personas.

6.1.2. Accesibilidad

El lugar establecido para la toma de la muestra de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos muy empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.





6.1.3. Representatividad

En cuerpos naturales de agua continental superficial, evitar zonas de embalse o turbulencia. Ubicar el punto de monitoreo en el lugar donde el cuerpo natural de agua, presente un cauce regular y uniforme.

6.1.4. Estación Hidrométrica

En cuerpos naturales de agua continental superficial, el punto de monitoreo debe permitir el aforo y se recomienda ubicarlo cerca a una estación hidrométrica para que se pueda realizar la medición simultánea del caudal.

6.2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

La calidad de los recursos hídricos en los cuerpos naturales de agua superficial, está influenciada por diversos factores como: procesos geomorfológicos, ciclo hidrológico, elementos físicos, químicos y biológicos de carácter natural, actividades poblacionales y productivas que modifican las características físicas, químicas y microbiológicas de los mismos, que tiene influencia directa con la capacidad de autodepuración y dilución de los cuerpos naturales de agua superficial.

Los parámetros para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, se determinan considerando los siguientes factores:

- Tipo de actividades específicas (etapas de exploración, explotación y cierre).
- Actividad Acuícola.
- Naturaleza geológica del cuerpo de agua natural superficial.
- Características hidrográficas del cuerpo natural continental o hidroceanográficas del cuerpo marino.
- Dinámica de los cuerpos naturales de agua superficial.
- Crecimiento poblacional.
- Identificación de fuentes de contaminación.
- Registro Nacional de Vertimientos de Aguas Residuales Tratadas.
- Derechos de uso de aguas otorgados.
- Clasificación de los cuerpos naturales de agua superficial.
- Anormalidades químicas del cuerpo natural de agua superficial.
- Régimen hidrológico de los cuerpos naturales de agua superficial (periodos de estiaje y avenidas).
- Caracterización de los cuerpos naturales de agua superficial y efluentes.

De la evaluación de los factores, características fisicoquímicas y microbiológicas de los cuerpos naturales de agua, se determinarán los parámetros de calidad considerando la clasificación del cuerpo natural de agua superficial (R.J. N° 202-2010-ANA) y lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM).

En el caso de que un cuerpo natural de agua superficial no esté clasificado, la Autoridad Nacional del Agua determinará su clasificación.





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 hacer el seguimiento periódico respecto a las variaciones de los parámetros fisicoquímicos, orgánicos, microbiológicos ligados a la variación del caudal del cuerpo natural de agua superficial.

La frecuencia de monitoreo en los cuerpos naturales de agua superficiales, dependerá de diversos factores:

- Estacionalidad de la cuenca (épocas de avenida y de estiaje), para esto se tomará en cuenta el reporte de caudales del cuerpo natural de agua superficial.
- En el caso de aguas marinas deberá tenerse en cuenta la información oceanográfica.
- El proceso productivo de las actividades industriales.
- La estacionalidad de actividades poblacionales.
- Los usos principales del recurso hídrico.
- La ocurrencia de eventos extraordinarios (huaycos, accidentes, derrame de sustancias peligrosas, etc.).
- Fiscalización de la calidad de los recursos hídricos por autorización de vertimientos de aguas residuales tratadas en concordancia con los sectores ambientales.

6.4. MEDICIÓN DE CONDICIONES HIDROGRÁFICAS Y DINÁMICAS EN CUERPOS NATURALES DE AGUAS CONTINENTALES Y MARINO-COSTEROS

La determinación de condiciones hidrográficas y dinámicas de los cuerpos naturales de agua superficial permite contar con información que ayude a determinar la capacidad de dilución del cuerpo de agua y sobre los cambios que se presentan en las características de la calidad del agua.

6.4.1 Medición de caudal en aguas continentales

Para aguas continentales se determinarán los caudales registrados en las estaciones hidrométricas, caso contrario se utilizarán los métodos técnicos más precisos que nos determinen información confiable. En el ítem 7.3. Medición de Caudales, se describen los métodos a emplear para la determinación del caudal en los cuerpos naturales de agua superficial.

6.4.2 Condiciones Hidrográficas y Dinámicas en aguas marino-costeros

Las condiciones hidrográficas y dinámicas de la zonas costeras hacen que las concentraciones de los compuestos descargados por efluentes y ríos se diluyan, por lo cual se tienen que medir la velocidad y dirección de las corrientes marinas, para describir la velocidad horizontal superficial y caracterizar la distribución de las variables hidrográficas y de calidad de las aguas marinas costeras.

6.5. DESARROLLO DE MONITOREO

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos, indumentaria de protección y personal capacitado. Asimismo, se deberá contar con la logística para el desarrollo del trabajo de campo.

6.5.1. 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, soluciones estándar de pH y conductividad, lista de chequeo, formatos (fichas de registro de campo y cadena de custodia). Asimismo, se debe contar con todos los materiales y equipos de muestreo operativos y debidamente calibrados.

a) Materiales

- Material Cartográfico
- Tablero
- Fichas de registro de campo
- Libreta de campo
- Etiquetas para la identificación de frascos
- Cadena de custodia
- Soga
- Balde plástico transparente
- Brazo telescópico muestreador
- Papel secante (Tissue)
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Bolsas ziploc para guardar los envases de preservantes.
- Frascos de polietileno (primer uso)
- Frascos de vidrio ámbar
- Frasco de vidrio transparente
- Frascos Estériles (muestreo Microbiológico)
- Guantes descartables
- Coolers grande y pequeño
- Refrigerantes
- Reactivo para preservación de muestras
- Pizeta
- Gotero
- Agua destilada
- Solución estándar de pH y conductividad

b) Equipos

- GPS
- Multiparámetro
- Cámara Fotográfica
- Linterna de mano
- Correntómetro u otro equipo para medir caudales.
- Cronómetro

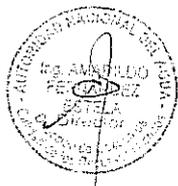
c) Indumentaria de Protección

- Zapato de seguridad
- Pantalón
- Polo de manga larga y/o corta
- Casaca
- Chaleco
- Lentes
- Casco
- Gorra
- Botas de jebe (musleras)
- Impermeable
- Arnés
- Chaleco salva vidas

6.5.2. Precauciones durante el Monitoreo

Se establece las siguientes consideraciones para prevenir daños personales y de materiales durante el desarrollo del monitoreo de agua.

- Si el acceso al cuerpo de agua es muy profundo o torrentoso, evitar el ingreso para la toma de muestras. Recoger las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado de una soguilla pero guardando las medidas de seguridad (uso de arnés, chalecos flotadores, etc.).
- Usar guantes, lentes y ropa de trabajo para realizar la preservación de las muestras debido a que los preservantes son soluciones peligrosas (ácidos y álcalis), por lo que se recomienda el uso de goteros para evitar derrame y salpicaduras y para su almacenamiento y transporte considerar Cooler pequeño.
- En mediciones de parámetros de campo, tener cuidado con el uso del equipo multiparámetro, en cuerpos de agua caudalosos y geográficamente inseguros, es





recomendable hacer las mediciones cogiendo las muestras en un recipiente limpio; considerando además esta recomendación en aguas marinas.

- En cuerpos de agua navegables y marino costero utilizar chalecos salva vidas.
- En caso de presentarse lluvias permanentes se debe paralizar el monitoreo por seguridad del personal y protección de los equipos.

6.5.3. Muestreo

En el desarrollo del presente protocolo se realizará la toma de muestras puntuales, lo cual representa la composición del cuerpo natural de agua superficial original para un lugar, tiempo y circunstancia en la que fue recolectada la muestra.

El objetivo del muestreo es tomar una muestra representativa del cuerpo de agua, con un volumen apropiado, para analizar los parámetros establecidos en el monitoreo.

6.5.3.1. Ejecución del Muestreo

Al llegar al punto de monitoreo, se deben realizar las siguientes acciones:

6.5.3.1.1. Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de monitoreo:

- Describir las características del entorno al cuerpo natural de agua superficial donde se realiza el monitoreo (observar presencia de residuos, vegetación acuática, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del medio ambiente).
- Tomar lectura de las coordenadas de ubicación del punto de monitoreo e indicar el sistema al cual corresponde.
- Realizar la descripción precisa del punto de monitoreo, el cual no deberá cambiar a menos que modifique su ubicación. Esta información se debe ingresar en el Registro de Datos de Campo.
- Tomar vistas fotográficas del punto de monitoreo.

6.5.3.1.2. Acondicionamiento:

- Preparar los frascos a utilizar en el muestreo, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- Las muestras de agua serán recolectadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados. En este caso seguir las instrucciones generales de preservación, etiquetado, embalaje y transporte de las muestras, mostradas en el **Anexo N° I: "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación"**.
- Para el rotulado de los frascos, de preferencia usar plumón de tinta indeleble y cubrir la etiqueta con cinta adhesiva transparente.





ANA	FOLIO
OAJ	184

- Las muestras de agua recolectadas, preservadas y rotuladas, deben colocarse en un cooler con refrigerante (ice pack), de tal manera que se asegure su llegada al laboratorio en condiciones de conservación. Asimismo, se debe evitar roturas en el caso de frascos de vidrio, utilizando bolsas de poliburbujas.

6.5.3.1.3. Medición de parámetros en campo y registro de información:

La información obtenida de la medición de parámetros in situ, debe reflejar las condiciones reales del agua. A fin de obtener la confiabilidad de los datos, se requiere:

- Equipos portátiles calibrados (multiparámetro, GPS, etc.), lo cual debe verificarse antes del inicio del trabajo de campo y calibrar en caso de ser necesario, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Para realizar las mediciones, debe enjuagar los electrodos con la muestra de agua, estando el equipo apagado. Luego realizar la medición agitando ligeramente el electrodo, dejar estabilizar la lectura y registrar el resultado de la medición.
- Concluida la medición de los parámetros en campo, deberá lavar los electrodos con agua destilada utilizando una pizeta, luego secar con papel secante y guardar adecuadamente. En algunos casos el electrodo de pH necesita conservarse en una solución salina, entonces antes de guardar coloque la capucha con la solución conservadora.
- Las mediciones pueden ser realizadas directamente en el cuerpo de agua siempre y cuando las condiciones lo permitan, de lo contrario tomar una muestra en un recipiente apropiado (balde transparente limpio), priorizando la medición de oxígeno disuelto.
- Realizar la medición de caudal.
- La información recabada de la medición de parámetros de campo, así como la ubicación y descripción del punto de monitoreo se debe ingresar en el Registro de datos de Campo que se muestra en el Anexo N° II: "Registro de datos de Campo".

6.5.3.1.4. Toma de muestras de agua, Preservación, Etiquetado, Rotulado y Transporte:

- Se recomienda que los frascos no contengan preservantes antes de realizar la toma de muestras de agua.
- El personal responsable deberá colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua y desechar luego de culminado el muestreo en cada punto; es importante en el manejo de los reactivos de preservación químicos (ácido clorhídrico, ácido





nitrico, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, acetato de cinc, lugol (ácido) por ser nocivos a la salud.

- Tener precaución con las muestras que contienen compuestos orgánicos y traza de metales, estos constituyentes pueden perderse total o parcialmente ó contaminarse fácilmente, cuando no se sigue un procedimiento apropiado con la muestra y el preservante.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión, adición de preservante y homogenización de la muestra. En el caso de la muestra para análisis de DBOs deberá llenar el frasco totalmente evitando burbuja de aire.
- En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.
- En ríos y quebradas, las muestras de agua deberán ser tomadas lo más alejado de la orilla y de preferencia en el centro del cauce. De ser necesario se hará uso de un brazo telescópico.
- Para la toma de muestras en ríos evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando las profundidades y acceso con pendiente pronunciada.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del río o quebrada.
- En la toma de muestras de agua en Lagos, Lagunas, Pantanos y Mar; se debe evitar la presencia de espuma superficial. Considerar la ubicación de transeptos definidos en torno a una actividad específica. Asimismo, utilizar una embarcación.

a) Toma de muestras de agua en cuerpos naturales de agua superficial

Las características de los recipientes, volumen requerido (dependerá de laboratorio) y tipo de reactivo para preservación de la muestra se contemplan en el **Anexo N° 1: "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación"**.

- Utilizar frascos de plásticos o vidrio de boca ancha con cierre hermético, limpio ó de primer uso, de un litro de capacidad. El tipo de frasco dependerá del parámetro a analizar.
- Preparar los frascos a utilizar en el muestreo, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- Las muestras de agua serán recolectadas, etiquetadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados. En este caso seguir las instrucciones generales de preservación, etiquetado, embalaje y transporte de las muestras,





mostradas en el Anexo N° I: "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación".

- Para el rotulado de los frascos, de preferencia usar plumón de tinta indeleble y cubrir la etiqueta con cinta adhesiva transparente.

a.1) Parámetros Microbiológicos

a.1.1) Coliformes totales y termotolerantes

- Utilizar frascos de vidrio previamente esterilizados, llevados hasta el lugar de muestreo en las mejores condiciones de higiene.
- Los frascos no se deben abrir hasta el momento del muestreo y no serán enjuagados con agua de la muestra, debe destaparse el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que pudieran alterar los resultados.
- Evitar tocar el interior de la botella o la cara interna del tapón, sujetando esta con la mano mientras se realiza el muestro, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.
- Sumergir la botella boca abajo a una profundidad aprox de 20 a 30 cm, tras lo cual se girará de manera que la boca, apunte hacia la corriente (si es que ésta existe), o bien creando dicha corriente por arrastre de la botella en el interior del agua, evitándose el contacto con la orilla o el lecho.
- Dejar una porción del recipiente sin llenar (1/4 de frasco), de manera que el aire contenido en esa zona asegure un adecuado suministro de oxígeno para los microorganismos que lo necesiten hasta el momento del análisis.
- Refrigerar a 4°C y trasladarlo al laboratorio en un intervalo de 6 a 24 horas.

a.1.2) Parásitos

- Para la toma de muestras deben emplearse frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético y limpio.
- Abrir el envase y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie.
- Para el análisis de protozoos y helmintos se requiere como mínimo 4 litros de muestra.





- Refrigerar a 4° C y debe ser trasladado antes de las 48 horas al laboratorio.

a.2) Parámetros inorgánicos:

- Enjuagar los frascos con el agua a ser recolectada de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado corriente abajo.
- Realizar la toma de muestras directamente del cuerpo de agua, utilizando el brazo telescópico o un balde a 20 cm de profundidad a partir de la superficie.
- Tener en cuenta que las muestras se toman en contra corriente y colocando el frasco con un ángulo apropiado para el ingreso de agua.

a.3) Parámetros orgánicos:

- **Hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y aceites y grasas.** La toma de la muestra deberá realizarse de manera directa sin enjuagar el frasco, en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella. Estos parámetros deben ser tomados en frascos de vidrio de boca ancha color ámbar para evitar su degradación por fotólisis, cerrar herméticamente (no utilizar contratapa de plástico) y preservar.
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y carbono orgánico total (COT).** utilizar frascos de plástico de boca ancha de un (01) litro de capacidad, limpios, llenar completamente el frasco (sin burbujas de aire) para evitar alteración de los resultados por procesos de oxidación, e inmediatamente tapar, manteniendo la muestra en cajas térmica de plástico a 4 °C aproximadamente (no se debe de congelar la muestra), no requiere preservante.

b) Preservación de muestras

- Una vez tomada la muestra de agua, se procederá a adicionar el reactivo de preservación requerido de acuerdo a lo estipulado en el **Anexo N° I: "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación"**.
- Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido y agitar para uniformizar la muestra.

c) Etiquetado y Rotulado de las Muestras de Agua





ANA	FOLIO N°
OAJ	186

Los frascos deben ser etiquetados y rotulados, con letra clara y legible, la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:

1. Número de muestra (referido al orden de toma de muestra).
2. Código de identificación (Red de Monitoreo y Punto de Control).
3. Tipo de muestra de agua.
4. Descripción del punto de muestreo.
5. Fecha y hora de la toma de la muestra.
6. Preservación realizada, tipo de reactivo de preservación utilizado.
7. Tipo de análisis requerido.
8. Nombre del responsable del muestreo, etc.

El modelo de etiqueta se adjunta en **Anexo N° III: "Etiqueta de muestras de agua"**, o se utilizará las etiquetas que proporcione el laboratorio.

d) Llenado de Cadena de Custodia:

Llenar la cadena de custodia con la información del Registro de Datos de Campo, indicando además los parámetros a evaluar, tipo de frascos, Tipo de muestra de agua ó fuente (río, quebrada, lago, laguna, mar, aguas subterráneas, agua residual), volumen, número de muestras, reactivos de preservación, condiciones de conservación, responsable del muestreo y otra información relevante. **Anexo N° IV: "Cadena de Custodia"**.

e) Conservación y Transporte de las muestras:

- Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas y derrames. En el caso de utilizar hielo, colocar este en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua.
- Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a baja temperatura (4°C) indicada en el **Anexo N° I: "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación"**, disponiendo para ello refrigerantes para el control de temperatura (Ice pack, otros).
- El envío de muestras peresibles (coliformes, DBO₅ y otros) al laboratorio para su análisis, deben cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación y deben ir acompañadas de su respectiva cadena de custodia.
- Transportar las muestras hasta el laboratorio, adjuntando la 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 sostenimiento, 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 muestras y preservación.

6.6. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras.

Aseguramiento y control de calidad (AC y CC) 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, o puede ser visto como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos confiables y precisos.

Las funciones de control de calidad influyen directamente en las actividades relacionadas con la medición en campo, la calibración de los equipos de campo, registro de datos y la capacitación. Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual se debe considerar lo siguiente:

- Asegurarse que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos técnicos mínimos establecidos en el presente protocolo y de acuerdo a la metodología estandarizada de análisis para cada parámetro (ver anexo I).
- Contar con todos los registros de campo para el monitoreo (cadena de custodia, ficha de muestreo, etc), debidamente llenada con letra clara y legible.
- Mantener los registros de control de los equipos actualizados, para asegurar el mantenimiento y calibración de los mismos (Bitácoras).
- Es esencial que el personal de campo esté capacitado para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas.

Para realizar el control de calidad aplicado al muestreo se requiere considerar los siguientes blancos y duplicados de acuerdo a las determinaciones analíticas:

a) Fisicoquímicos

- **Los blancos de campo**

Son envases de agua desionizada que se llenan en la estación de muestreo, etiquetan, empaquetan, sellan y se mandan al laboratorio con las otras muestras. Se usan los blancos de campo para investigar la contaminación en el laboratorio, y durante la colecta y envío de las muestras. El laboratorio requiere un blanco de campo por cada lote de muestras.





ANA	FOLIO N°
OAJ	187

• **Los blancos viajeros**

Son envases de agua desionizada preparados en el laboratorio y enviados junto con los frascos de muestreo. Se deben mantener en la misma caja térmica que las otras acompañando todo el proceso de colecta de muestras, manejo y envío. Si se encuentran contaminados, podría ser que la contaminación ocurriera durante el transporte de muestra o en el almacenaje en el laboratorio. Se requiere por lo menos uno para cada lote de muestras.

• **Las muestras duplicadas**

Se usan para verificar la precisión del recojo de muestras de agua en campo o el análisis de laboratorio. Se recogen dos muestras de agua por duplicado en el campo, coleccionar la muestra duplicada de una estación en donde se cree que hay niveles altos de un compuesto particular.

b) Microbiológico

• **Blanco Viajero**

Se coloca agua destilada estéril en un frasco de muestreo, se realiza un análisis de recuento de bacterias heterótrofas, para determinar que el agua no contiene ningún microorganismo presente.

El blanco viajero se coloca en la misma caja de muestreo con el resto de frascos, este se mantendrá cerrado durante todo el tiempo de muestreo, para luego ser analizado conjuntamente con las muestras.

Este blanco permite comprobar una posible contaminación por el transporte y procedimientos de almacenamiento en campo.

• **Duplicados de Muestreo**

Cada diez muestras se debe preparar una muestra duplicada de muestreo, que consiste en llenar dos frascos con una misma muestra de agua extraída del mismo lugar y en el mismo tiempo. De esta forma se verifica la variabilidad en los resultados debido al manipuleo, conservación o contaminación de las muestras corrientes.



7. CONSIDERACIONES ESPECIFICAS

7.1. Diagnóstico de la Calidad del Agua

El diagnóstico de la Calidad de los Recursos Hídricos, es el estudio que permite conocer la calidad natural y actual del agua, determinar la capacidad de dilución de contaminantes y clasificar los cuerpos naturales de agua. Esta clasificación permitirá identificar las aguas de calidad aptas para usos prioritarios y para la protección o conservación. Para el diagnóstico de la Calidad de los Recursos Hídricos, se deberá considerar los siguientes factores:

- Características hidrográficas del cuerpo natural continental o hidroceanográficas del cuerpo marino.





- Dinámica de los cuerpos naturales de agua.
- Características químicas de los recursos hídricos, en relación a los usos que tenga en evaluación.
- Actividades antropogénicas que se desarrollan y,
- Identificación de fuentes de contaminación en los recursos hídricos.

El diagnóstico permite determinar una red de monitoreo compuesta de puntos estratégicos llamados puntos de monitoreo, que permitirá realizar la evaluación y seguimiento del comportamiento general de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial.

7.1.1 Determinación de Puntos de Monitoreo

7.1.1.1 Aguas continentales superficiales

Debe ubicarse un punto de monitoreo:

- En la naciente del recurso hídrico, la cual generalmente se inicia en la cabecera de cuenca, que servirá como punto de referencia (blanco).
- Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua naturales o trasvases), un punto en el río principal y un punto en el afluente.
- Aguas arriba y aguas abajo de fuentes de contaminación difusa (áreas de agricultura intensiva, ganadería intensiva), zonas de actividades mineras (activas o cerradas), pasivos ambientales, zonas urbanas, depósitos importantes de residuos sólidos.
- Aguas abajo de la salida de embalses y lagunas.
- Aguas arriba del estuario o antes de la desembocadura a otro cuerpo de agua continental o marino.
- A los puntos de monitoreo de vigilancia se agregan los puntos de control de fiscalización, que vienen definidos en las Autorizaciones de Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas y que deben ser ubicados aguas arriba y aguas abajo de una descarga de agua residual tratada.
Con el objetivo de minimizar el costo de monitoreo se recomienda unificar el punto de monitoreo con el punto de control en un solo punto, donde sea factible.
- En Lagos y lagunas, los puntos de monitoreo deberán estar ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zona de pesca, recreación, acuicultura, etc.) o en zonas que son de importancia particular, como puntos de toma de agua para uso poblacional, zonas de desove o crianza de pescados. El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función al tamaño de la zona de interés. Para la ubicación exacta se deben considerar los siguientes aspectos:
 - ✓ Acción del viento.
 - ✓ Ubicación de ingresos y salidas de afluentes (cuerpos de agua naturales o trasvases).
 - ✓ Presencia de algas u otra formación.





- ✓ Zonas con eutrofización.
- ✓ Estratificación vertical y la termoclina.

7.1.1.2 Aguas Marino-costeros

- Los puntos de monitoreo deberán estar ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zona de pesca, áreas de concesión para la maricultura, y bancos naturales de moluscos bivalvos, recreación, balnearios, acuicultura, etc.) o en zonas que son de importancia particular, como puntos de toma de agua para la desalinización, zonas de desove o crianza de pescados. Además, si tiene que considerar la ubicación de fuentes contaminantes (puertos, botaderos de residuos sólidos, terminales marítimos, plataformas explotación). El número de puntos monitoreo debe ser definido en función al tamaño de la zona de interés. Para la ubicación exacta se deben considerar los siguientes aspectos:
 - ✓ Dirección de la corriente marina.
 - ✓ Concentración de floración algal.
 - ✓ La dilución del efluente en el cuerpo natural de agua marina.
- A los puntos de monitoreo de vigilancia se agregan los puntos de control de fiscalización, que vienen definidos en las Autorizaciones de Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas y que deben ser ubicados en transectos definidos en torno a una descarga de agua residual tratada.
Con el objetivo de minimizar el costo de monitoreo se recomienda unificar el punto de monitoreo con el punto de control en un solo punto, donde sea factible.

7.1.2 Determinación de Parámetros de Monitoreo

Los parámetros para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, se determinan considerando los siguientes factores:

- Registro Nacional de Vertimientos de Aguas Residuales Tratadas.
- Tipología de fuentes de contaminación antropogénicas:
 - ✓ Fuentes puntuales o difusas.
 - ✓ Tipo de actividades específicas.
 - ✓ Materiales y sustancias químicas usadas en las actividades específicas.
 - ✓ Productos de reacción o degradación de las materias primas.
- Ubicación de centros urbanos.
- Ubicación de zonas de agricultura o ganadería intensiva.
- Naturaleza geológica de la cuenca hidrográfica.
- Anormalidades químicas del cuerpo natural de agua superficial.
- Características hidrográficas y biológicas del cuerpo natural continental o hidroceanográficas del cuerpo marino.
- Derechos de uso de aguas otorgados.
- Clasificación de los cuerpos naturales de agua superficial.

El cuadro siguiente presenta los parámetros a considerar de acuerdo a las actividades productivas que se desarrollan en un cuerpo natural de agua, establecidos en el D.S 002-2008-MINAM (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua), este cuadro recomienda la selección de los parámetros de monitoreo de acuerdo a las actividades identificadas en la cuenca hidrográfica.





El responsable del monitoreo puede ampliar la lista de parámetros cuando sospeche de otro tipo de contaminante o puede reducir el número de parámetros, si tiene antecedentes que demuestren la ausencia de riesgo en la fuente.

Parámetros recomendados para el monitoreo de cuerpos de aguas naturales continentales

ACTIVIDADES	PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO	PARÁMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO			
	Categorías 1, 3 y 4	Categoría 1	Categoría 3	Categoría 4	
Poblacionales	pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.	C.tem., C. total, Enterococos fecales, parásitos, DBO ₅ , DQO, aceites y grasas, fósforo total, N-NO ₃ , nitritos, nitrógeno amoniacal, STD, sulfatos, sulfuros, turbiedad y SAAM.	C. total, C. tem., Enterococos, huevos de helmintos, DBO ₅ , DQO, aceites y grasas, cloruros, nitritos, N-NO ₃ , sulfatos, sulfuros y SAAM	C. total, C. tem., DBO ₅ , SST, STD, N-NO ₃ , P, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, sulfuro de hidrógeno y, aceites y grasas (ausencia de película visible)	
Mineras		C. total, C. tem, DBO ₅ , DQO, aceites y grasas, CN-Libre, CN-WAD, SDT, sulfatos, sulfuros, fenoles, tolueno, turbiedad, P, Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Cr ⁶ , Fe, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, U, V y Zn	C.total, C. tem., DBO ₅ , DQO, aceites y grasas, cloruros, bicarbonatos, sulfatos, sulfuros, Ca, carbonatos, CN-WAD, fenoles, fosfatos, Na, Al, As, Ba, B, Cd, Co, Cu, Cr ⁶ , Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se y Zn.	C.total y C. tem, DBO ₅ , SDT, SST, As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn, P, silicatos, CNlibre, sulfuro de hidrógeno y fenoles.	
Cementera		SST, STD, dureza, Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se y Zn	Ca, carbonatos, Na, Al, As, Ba, B, Cd, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se y Zn	STD, SST, As, Ba, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn	
Cervecera		STD, DBO ₅ , DQO, P, N-NO ₃ , nitrógeno amoniacal y nitritos	DBO ₅ , DQO, N-NO ₃ , nitritos y fosfatos-P.	STD, SST, DBO ₅ , DQO, P, N-NO ₃ , nitrógeno total, nitrógeno y amoniacal.	
Curtiembre		SDT, DBO ₅ , DQO, Cr, Cr ⁶ , SAAM, aceites y grasas, sulfuros, sulfatos, cloruros, dureza, nitrógeno amoniacal, fenoles y tolueno.	Carbonatos, aceites y grasas, sulfuros, sulfatos, cloruros, fenoles, fosfatos-P, Ca, Na, DBO ₅ , DQO, Cr ⁶ y SAAM,	Cr ⁶ , DBO ₅ , DQO, STD, SST, aceites y grasas, nitrógeno amoniacal, sulfuro de hidrogeno, fosfato total, fenoles y cloruros	
Hidrocarburos		DBO ₅ , DQO, SDT, P, Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Cr ⁶ , Fe, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Zn, SAAM, HTP, hidrocarburos aromáticos, aceites y grasas, fenoles, nitrógeno amoniacal, fluoruros, sulfatos, sulfuros y cloruros	DBO ₅ , DQO, Al, As, Ba, B, Cd, Cu, Cr ⁶ , Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn, SAAM aceites y grasas, fenoles, nitrógeno amoniacal, fosfatos-P, sulfatos, sulfuros y cloruros.	DBO ₅ , SST, STD, P, As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn, hidrocarburos de petróleo aromáticos totales, fenoles, nitrógeno amoniacal y sulfuro de hidrógeno	
Agroindustrial		C. tem., C. total, cloruros, DBO ₅ , DQO, SDT, SAAM, P, N-NO ₃ , aceites y grasas, nitrógeno amoniacal, nitritos, sulfatos, sulfuros, Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Se y Zn y Plaguicidas	C. tem., C. total, cloruros, DBO ₅ , DQO, N-NO ₃ , aceites y grasas, SAAM, fosfatos-P, nitritos, sulfatos y sulfuros, Al, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Zn y Plaguicidas	C. tem., C. total, DBO ₅ , SST, STD, SAAM, P, N-NO ₃ , nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, sulfuro de hidrógeno, As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn y, aceites y grasas (ausencia de película visible)	
Acuicultura		DBO ₅ , DQO, fósforo total, N-NO ₃ , nitritos, nitrógeno amoniacal, STD, sulfatos, sulfuros, turbiedad.	DBO ₅ , DQO, fosfatos-P, N-NO ₃ , nitritos, sulfatos, sulfuros.	SST, STD, DBO ₅ , fosfatos total, N-NO ₃ , nitrógeno amoniacal, nitrógeno total.	
Otras industrias		Todos los productos y compuestos químicos usados o afectados en el proceso productivo y sus posibles productos de reacción o degradación, que están indicados en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría perteneciente.			
Contaminación de origen geológico					
Rocas	pH, temperatura,	As, Mn, Fe y fluoruros	As, Mn, Fe y fluoruros	As	





ACTIVIDADES	PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO	PARÁMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO		
	Categorías 1, 3 y 4	Categoría 1	Categoría 3	Categoría 4
magmáticas y metamórficas	conductividad			
Rocas calizas y dolomía		Dureza	Bicarbonatos, Calcio y Carbonatos.	
Zonas volcánicas activas		Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Cr VI, Fe, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, U, V y Zn, fluoruros, sulfatos y sulfuros.	Al, As, Ba, B, Cd, Co, Cu, Cr ⁶⁺ , Fe, Li, Mg, Mn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Zn, fluoruros, sulfatos y sulfuros.	As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn y sulfuro de hidrógeno.

Parámetros recomendados para el monitoreo de cuerpos marino-costeros

ACTIVIDADES	PARÁMETROS DETERMINADOS EN CAMPO	PARÁMETROS QUE SE DETERMINARÁN EN LABORATORIO	
	Categorías 2 y 4	Categoría 2	Categoría 4
Poblacionales	pH, temperatura, conductividad, OD, aceites, grasas y hidrocarburos de petróleo (ausencia de película visible)	C. total, C. term., DBO ₅ , SST, N-NO ₃ , amoniacal, fosfatos (P-PO ₄), sulfuro de hidrógeno y, aceites y grasas	C. total, C. term., DBO ₅ , SST, STD, N-NO ₃ , nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fosfato total y sulfuro de hidrógeno.
Pesqueras y acuícolas		DBO ₅ , SST, N-NO ₃ , amoniacal, fosfatos (P-PO ₄), sulfuro de hidrógeno y, aceites y grasas	SST, STD, DBO ₅ , fosfatos total, N-NO ₃ , nitrógeno amoniacal y nitrógeno total
Hidrocarburos		DBO ₅ , SST, N-NO ₃ , amoniacal, fosfatos (P-PO ₄), sulfuro de hidrógeno, As, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn, HTP, aceites y grasas	DBO ₅ , SST, STD, fenoles, nitrógeno amoniacal, fosfatos total, As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn, hidrocarburos de petróleo aromáticos totales y sulfuro de hidrógeno
Embarcaderos		C. total, C. term., DBO ₅ , SST, N-NO ₃ , amoniacal, fosfatos (P-PO ₄), As, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn, HTP, aceites y grasas	C. total, C. term., DBO ₅ , SST, STD, fenoles, nitrógeno amoniacal, fosfatos total, As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn, hidrocarburos de petróleo aromáticos totales.
Mineras		DBO ₅ , SST, N-NO ₃ , amoniacal, fosfatos (P-PO ₄), sulfuro de hidrógeno, As, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn, HTP, aceites y grasas	C. total y C. term., DBO ₅ , SST, As, Ba, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn, silicatos, CN-libre, sulfuro de hidrógeno, fenoles y fosfato total.
Cementera		SST, As, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb y Zn	STD, SST, As, Ba, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn
Cervecera		DBO ₅ , SST, nitratos, amoniacal y P-PO ₄	STD, SST, DBO ₅ , DQO, nitratos, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y fosfato total.
Curtiembre		DBO ₅ , SST, N-NO ₃ , amoniacal, fosfatos (P-PO ₄), sulfuro de hidrógeno, Cr ⁶⁺ , aceites y grasas	aceites y grasas, DBO ₅ , DQO, nitrógeno amoniacal, STD, SST, sulfuro de hidrogeno, Cr ⁶⁺ , fosfato total, fenoles y cloruros
Desalinización		SST	STD, SST
Agroindustrial		C. total, C. term., DBO ₅ , SST, N-NO ₃ , amoniacal, P-PO ₄ , sulfuro de hidrógeno, As, Cd, Cu, Cr ⁶⁺ , Hg, Ni, Pb, Zn y aceites y grasas	C. term., C. total, DBO ₅ , SST, STD, SAAM, N-NO ₃ , fosfatos total, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, sulfuro de hidrógeno, As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb y Zn.
Otras Industrias	Todos los productos y compuestos químicos usados o afectados en el proceso productivo y sus posibles productos de reacción o degradación, que están indicados en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, en la categoría perteneciente.		

Legenda: Temperatura (T°C), oxígeno disuelto (OD), coliformes termotolerantes (C. term.), coliformes totales (C. total), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), aceites y grasas (MEH), calcio (Ca), sodio (Na), aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), boro (B), berilio (Be), cadmio (Cd), cianuro WAD (CN-WAD), cianuro libre (CN-Libre), antimonio (Sb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo hexavalente (Cr⁶⁺), cromo total (Cr), hierro (Fe), litio (Li), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plata (Ag), plomo (Pb), selenio (Se), uranio (U), vanadio (V), zinc (Zn), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT), hidrocarburos totales de petróleo (HTP), detergentes (SAAM), nitratos (N-NO₃), fósforo total (P) y fosfatos (P-PO₄).





7.2. Parámetros de Efluentes Regulados por los Sectores Ambientales a considerar en la Vigilancia y Fiscalización de la Calidad de los Recursos Hídricos.

Los parámetros a seleccionar para la evaluación de aguas residuales dependerán de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el MINAM. Si las aguas residuales son generadas por una determinada industria entonces debemos pensar en los posibles elementos, compuestos y sustancias que pudieran estar presentes en el efluente final, de manera que nos permita seleccionar los parámetros más relevantes que podrían causar el deterioro de la calidad en el cuerpo receptor (aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas marinas y suelos).

En la evaluación de las aguas residuales debemos considerar específicamente la calidad del cuerpo receptor de acuerdo al uso principal considerando los parámetros de interés, generados por la actividad. Para ello, no es necesario evaluar todos los parámetros de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, debido a que la finalidad es evaluar el impacto en el cuerpo receptor a través de un análisis técnico y objetivo. A continuación se muestran los parámetros regulados por cada sector:

NORMA	ACTIVIDAD	PARÁMETROS REGULADOS
D.S.N° 003-2002-PRODUCE	Cemento	pH, T°C y SST
	Cerveza	pH, T°C, SST, aceites y grasas, DBO ₅ y DQO
	Papel	pH, T°C, SST, aceites y grasas, DBO ₅ y DQO
	Curtiembre	pH, T°C, SST, aceites y grasas, DBO ₅ , DQO, sulfuro, Cr ⁶⁺ , Cr, C. term. y N-NH ₄
D.S.N° 037-2028-PCM	Hidrocarburos	HTP, Cloruros, CR ⁶⁺ , Cr, Hg, Cd, As, fenoles, sulfuros, DBO ₅ , DQO, cloro residual, nitrógeno amoniacal, C. term., C. total, fosforo, Ba, pH, aceites y grasas, Pb y T°C
D.S.N° 010-2010-MINAM	Minero Metalúrgicas	pH, SST, aceites y grasas, CN total, As, Cd, Cr ⁶⁺ , Cu, Fe (disuelto), Pb, Hg y Zn
D.S.N° 010-2008-PRODUCE	Pesquería	pH, DBO ₅ , SST y, aceites y grasas
D.S. N° 003-2010-MINAM	Domésticas Municipales	pH, T°C, aceites y grasas, C.term, DBO ₅ , DQO y SST

Leyenda: Temperatura (T°C), sólidos totales suspendidos (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes termotolerantes (C.term), coliformes totales (C. total), cromo hexavalente (Cr⁶⁺), cromo (Cr), cobre (Cu), hierro (Fe), plomo (Pb), mercurio (Hg), zinc (Zn), arsénico (As), cadmio (Cd) y cianuro total (CN total).

7.3. Medición de Caudales en Cuerpos Naturales de Agua Continental Superficial

Los caudales de los cuerpos de agua natural continental superficial pueden ser estimados utilizando un medidor de velocidad (correntómetro) para determinar la velocidad superficial del agua y luego efectuando la medición del área transversal del curso de agua.

La dificultad para medir el flujo de agua radica principalmente en la medición del área transversal debido a la poca homogeneidad del cauce, presencia de piedras, profundidad y turbulencia. Sin embargo, es posible hacer una aproximación al caudal real a través de las siguientes recomendaciones:

- Buscar el tramo del cuerpo de agua más cercano al punto de monitoreo que presente un cauce lo más homogéneo posible.
- En la medida de lo posible, retirar los materiales u objetos que obstruyan el paso de agua.
- Realizar las lecturas de velocidad en los márgenes izquierdo, derecho y centro del cuerpo de agua y el largo de la línea transversal. Considerar las lecturas a media altura de cada profundidad.
- Tomar las medidas de las alturas respectivas en cada punto de medición de velocidad.
- Realizar la medición del ancho del cuerpo de agua usando una cinta métrica (wincha).





Para la medición de caudales del agua existen varios métodos, siendo los más utilizados el método del correntómetro, método del flotador y el método volumétrico:

7.3.1. Método del Correntómetro.

El Correntómetro mide la velocidad en un punto, para obtener la velocidad media de un curso de agua se debe, medir la velocidad en varios puntos del río. En la sección transversal se tiende una cinta métrica. Después se mide la velocidad y la profundidad a lo largo de la sección en distancias regulares. La distancia de medición se define en función de la medida del cuerpo de agua y varía entre 0,1 m para quebradas de 1 m de ancho y 1 m para ríos con un ancho de 20 m o más. La velocidad media en cada segmento vertical se determina en una medición o, en ciertos casos, en dos, tres o más mediciones en diversas profundidades. Las profundidades en la que se mide las velocidades con el correntómetro está en función de la altura del tirante de agua (d).

Tirante de agua (d)	Profundidad de lectura del Correntómetro
Cm	Cm
<15	d/2
15<d<45	0,6d
>45	0,2 d y 0,8 d ó 0,2 d; 0,6 d y 0,8 d

La velocidad media en cada segmento se calcula de la suma de varias mediciones dividido por el número de mediciones:

$$V_{media} = (V_1 + V_2 + \dots + V_i) / i$$

Donde i: Es el número de mediciones en un segmento.

El caudal de cada segmento se calcula con:

$$Q_x = A_x * v_{media,x}$$

Donde:

Q = Es el caudal.

x = Es el número de segmento.

v_{media} = Es la velocidad media del flujo.

A_x = Es el área en sección del segmento calculada con:

$$A_x = b_x * h_x$$

Donde:

b_x = Es el ancho del segmento.

h_x = Es la altura del segmento (distancia del espejo de agua al fondo del cauce en el aje central del segmento).

El caudal total del río se calcula de las sumas de los caudales de los segmentos:

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_x$$

Asimismo, existen varios tipos de correntómetros, siendo los más empleados los de hélice, de los cuales hay de varios tamaños; cuando más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del equipo.

7.3.2. Método del Flotador.





El método del flotador se utiliza generalmente en ríos y quebradas con bajo caudal, y se determina generando una relación caudal-altura para un punto estable a lo largo del curso de agua usando un aforador en una serie de condiciones que pueden ser de caudal bajo, medio y alto.

Medición de la velocidad: V

- Seleccionar un tramo homogéneo.
- Se estima una longitud apropiada que representará el espacio recorrido por el flotador que oscile entre 30 a 100 m según el caudal y tamaño del recurso.
- Contar con un flotador visible.
- Se inicia la operación lanzando el flotado al inicio del tramo seleccionado.
- Estimación del tiempo utilizado por el flotador en completar el espacio seleccionado.
- Realizar varias mediciones para descartar los valores errados que permitirá obtener un valor constante.
- Unidad de medida más representativa es m/s.

Medición de la sección transversal: A

- Extender una cinta métrica entre ambas orillas para medir el ancho del río.
- Medir las profundidades a lo largo de la sección (cauce) en distancias regulares tomando como referencia la cuerda. La distancia de medición se define en función de la medida del cuerpo de agua y varía entre 0,1 m para quebradas de 1 m de ancho y 1 m para ríos con un ancho de 20 m o más.
- Calcular la área A_x de cada segmento:

$$A_x = b_x * h_x$$

Donde:

b_x = Es el ancho del segmento

h_x = Es la altura del segmento (distancia del espejo de agua al fondo del cauce en el eje central del segmento)

- Estimar el área de la sección transversal con:

$$A_{tot} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_x$$

Medición del caudal: $Q = m^3/s$

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

$$Q = V \times A$$

7.3.3. Método Volumétrico.

Este método se utiliza para la medición del caudal en una tubería (emisor) y no tiene aplicabilidad para los cuerpos naturales de agua.





ANA	FOLIO N°
OAJ	191

Medición del tiempo: T

- Se requiere de un recipiente graduado para coleccionar el agua que permitirá determinar el flujo.
- un cronometro.
- Se estima el tiempo que demora el llenado de un determinado volumen de agua.

Medición del volumen: V

- Conocer el volumen del recipiente.

Medición del Caudal: $Q = m^3/s$

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: Caudal m^3/s
V: Volumen en m^3
T: Tiempo en segundos

$$Q = V/T$$

7.3.4. Método acústico

Es un método sofisticado que usa el efecto Doppler para medir la velocidad de flujo. El instrumento emite ondas sonoras desde la superficie del río y registra el tiempo del desplazamiento de las ondas sonoras reflejadas desde el fondo y su cambio de frecuencia. En base al tiempo de desplazamiento se calcula la profundidad y en base al cambio de la frecuencia calcula la velocidad de flujo medio en el eje vertical.

Se instala en un flotador de plástico o en un bote que será desplazado a lo largo de la sección transversal del río desde un puente o con una polea de orilla a orilla. Esto permite por un lado medir el perfil de las velocidades, así como la profundidad en las secciones determinadas. Un programa 'on-line' calcula el caudal combinando la velocidad e información de profundidad. El resultado es entregado en el momento en que se termina con la medición.

Este método provee una información detallada y precisa acerca del flujo de ríos pequeños hasta grandes. No es apto para quebradas de poco caudal, flujo turbulento o espejos de agua muy movidos.

Un sistema reconocido y disponible en Perú, es el "QLiner" de OTT MESSTECHNIK.

7.3.5. Método de Trazador.

Es un método aplicable en quebradas y ríos pequeños que consiste en verter en la corriente una cantidad de colorante biodegradable para medir el tiempo en que recorre aguas abajo una distancia conocida. Una posibilidad de producir un colorante biodegradable muy sencillo es el cocimiento de la remolacha.

El colorante debe añadirse rápidamente e instantáneamente, para que se desplace aguas abajo como una nube de colorante. Se mide el tiempo que tarda el primer colorante y el último en llegar





al punto de medición aguas abajo, y se utiliza la media de los dos tiempos para calcular la velocidad media.

El área de la sección transversal se determina según el siguiente método:

- Extender una cinta métrica entre ambas orillas para medir el ancho del río.
- Medir las profundidades a lo largo de la sección (cauce) en distancias regulares tomando como referencia la cuerda. La distancia de medición se define en función de la medida del cuerpo de agua y varía entre 0,1 m para quebradas de 1 m de ancho y 1 m para ríos con un ancho de 20 m o más.
- Se calcula el área A_x de cada segmento con:

$$A_x = b_x * h_x$$

Donde:

b_x = Es el ancho del segmento

h_x = Es la altura del segmento (distancia del espejo de agua al fondo del cauce en el eje central del segmento)

- Se estima el área de la sección transversal con:

$$A_{tot} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_x$$

Seguidamente se calcula el caudal con:

$$Q = V * A$$

En las corrientes turbulentas la nube colorante se dispersa rápidamente y no se puede observar y medir; es posible usar otros indicadores, ya sean productos químicos o radioisótopos; se conoce como el método de la dilución. Una solución del indicador de densidad conocida se añade a la corriente a un ritmo constante medido y se toman muestras en puntos situados aguas abajo. La concentración de la muestra tomada aguas abajo se puede comparar con la concentración del indicador añadido y la dilución es una función del caudal, la cual es posible calcular.



7.4. Tipo de Muestras de Agua

a) Muestra simple o puntual:

Son las que se toman en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual. Representa la composición del cuerpo de agua original para un lugar, tiempo y circunstancia en la que fue recolectada la muestra.

b) Muestras compuestas:

En la mayoría de los casos, el término "muestra compuesta" se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. Algunas veces el término "compuesta en tiempo (time-composite)" se usa para distinguir este tipo de muestras de otras. La mayor parte de las muestras compuestas en el tiempo se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales.





ANA	FOLIO N
OAJ	192

Para estos propósitos, se considera estándar para la mayoría de determinaciones una muestra compuesta que representa un período de 24 h. Sin embargo, bajo otras circunstancias puede ser preferible una muestra compuesta que represente un cambio, o un menor lapso de tiempo, o un ciclo completo de una operación periódica. Para evaluar los efectos de descargas y operaciones variables o irregulares, tomar muestras compuestas que representen el periodo durante el cual ocurren tales descargas.

Tomar porciones individuales del cuerpo de agua en estudio en botellas de boca ancha cada hora (en algunos casos cada media hora o incluso cada 5 min.) y mezclarlas al final del periodo de muestreo, o combinarlas en una sola botella al momento de tomarlas. Si las muestras van a ser preservadas, agregar previamente las respectivas sustancias a la botella, de tal manera que todas las porciones de la composición sean preservadas tan pronto como se recolectan. Algunas veces es necesario el análisis de muestras individuales.

8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Aguas Marinas: Son cuerpos de agua que se encuentran en mares y océanos.
- Aguas residuales: Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas.
- Bahía: Parte del océano o mar, de poca extensión, encerrado por puntas o cabos de tierra.
- Cadena de Custodia: Es un documento fundamental en el monitoreo de la calidad del agua que permite garantizar las condiciones de identidad, registro, seguimiento y control de los resultados del análisis del laboratorio.
- Caudal: Es la cantidad de agua que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.
- Ciclo hidrológico: Es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada de un cuerpo de agua vuelve después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y/o escorrentía subterránea.
- Conductividad: Es un parámetro mide la cantidad de iones disueltos en el agua, el cual se mide en Siemens (S/cm) y micro siemens (μ S/cm).
- Cuenca hidrográfica: Porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural.
- Cuerpo de agua: Extensión de agua, tal como un río, lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o dulce.
- Desembocadura: la parte más baja de un cuerpo de agua (quebrada, río), donde vierte sus aguas a un río, lago o mar.
- Dinámica: Es el proceso por el que la acción de los ríos modifica de alguna manera el relieve terrestre y el propio trazado. Es un concepto fundamental en el análisis de la hidrografía, en especial, en el estudio de las aguas continentales.
- Embalse: Extensión de agua formada en el lecho de un río o arroyo cuando, con algún medio físico, se cierra parcialmente o totalmente su cauce.





- **Estación Hidrométrica:** Estación en la cual se obtienen datos sobre el agua de ríos, lagos y embalses, referidos a uno o más de los elementos siguientes: nivel, transporte y depósito de los sedimentos, temperatura del agua y otras propiedades físicas y químicas del agua, características de la capa de hielo.
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Es la medida que establece el nivel de concentración del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua, suelo, en sus condiciones de cuerpo receptor; que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.
- **Estero:** Canal angosto y somero por donde ingresan y salen las mareas a un río.
- **Estuario:** Parte más ancha y profunda en la desembocadura de los ríos, en los mares abiertos o en los océanos, en aquellas áreas donde las mareas tienen mayor amplitud u oscilación.
- **Fiscalización:** Es un mecanismo de control de seguimiento que se entiende como sinónimo de inspección dentro del marco de una Autorización de Vertimiento y/o Reuso.
- **Frecuencia de monitoreo:** Es la periodicidad del monitoreo de calidad del agua, el cual está determinado por la estacionalidad hidrológica del cuerpo de agua continental y la hidrodinámica del cuerpo marino.
- **Hidrodinámica:** Movimiento de corriente marina, es la dinámica del agua, en la que se considera la velocidad, presión, flujo y gasto del fluido.

También se define como el volumen de líquido ΔV que fluye por unidad de tiempo Δt . Sus unidades en el Sistema Internacional son los m^3/s y su expresión matemática:

$$G = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$



- **Hidrografía:** Descripción y estudio sistemático de los diferentes cuerpos de agua planetarios, en especial, de las aguas continentales. En el estudio de las aguas continentales, las características hidrográficas más importantes de los ríos, son el caudal, cuenca, vertiente hidrográfica, cauce o lecho, régimen fluvial, régimen, dinámica fluvial, erosión, sedimentación fluvial, tipos de valles y pendientes.
- **Hidroceanográficas:** Son los procesos biológicos, físicos, geológicos y químicos que se dan en los mares y en los océanos.
- **Humedal:** una zona de tierras planas en la que la superficie se encuentra anegada permanente o intermitentemente, al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres.

Lago: una masa de agua dulce o salada, más o menos extensa, que se encuentra alejada del mar, y asociada generalmente a un origen glaciar.

Laguna: Extensión natural de agua estancada, sea esta dulce o salada.





ANA	FOLIO N°
OAJ	193

- Las aguas continentales: Son cuerpos de aguas permanentes que comprenden las aguas superficiales y subterráneas.
- Límite Máximo Permisible (LMP): Es la medida de la concentración o del grado de elementos sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.
- Mar: Masa de agua salada de tamaño inferior al océano.
- Monitoreo de la calidad del agua: Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua, 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 natural, agua para consumo humano, agua superficial, agua subterránea, agua residual) en la cual se analizarán los parámetros de interés.
- Muestreo de agua: Es una herramienta del monitoreo. Su función básica es la extracción de una parte del cuerpo de agua para determinar sus características y condiciones actuales.
- Multiparámetro: Instrumento puede medir simultáneamente varios parámetros como pH, temperatura, conductividad, TDS y Oxígeno disuelto.
- Oxígeno disuelto: es un parámetro muy importante, para determinar y controlar para la supervivencia y desarrollo de los peces, vegetación, bacterias y organismos acuáticos.
- Parámetros de Calidad: Compuestos, elementos, sustancias, indicadores, y propiedades físicas, químicas o biológicas de interés para la determinación de la calidad de agua.
- Preservante químicos: Es una solución química que inhibe y/o estabiliza la muestra para conservar la muestra de agua 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 Monitoreo: Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad en un cuerpo natural de agua en forma periódica, en el marco de las actividades de vigilancia.
- Punto de control: representa aquel lugar previamente establecido en un cuerpo de agua para llevar a cabo la evaluación de su calidad y cantidad, como parte de las actividades de fiscalización de vertimientos autorizados y/o Reusos.
- Quebrada, riachuelo y arroyo: Corriente natural de agua que normalmente fluye con continuidad, pero que, a diferencia de un río, tiene escaso caudal, que puede desaparecer durante el estiaje.
- Recurso hídrico: Recurso natural renovable que fluyen en los cuerpos naturales de agua continental y marino. También son los bienes naturales asociados al agua, por ejemplo: los cauces de los ríos, playas, lechos y riberas, barriales, bienes artificiales como presas, canales, entre otras.
- Red de Monitoreo: es un sistema de monitoreo ambiental continuo. Cuenta con puntos de medición con disponibilidad de datos sobre la calidad del agua. Su objetivo es obtener información de la calidad





del agua, de forma confiable y clara, para evaluar el cumplimiento de estándares de calidad y verificar la tendencia de la concentración de los contaminantes, como información base para la definición de políticas de control de contaminación.

- **Río:** Corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.
- **Transectos:** es una banda de muestreo sobre la que se toman los datos definidos previamente.
- **Vertimiento:** Descarga de cualquier cantidad de material o sustancias ofensivas a la salud pública.
- **Vigilancia:** La vigilancia, consiste en el monitoreo del comportamiento de la calidad del agua o de procesos que se encuentran insertos dentro de un determinado sistema, con el objetivo de detectar a aquellos que interfieran con la conformidad de las normas vigentes, deseadas o esperadas.

9. REFERENCIAS

- RESOLUCION DIRECTORAL N° 2254/2007/DIGESA/SA de fecha 11 de setiembre de 2007 "Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales y sus Anexos I, II, III y IV".
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW 21st Edition-2005), of American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation.
- NORMA TÉCNICA PERUANA. CALIDAD DEL AGUA. Muestreo. Parte 14: Guía sobre el aseguramiento de la calidad del muestreo y manejo del agua medioambiental.
- FAO: Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía. (Boletín de suelos de la FAO - 68), 1997.
- Para medición de caudales por el método de dilución se consultó la siguiente página: http://www.forestales.net/archivos/forestal/pdfs%2031/medicion_caudales.html.



10. ANEXOS

- Anexo N° I: "Requisitos para toma de muestras de agua y preservación".
- Anexo N° II: "Registro de datos de Campo".
- Anexo N° III: "Etiqueta de muestras de agua"
- Anexo N° IV: "Cadena de Custodia".
- Anexo N° V: "Ubicación del Punto de Monitoreo".

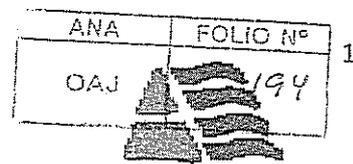




Ministerio de Agricultura



ANEXO Nº I



Autoridad Nacional del Agua

“REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y PRESERVACIÓN”

Determinación/parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra	Tipo de muestra	Preservación y conservación	Tiempo máximo de duración
Físico-químico:					
Oxígeno disuelto				Análisis inmediato en campo	
Temperatura				Análisis inmediato en campo	
pH				Análisis inmediato en campo	
Conductividad	P, V	500	AS, AR	Refrigerar	28 días
Acidez	P, V	100 mL	As	Refrigerar	14 días
Alcalinidad/CO ₃ /HCO ₃	P, V	200 mL	As	Refrigerar	14 días
Turbidez	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar el mismo día; para más de 24 h guardar en oscuridad, refrigerar	48 horas
Boro	P	100 mL	AS, AR	No requiere	6 meses
Bromuro	P, V	100 mL	AS, AR	No requiere	28 días
Carbono orgánico total (COT)	V	100 mL	AS, AR	Análisis inmediato; o refrigerar y agregar H ₃ PO ₄ o H ₂ SO ₄ hasta pH<2	28 días
Clorofila	P, V	500 mL	AS, AR	30 días en la oscuridad	30 días
Cloruro	P, V	50 mL	AS, AR	No requiere	28 días
Color	P, V	500 mL	AS, AR	Refrigerar	48 horas
Sustancias activas al azul de metileno	P, V	250	AS, AR	Refrigerar	48 horas
Fenoles	P, V	500 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2	40 días después de extraer
DBO	P, V	1000 mL	As	Refrigerar	48 horas
DQO	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar	28 días
Dureza	P, V	100 mL	AS, AR	Agregar HNO ₃ hasta pH<2	6 meses
Fluoruro	P	300 mL	AS, AR	No requiere	28 días
Fosfato	V(A)	100 mL	As	Para fosfato disuelto filtrar inmediatamente; refrigerar	48 horas
Cianuro WAD/cianuro Libre/cianuro total	P, V	500 mL	AS, AR	Agregar NaOH hasta pH>12, refrigerar en la oscuridad	14 días
Aceites y Grasas	V, ambar boca ancha calibrado	1000 mL	AS, AR	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar	28 días
Hidrocarburos	V ámbar boca ancha	1 000 mL	As	Agregar HCl hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días
Metales, general	P	100 mL	As	Agregar HNO ₃ hasta pH < 2	6 meses
Cromo VI	P (A) o V(A)	300 mL	As	Refrigerar	24 horas
Arsénico	P (A) o V(A)	500 mL	As	Agregar HNO ₃ hasta pH<2, 4° C, refrigerar	2 meses
Mercurio	P (A), V(A)	500 mL	AS, AR	Agregar HNO ₃ hasta pH<2, 4° C, refrigerar	28 días
N-Amoniacal	P, V	500 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar	28 días
Nitrato	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible o refrigerar	48 h (28 días para muestras cloradas)
Nitrato + nitrito	P, V	200 mL	AS, AR	Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigerar	28 días
Nitrito	P, V	100 mL	AS, AR	Analizar lo más pronto posible o refrigerar	48 horas
Orgánico, Kjeldahl (N-Orgánico)	P, V	500 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2	28 días





Ministerio de Agricultura



ANEXO Nº I



Autoridad Nacional del Agua

“REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y PRESERVACIÓN”

Determinación/parámetro	Recipiente ²	Volumen mínimo de muestra	Tipo de muestra ³	Preservación y conservación	Tiempo máximo de duración
Olor	V	500 mL	AS	Analizar lo más pronto posible; refrigerar	—
Oxígeno disuelto (Electrodo)	P, V	1000 mL	AS	Análisis inmediato	—
Oxígeno disuelto (Winkler)	botella winkler	300 mL	AS	Reactivo 1 y reactivo 2	8 horas
Sabor	V	500 mL	AS	Analizar lo más pronto posible; refrigerar	—
Salinidad	V (sello de cera)	240 mL	AS	Análisis inmediato o usar sello de cera	—
Sílice	P	200 mL	AS, AR	Refrigerar, no congelar	28 días
Sólidos totales suspendidos (TSS)	P,V	500 mL	AS	Refrigerar	2 a 7 días
Sólidos totales disueltos (STD)	P,V	500 mL	AS	Refrigerar	3 a 7 días
Sólidos totales	P, V	200 mL	AS, AR	Refrigerar	2-7 días, ver protocolo
Sulfato	P, V	100 mL	AS, AR	Refrigerar	28 días
Sulfuro	P, V	100 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar 4 gotas de acetato de zinc 2N/100 mL; agregar NaOH hasta pH>9	7 días
Plaguicidas	V(D) tapón de TFE	1000 mL	AS, AR	Refrigerar; agregar 1000 mg ácido ascórbico/L si hay cloro residual	7 días
Organoclorados	V(D)revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Bifenilopoliclorados	V(D)revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Organofosforados	V(D)revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Piretroides	V(D)revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Trihalometanos	V(D)revestimiento de TFE	1 000 mL	AS	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Microbiológico:					
Coliformes termotolerantes (NMP)	V	250 mL	AR, AS	refrigerar a 4 °C	6 - 24 horas
Coliformes totales (NMP)	V	250 mL	AR, AS	refrigerar a 4 °C	6 - 24 horas
Escherichia (NMP)	V	250 mL	AR, AS	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enterococos (NMP)	V	250 mL	AM	refrigerar a 4 °C	6 horas
Salmonella (A/P)	V	2 a 4 L	AS	refrigerar a 4 °C	6 horas
Vibrio cholerae (A/P)	V	2 a 4 L	AS	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enteroparásitos	P o V	1000 mL	AR cruda	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enteroparásitos	P	4000 mL	AR tratada 2da lag	refrigerar a 4 °C	24 horas
Enteroparásitos	P	2000 mL	AS	refrigerar a 4 °C	24 horas
Biológico:					
Fitoplancton cuantitativo	V o P	250 mL	AS	Lugol ácido formalina 5 %	15 días
Fitoplancton cualitativo	V o P	> 5 L	AS	formalina 5 %	15 días
Fitoplancton cuali o cuantitativo	V o P	250 - 5 L	AS	refrigerar a 4 °C	24 horas

¹Basado en los métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales, APHA, AWWA, WPCF, 17a edición 1987

²(V)=vidrio, (P)=plástico, (VA) o (PA): lavado 1+1HNO₃, V(D)=lavado con acetona luego hexano

³(AS) Agua superficial, (AR) Agua residual, (AM) Agua de mar



ANA	FOLIO N°
OAJ	198

ANA	FOLIO N°
OAJ	199



ANEXO V

FICHA

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Cuerpo de Agua :

Clasificación del Cuerpo de Agua

(Categorizado de Acuerdo al R. J. N° 202-2010-ANA)

Cuenca, sub cuenca o microcuenca

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Codigo del Punto de Monitoreo :

Ubicación

Accesibilidad

Representatividad

Estación Hidrométrica (*)

(*) si existe

Reconocimiento del Entorno :

UBICACIÓN

Distrito :

Provincia :

Departamento :

Localidad

Coordenadas U.T.M. (WGS84 ó PSAD56)

Norte :

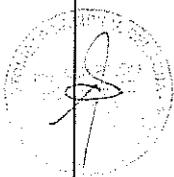
Este :

Zona :

(17, 18 o 19)

Allitud :

(metros sobre el nivel del mar)



Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)

Fotografía (tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)

Elaborado por : _____

Fecha : ___/___/___

ANA	FOLIO N°
OAJ	200