



Ministerio
de Ambiente

MONITOREO – CALIDAD DE AGUA

MANUAL DE MONITOREO	DIVISIÓN CALIDAD AMBIENTAL	CÓDIGO: DCA.MAN.MON.001
	DEPARTAMENTO SEGUIMIENTO DE COMPONENTES DEL AMBIENTE	FECHA DE ELABORACIÓN: 01.06.2021
	DOCUMENTO EXTERNO	Páginas 13

OBJETIVO

El objetivo del presente manual es establecer criterios mínimos para el desarrollo de monitoreos de agua superficial. Para ello se consideran aspectos necesarios para identificar las estaciones de muestreo, parámetros a medir in situ, y se establecen procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación y envío de las mismas hacia el laboratorio para su análisis correspondiente.

ALCANCE

Elaborado para guiar a los técnicos de diferentes entidades en la realización de monitoreos de agua superficial.

Realizó

Mario Acosta

Revisó

Fernanda Eugui
Javier Martinez

Aprobó

Magdalena Hill

FECHA DE ENTRADA EN VIGENCIA: 01/07/2021

Índice

1. Diseño y planificación del monitoreo.....	1
1.1. Ubicación y puntos de muestreo	1
1.2. Frecuencia de monitoreo.....	1
1.3. Planificación con laboratorio	1
2. Parámetros in situ y de laboratorio	1
2.1. Parámetros de medición en campo (in situ)	1
2.2. Parámetros Determinados en el Laboratorio	2
2.3. Registro de datos de campo y laboratorio	2
3. Muestreo en agua superficial	2
3.1. Aspectos generales	2
3.2. Procedimiento de Muestreo.....	3
3.4. Medición de parámetros in situ	4
3.5. Conservación, preservación y envío de muestras	4
4. Ejemplos de tipo de muestreo.....	5
5. Equipos y Materiales.....	6
6. Anexos	6
7. Bibliografía	10

1. Diseño y planificación del muestreo

1.1. Ubicación y puntos de muestreo

El personal técnico encargado del monitoreo deberá recabar toda información previa posible, de modo tal que se pueda conocer las características del curso o lago. Dicha información será importante a la hora de planificar el muestreo. Es de particular relevancia identificar y reconocer claramente el punto de muestreo, para lo que se recomienda ir previamente a los posibles lugares para ver su facilidad de acceso y características, así como georreferenciar las estaciones.

1.2. Frecuencia de muestreo

Dependerá del objetivo del monitoreo, a modo de ejemplo los mismos pueden ser puntuales, diarios, mensuales, bimestrales, etc.

Para seguimiento ambiental de un curso o una cuenca, mínimamente se deben hacer estacionales.

1.3. Planificación con laboratorio

Esta planificación debe ser paralela a la planificación del muestreo en campo y previo al mismo, ya que una vez que finalice, las muestras deben ser dirigidas para cumplir con los plazos establecidos para los análisis.

(<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/manual-procedimientos-analiticos-para-muestras-ambientales-tercera-edicion-2017>)

2. Parámetros in situ y de laboratorio

Antes de realizar el monitoreo es necesario establecer los parámetros a ser analizados, los cuales pueden ser: 1) parámetros de medición in situ y 2) parámetros analizados en laboratorio.

2.1. Parámetros de medición en campo (in situ)

Son parámetros que deben ser medidos in situ, los cuales nos dan una idea previa de la calidad del agua analizada. Dichos parámetros son: pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto (porcentaje de saturación y concentración mg/L), Turbidez (si se cuenta con turbidímetro en campo). Estos pueden medirse utilizando una sonda multiparamétrica o equipos de medición que realicen lecturas por separado (Oxímetro, Conductímetro, phmetro). En el anexo 1 se realiza una breve descripción de los mismos.

2.2. Parámetros Determinados en el Laboratorio

Los parámetros analizados en el laboratorio dependerán del objetivo del monitoreo. A modo de ejemplo, en el anexo 2 se describen algunos de los más importantes.

2.3. Registro de datos de campo y laboratorio

Los datos tomados en campo deberán ser anotados en planillas de campo y laboratorio. En anexo 3 se muestra una planilla ejemplo.

3. Muestreo en agua superficial

3.1. Aspectos generales

- *Cursos fluviales*

La toma de muestras, en caso de ríos/arroyos debe realizarse a contracorriente.

En el caso de tomarla desde la orilla, muestrear a una profundidad entre 30 y 50 cms sin tocar el fondo para no remover sedimento que pueda contaminar la muestra.

Esto puede realizarse (si fuera posible) directamente con los frascos/botellas o llenando un balde previamente enjuagado con la misma agua del curso pero alejado del punto de muestreo-aguas abajo-)

En el caso de muestreo sobre puentes, realizarlo en el medio del curso y utilizar balde con cabo para el mismo.

- *Lagos, represas (muestreos no embarcados)*

En los lagos, puede suceder que se encuentren ensenadas, donde el agua presenta características de estancamiento, por lo que si esto sucede, evitar muestrear en esta zona (salvo que el objetivo del muestreo sea específico de ese sitio).

Al igual que en cursos fluviales, se debe muestrear a una profundidad entre 30 y 50 cms. Esto puede realizarse (si fuera posible) directamente con los frascos correspondientes o llenando un balde previamente enjuagado con la misma agua del lago pero alejado del punto de muestreo.

3.2. Procedimiento de Muestreo

- Colocarse guantes de látex.
- Rotular previamente los frascos (estación, parámetro, fecha, etc) para la toma de la muestra y en concordancia con lo solicitado por el laboratorio correspondiente (si amerita).
- Para un análisis general se toma la muestra hasta el ras (sin cámara de aire).
- Para los análisis microbiológicos se toma $\frac{3}{4}$ del frasco de la muestra, se tapa dejando una "cámara de aire".
- Para realizar el muestreo, se debe seguir un orden de llenado de frascos para evitar potenciales contaminaciones cruzadas, siendo el mismo:
 - 1) Muestras para análisis microbiológicos (Ej: determinación de Coliformes Termotolerantes)

- 2) Muestras para análisis fisicoquímicas (Ej: determinación de Nutrientes)
- 3) Muestras para análisis biológicos (Ej: determinación de clorofila)
- 4) Otros

En el anexo 4, se detallan los tipos de frascos, volúmenes mínimos y preservación de las muestras, para algunos de los parámetros que pueden ser analizados en laboratorio.

3.4. Medición de parámetros in situ

Para la medición de parámetros in situ se debe contar con un volumen de agua suficiente para cubrir totalmente la sonda que se utilizará para la/s mediciones. Esto puede lograrse extrayendo más agua de las necesarias para llenar los frascos o botellas, o, volviendo a llenar el balde. Es imprescindible que los equipos sean previamente calibrados.

3.5. Conservación, preservación y envío de muestras

Las muestras deben ser preservadas en heladeras/conservadoras con hielo de modo tal que logre una temperatura no mayor a 4 °C. Una vez finalizado el muestreo, se deben dirigir a los laboratorios correspondientes previamente establecidos para sus análisis pertinentes.

Coordinación con Dinacea

En el caso de que las muestras se analicen en el laboratorio de Dinacea, se debe hacer una coordinación con la División correspondiente para establecer todo lo referente al muestreo.

En general, las muestras deben ser enviadas por encomienda el mismo día, para que puedan llegar a destino en un plazo no mayor a 24 hrs. para cumplir con los

tiempos de preservación de las muestras. Las conservadoras deben estar bien cerradas (herméticamente) y se deben rotular, con los siguientes datos:

Remitente (Institución- Localidad-Teléfono de referencia)

Destinatario (Laboratorio Dinacea-Localidad-Lugar a retirar)

4. Ejemplos de tipo de muestreo

Existen diversos tipos de muestreo, los cuales son dependientes del objetivo establecido. Casos como mortandad de peces o derrame de hidrocarburos son ejemplos típicos de denuncias ambientales (tabla 1).

En los muestreos de agua superficial, se establece como rutina, los parámetros necesarios para calcular el Índice de Calidad de Agua (IQA), que a partir de su valor numérico, estandariza la calidad del cuerpo de agua, permitiendo realizar una evaluación y valorización del mismo. Las variables necesarias para el cálculo del IQA son: pH, % saturación de oxígeno, DBO₅, turbidez, fósforo total, nitrógeno total, sólidos totales y coliformes termotolerantes

Tabla 1. Variables a analizar según el tipo de denuncia. Las variables básicas para calcular el IQA se analizarán en todos los casos y deberán cargarse en la solicitud en el SILAD para que el laboratorio proceda.

Denuncia	Parámetros básicos	Otros parámetros
Floración de cianobacterias	pH, %OD, DBO ₅ , Turbidez, PT, NT, Sólidos Totales y ColiformesTermotolerantes	Temperatura Observación directa al microscopio para determinar presencia de cianobacterias
Mortandad de peces	pH, %OD, DBO ₅ , Turbidez, PT, NT, Sólidos Totales y ColiformesTermotolerantes	Temperatura
Derrame de agroquímicos **	pH, %OD, DBO ₅ , Turbidez, PT, NT, Sólidos Totales y ColiformesTermotolerantes	Ensayos relacionados al derrame en cuestión (puede incluir el agroquímico propiamente dicho, o AOX/EOX, entre otros)
Derrame de hidrocarburos **	pH, %OD, DBO ₅ , Turbidez, PT, NT, Sólidos Totales y ColiformesTermotolerantes	Hidrocarburo que corresponda o relación de variables adecuadas a la situación en particular (ejemplo, hidrocarburos alifáticos, aromáticos, DRO, GRO, hidrocarburos totales)

Derrame de sustancias químicas específicas **	pH, %OD, DBO ₅ , Turbidez, PT, NT, Sólidos Totales y Coliformes Termotolerantes	Sustancia química que corresponda, o variables que permitan evidencia su presencia/ausencia
---	--	---

**en casos donde el derrame haya ocurrido con suficiente anterioridad como para degradar los compuestos, es necesario evaluar los otros parámetros a analizar

5. Equipos y Materiales

- Sonda Multiparamétrica (si hay disponible, de lo contrario: Oxímetro, conductímetro, phmetro).
- Turbidímetro
- Soluciones de calibración para medición de parámetros de campo
- GPS
- Frascos de vidrio transparente y/o ámbar
- Frascos de plástico
- Agua destilada
- Guantes de nitrilo
- Balde (de 10 o 20 Lts-plástico)
- Cabos (náutico y resistente, el largo puede ser variable según necesidad)
- Conservadoras
- Hielo
- Papel toalla o servilletas
- Etiquetas, marcadores indelebles

6. Anexos

Anexo 1

Tabla 1. Descripción de los parámetros medidos in situ.

Parámetro	Descripción
Oxígeno Disuelto (OD)	Medida que indica la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Generalmente, la concentración de oxígeno disuelto en agua superficial es menor de 10 mg/l.
Conductividad	Medida que indica la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica; cuanto mayor es el contenido de iones en el agua, mayor corriente puede transportar el agua. Generalmente, las aguas naturales oscilan entre 50 y 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
pH	Medida que indica la concentración de iones de hidrógeno en el agua. En el agua dulce natural el pH oscila entre 4 y 10, aunque la mayoría de los lagos tienen un pH de 7.0 o más.
Temperatura	Medida de la intensidad (no la cantidad) del calor almacenado en un volumen de agua. Las temperaturas del agua superficial oscilan entre 0° C, bajo cubierta de hielo, a generalmente 40° C. La temperatura es el principal factor que influye en la densidad del agua.
Turbidez	Medida que indica el material particulado suspendido en el agua que interfiere con el pasaje de los rayos de luz a través del agua. Los materiales que contribuyen a que exista turbiedad son limo, arcilla, material orgánico o microorganismos.

Anexo 2

Tabla 2. Algunos de los principales parámetros que pueden analizarse en laboratorio.

EJEMPLO	PARÁMETROS
FISICOS	Turbidez Color Solidos Totales

	Sólidos totales disueltos Sólidos totales en suspensión
Iones Principales	Nitratos Nitritos Sulfato Fosfatos Cianuros Cloruros Alcalinidad Total
Metales	Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As
Parámetros Biológicos	Coliformes Totales Coliformes Fecales o Termotolerantes
Parámetros Orgánicos	Aceites y grasas Hidrocarburos totales de petróleo DBO5 DQO+

Anexo 3

Tabla 3. Ejemplo de planilla de campo para el monitoreo de aguas superficiales.

Parámetro	Tipo de frasco	Volumen	Preservación
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Frasco de vidrio o plástico (polietileno o equivalente)	500 mL. Llenar el frasco evitando aireación de la muestra, no dejar cámara de aire	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Turbidez	Frasco de vidrio o plástico (polietileno o equivalente)	Mínimo de 100 mL	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Fósforo total	Frasco de vidrio, lavado sin detergente y enjuagado en caliente con HCl 1+1.	300 mL	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Nitrogeno Total Kjeldahl	Frasco de vidrio o plástico (polietileno o equivalente)	250 mL	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Sólidos Totales	Frasco plástico (polietileno o equivalente) o vidrio	500 mL	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Coliformes Termotolerantes	Frasco de vidrio, o de polipropileno autoclavable, de boca ancha, y estéril	500 mL, dejar una cámara de aire para poder homogeneizar la muestra antes de procesarla	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Hidrocarburos	Frasco de vidrio de boca ancha, lavar con jabón, enjuagar con agua de grifo y un último enjuague con hexano	1000 mL	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Orgánicos	Frascos plásticos	1000 mL	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Clorofila	frasco de vidrio o plástico (polietileno o equivalente), color ámbar	1000 mL	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$

7. Bibliografía

- JICA. Manual de Monitoreo de Calidad de Agua

- Guía operativa GEMS/AGUA. Tercera edición, 1994
- Manual de procedimientos analíticos. Disponible en:
<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/manual-procedimientos-analiticos-para-muestras-ambientales-tercera-edicion-2017>