



INDICADOR 6.3.2 DE LOS ODS. DOCUMENTO DE ORIENTACIÓN TÉCNICA N.º 1: DISEÑO DE PROGRAMAS DE MONITOREO



Este documento ofrece orientación sobre el diseño de programas de monitoreo de ríos y lagos para los cinco grupos de parámetros principales del Nivel 1 dentro del marco del indicador 6.3.2 de los ODS. Existe un documento técnico independiente que aborda los desafíos que se presentan al [informar sobre la calidad de las aguas subterráneas](#)¹.

Este documento es un complemento de la Introducción al indicador 6.3.2 de los ODS y forma parte de una serie de documentos que ofrecen orientación técnica detallada sobre aspectos específicos de la metodología del indicador. Estos documentos técnicos se crearon en respuesta a los comentarios recibidos de quienes informan sobre el indicador para su país. Estos y otros recursos están disponibles en la Plataforma de apoyo al indicador 6.3.2 de los ODS², accesible a través del [SDG Water Quality Hub](#)³.

Este documento: amplía la orientación sobre el diseño de programas de monitoreo proporcionada en la [Introducción al Indicador 6.3.2 de los ODS](#); y describe las fases clave del ciclo de diseño de programas de monitoreo. Este documento ofrece orientación a aquellos países que tienen dificultades para llevar a cabo el monitoreo a esta escala, centrándose en cómo diseñar un programa de monitoreo que aproveche al máximo los recursos disponibles.

INTRODUCCIÓN

La implementación de este indicador de los ODS desde 2017 ha puesto de manifiesto que muchos países no pueden llevar a cabo programas de monitoreo a escala nacional y que los registros de datos a largo plazo suelen ser incompletos. Según Meybeck *et al.* (1996), los programas de monitoreo (a diferencia de las encuestas) suelen ser a largo plazo y utilizan mediciones y observaciones estandarizadas para determinar tendencias. Es este tipo de programa el que se necesita para la presentación de informes sobre el indicador 6.3.2 de los ODS.

Un buen diseño de un programa de monitoreo implica más que simplemente definir de dónde se deben recoger las muestras. También debe definir:

- **la ubicación** general del monitoreo;
- **la estación** de monitoreo específica;
- **la frecuencia** de recolección de muestras;
- los **parámetros** que se medirán *in situ*, y las muestras que se recogerán y transportarán a un laboratorio para su análisis específico;
- los procedimientos de garantía de calidad (**GC**) y control de calidad (**CC**) que se aplicarán;
- orientación sobre las operaciones **de campo** y los procedimientos de gestión de la salud y la seguridad (**H&S**);
- procedimientos **de gestión de datos** y cómo se almacenarán y comunicarán los datos.

DISEÑO DEL PROGRAMA DE MONITOREO EN EL CONTEXTO DE LA METODOLOGÍA

La metodología de los indicadores consta de cinco pasos principales:

¹ https://wwqa.info/knowledge-center/sdg632/SDG632_Technical_Guidance_Document_No3_Groundwaters_es

² <https://wwqa.info/knowledge-center/sdg632/>

³ <https://www.sdg632hub.org>

⁴ Este documento fue elaborado por Stuart Warner, del PNUMA GEMS/Water, en marzo de 2026. Este documento ha sido traducido del inglés con la ayuda de una IA lingüística.



1. definir los distritos de cuenca de referencia (RBD);
2. definir las masas de agua;
3. definir los puntos de monitoreo;
4. recoger datos sobre la calidad del agua; y
5. evaluar la calidad del agua.

La definición de los RBD y las masas de agua es un requisito previo y debe realizarse independientemente del diseño del programa de monitoreo. Los países que ya cuentan con un programa de monitoreo en funcionamiento deberían, preferiblemente, seleccionar los puntos de monitoreo entre los que están actualmente activos y que mejor representen a las masas de agua definidas. El enfoque alternativo consiste en definir las masas de agua basándose en la ubicación de los puntos de monitoreo existentes. Esto es más relevante para las masas de agua fluviales y, de adoptarse, podría dar lugar a masas de agua de tamaños desiguales que podrían ser de naturaleza heterogénea.

Los **Distritos de Cuencas de Informes** (RBD) se basan en las cuencas fluviales. Son las unidades de información subnacionales que se aplican a ríos, lagos y aguas subterráneas. El RBD es el área de tierra, compuesta por una o más cuencas fluviales vecinas, o la porción nacional de cuencas fluviales transfronterizas, junto con sus masas de agua subterráneas asociadas. En términos de gestión de los recursos hídricos, especialmente para las aguas transfronterizas, el concepto de RBD proporciona una unidad más práctica para evaluar la calidad del agua y ofrece la base para aplicar estrategias de gestión. Muchos países ya tienen definidas unidades hidrológicas basadas en cuencas fluviales. Estas se utilizan a menudo para la presentación de informes nacionales sobre muchos aspectos de la gestión del agua y el saneamiento. Se alienta a los países a aplicar estas mismas unidades como RBD para la presentación de informes sobre el indicador 6.3.2 de los ODS, a fin de garantizar que se establezcan vínculos entre las actividades que afectan a la buena calidad del agua y aquellas que dependen de ella. Algunos ejemplos son la generación de aguas residuales, las tasas de tratamiento de aguas residuales y el suministro de agua potable.

En ausencia de RBD definidas, los países pueden optar por solicitar a GEMS/Water que proporcione los límites de las RBD. Estas unidades hidrológicas, proporcionadas en formato de sistemas de información geográfica (SIG), se derivarán del conjunto de datos global HydroBASINS (Lehner y Grill, 2013).

Cada RBD se subdivide en **masas de agua** agrupadas por tipo: río, lago o aguas subterráneas. Son estas unidades discretas más pequeñas las que se clasifican como de «buena» o «mala» calidad. Una masa de agua puede ser un tramo o un afluente de un río, un lago o un acuífero. Idealmente, las masas de agua deberían definirse de manera que se garantice su homogeneidad en términos de calidad del agua: cuanto más pequeña sea una masa de agua, más probable será que sea homogénea. Una masa de agua homogénea puede clasificarse de manera confiable utilizando menos estaciones de monitoreo que una que sea más heterogénea. La desventaja de definir muchas masas de agua más pequeñas, en comparación con unas pocas más grandes, es que el esfuerzo de monitoreo será mayor, ya que se necesita un mínimo de al menos una estación de monitoreo por masa de agua.

La capacidad para monitorear la calidad del agua a escala nacional puede estar más allá de las posibilidades de muchos países, por lo que podría ser necesario un enfoque pragmático en el diseño. Una opción es clasificar las estaciones de monitoreo en aquellas que pueden monitorearse utilizando los recursos existentes (humanos, de equipo y de gestión de datos), y definir aquellas que podrían incluirse en el futuro si se dispusiera de recursos. Por ejemplo, algunos países pueden centrarse en recopilar datos de cuencas hidrográficas clave que sean de importancia nacional, pero pueden ir más allá y diseñar el programa de monitoreo a nivel nacional.

PROCESO DE DISEÑO DEL PROGRAMA DE MONITOREO

El proceso de diseño de un programa de monitoreo puede resumirse en los pasos que se muestran en Figura1. Este diagrama de flujo muestra las tres fases principales: fase 1 —**diseño**—; fase 2 —**implementación**—; y fase 3 —**evaluación, presentación de informes y gestión**—. Este enfoque es útil para diseñar cualquier tipo de programa de monitoreo de la calidad del agua y puede utilizarse tanto al iniciar un nuevo programa de monitoreo como al revisar uno ya existente (Meybeck *et al.*, 1996a; Chapman *et al.*, 2005).

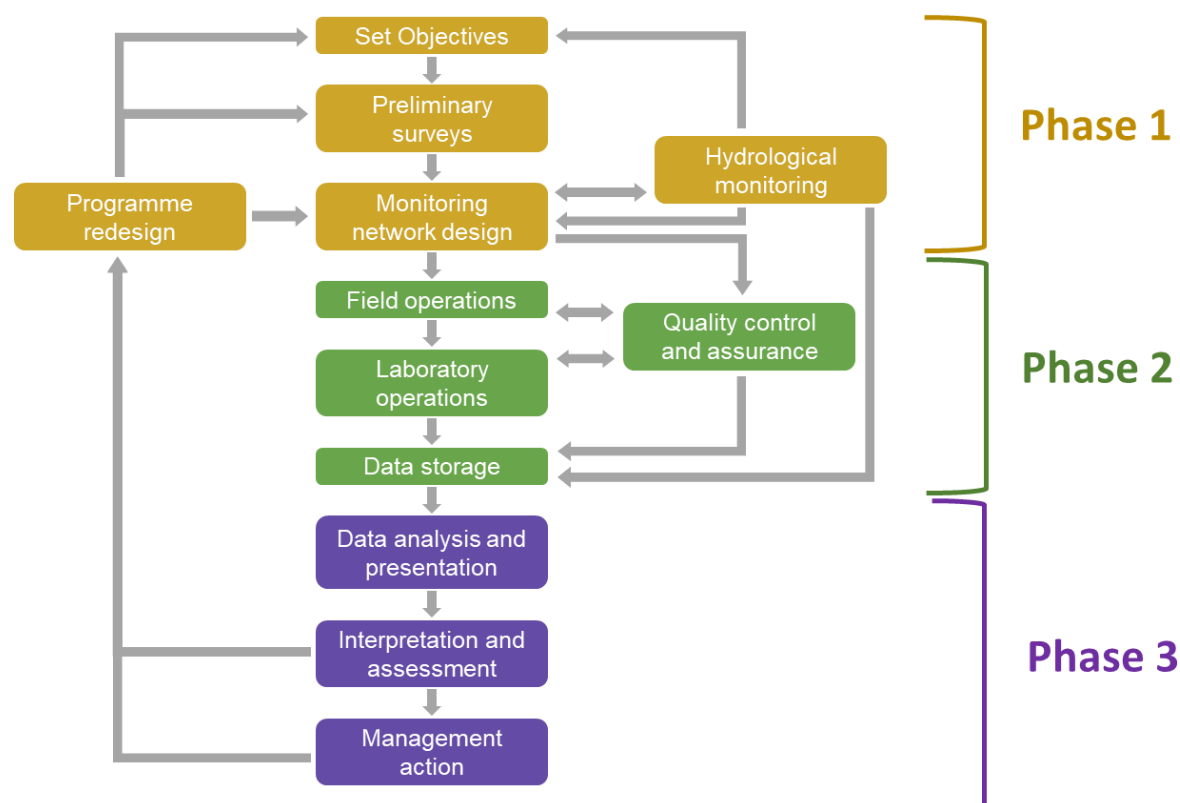


Figura 1 : Diagrama de flujo para el diseño de programas de monitoreo de la calidad del agua. Modificado a partir de Chapman et al. (2005)

Para la presentación de informes sobre el indicador 6.3.2 de los ODS, los objetivos del programa de monitoreo son claros, es decir, proporcionar los datos más amplios y confiables posibles para la clasificación de la calidad del agua ambiental. Los objetivos son proporcionar datos de monitoreo de tendencias a largo plazo, para los cinco grupos de parámetros principales, en la mayor cantidad posible de cuerpos de agua.

Los estudios preliminares proporcionan información de referencia que puede ser de gran ayuda para diseñar el programa de monitoreo. Toda la información disponible procedente de otros estudios y programas de monitoreo en las mismas áreas geográficas o en áreas similares, o que utilicen técnicas de monitoreo similares, puede resultar útil. Esto podría incluir mediciones históricas de la calidad del agua, registros hidrológicos, datos biológicos e información sobre geología y uso del suelo. Un estudio preliminar también puede incluir investigaciones in situ, como el muestreo para evaluar la homogeneidad de los posibles lugares de monitoreo o para confirmar el acceso fácil y seguro a las masas de agua y a las estaciones de monitoreo sugeridas. Una vez recopilada, esta información ayudará a desarrollar una red de monitoreo que utilice los recursos de manera eficiente para generar datos fiables y de alta calidad (Meybeck *et al.*, 1996a).

Un buen diseño de la red de monitoreo hace un uso eficiente de los recursos y, al mismo tiempo, produce datos de alta calidad que permiten cumplir los objetivos del programa de monitoreo. Hay tres actividades principales involucradas en el diseño de la red de monitoreo:

- Seleccionar los medios de monitoreo adecuados (agua, biota, partículas) y los métodos de muestreo y análisis que se utilizarán.
- Seleccionar los lugares de monitoreo.
- Elegir la frecuencia de muestreo.

El seguimiento de nivel 1 del indicador 6.3.2 de los ODS se centra únicamente en las propiedades físicas y químicas del agua. Los informes de nivel 2 pueden incluir los otros dos medios, es decir, la biota y las partículas en suspensión. Los grupos de parámetros para cumplir con el informe de nivel 1 están prescritos por la metodología: oxígeno, salinidad, nitrógeno, fósforo y acidificación. Dentro de cada uno de estos grupos de parámetros, el país puede decidir qué



parámetro específico utilizar para la presentación de informes. Los parámetros para los diferentes tipos de masas de agua se pueden encontrar en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1 : Grupos de parámetros de nivel 1, parámetros sugeridos para los diferentes tipos de masas de agua y la justificación de su inclusión en el indicador (adaptado de ONU Medio Ambiente (2018)).

Grupo de parámetros	Parámetro	Río	Lago	Aguas subterráneas	Motivo de inclusión / Presión
Oxígeno	Oxígeno disuelto	•	•		Medida del agotamiento de oxígeno
	<i>Demanda biológica de oxígeno, Demanda química de oxígeno</i>	•			Medida de la contaminación orgánica
Salinidad	Conductividad eléctrica <i>Salinidad, Total de sólidos disueltos</i>	•	•	•	Mide la salinización y ayuda a caracterizar la masa de agua
Nitrógeno*	Nitrógeno oxidado total <i>Nitrógeno total, nitrito, nitrógeno amoniacal</i>	•	•		Medida de la contaminación por nutrientes
	Nitrato**			•	Riesgo para la salud en el consumo humano
Fósforo*	Ortofosfato <i>Fósforo total</i>	•	•		Medida de la contaminación por nutrientes
Acidificación	pH	•	•	•	Medida de la acidificación que ayuda a caracterizar la masa de agua
* Los países deben incluir las fracciones de N y P que sean más relevantes en el contexto nacional					
** Se sugiere el nitrato para las aguas subterráneas debido a los riesgos asociados para la salud humana					

La fase 2 del diseño del programa de monitoreo, la fase de implementación, abarca todas las actividades de campo, las operaciones de laboratorio, el registro y almacenamiento de datos, y un programa eficaz de control y garantía de calidad. Las actividades de campo se refieren al registro de las condiciones en el momento del muestreo, las mediciones *in situ*, la recolección de muestras y la preparación de las mismas para su transporte al laboratorio. El aspecto de registro y almacenamiento de datos del diagrama de flujo del diseño del programa de monitoreo describe cómo se mantiene la integridad de los datos a lo largo del programa. Esto debería proporcionar al personal de laboratorio y de gestión información sobre cómo verificar y almacenar los datos procedentes de las operaciones de campo y de laboratorio.

La fase 3 incluye la evaluación, la presentación de informes y las medidas de gestión. Esta fase utiliza los datos generados en la fase de implementación. Las evaluaciones de la calidad del agua implican la síntesis de los datos de calidad del agua con otra información relevante para cumplir los objetivos del programa de monitoreo. El indicador 6.3.2 cuenta con un proceso de presentación de informes estandarizado para ayudar a calcular y presentar la puntuación del indicador para cada masa de agua y, a continuación, agregarlas para obtener una puntuación general del país. Posteriormente, el país puede utilizar esta información para desarrollar actividades de gestión destinadas a mejorar la calidad del agua ambiental.

Por último, el programa de monitoreo debe revisarse periódicamente para asegurarse de que se están cumpliendo los objetivos o para adaptarse a nuevos avances o requisitos de monitoreo.

UBICACIÓN DE LA VIGILANCIA Y FRECUENCIA DE LOS ANÁLISIS

En esta sección se ofrece información para ayudar a los países a elegir los puntos de muestreo y a determinar la frecuencia de la toma de muestras.



Los lugares de monitoreo son menos específicos que las estaciones de monitoreo. Un **lugar de monitoreo** se refiere a la ubicación general donde se toma una muestra, como un tramo de un río, mientras que una **estación de monitoreo** incluye detalles específicos (por ejemplo, la posición geográfica y la profundidad) sobre el lugar exacto donde se deben recoger las muestras o realizar los análisis. Por ejemplo, un lugar de monitoreo para un lago puede definirse mediante coordenadas geográficas, pero en ese mismo lugar puede haber varias estaciones de monitoreo a diferentes profundidades.

Ríos

Como regla general, cuanto más grande o más heterogénea sea una masa de agua, más estaciones de monitoreo se necesitarán para una clasificación confiable. Si se necesita más de una estación, estas deben ubicarse tanto en lugares afectados como en lugares no afectados. Si los datos no se recogen en lugares representativos, la masa de agua puede aparecer como más o menos contaminada de lo que realmente está. Cuando los recursos limitan el monitoreo a un solo punto por cada masa de agua, la ubicación óptima es el punto más aguas abajo donde el río desemboca en la siguiente masa de agua designada, que puede ser, por ejemplo, otro tramo del río o un lago. Esta ubicación integrará todas las influencias sobre la calidad del agua que surjan de la cuenca aguas arriba de ese punto. La figura 2 muestra una red de monitoreo fluvial propuesta para la cuenca del río Rokel, en Sierra Leona. En este ejemplo, la agencia responsable del monitoreo decidió centrar sus esfuerzos en esta cuenca fluvial debido a su importancia nacional. Dentro de esta cuenca, los criterios para identificar los puntos de monitoreo incluyeron:

- al menos un punto de monitoreo por masa de agua;
- que estén situados en una intersección entre un río y una carretera;
- acceso seguro;
- la misma ubicación que las estaciones hidrológicas existentes, si las hay;
- que no estén cerca de fuentes puntuales de contaminación conocidas;
- representativas de cuencas hidrográficas afectadas y no afectadas.

En este ejemplo, las masas de agua se determinaron utilizando el conjunto de datos HydroBASINS de nivel 9 (Lehner y Grill, 2013). El tamaño y el número de unidades resultantes de la selección de este nivel (tamaño) dieron lugar a masas de agua adecuadamente homogéneas en términos de uso del suelo, geología, clima e impacto humano. En consecuencia, fue necesario definir un menor número de puntos de monitoreo por masa de agua. Además, se consideró que los recursos disponibles para el monitoreo eran suficientes para recopilar, analizar y gestionar los datos generados para este número de puntos de monitoreo en el futuro previsible.

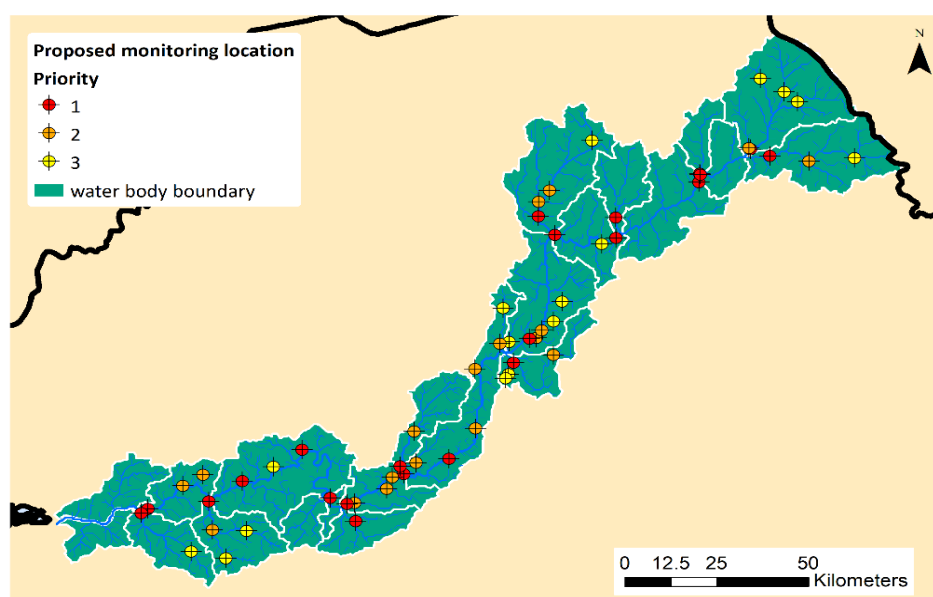


Figura 2 : Mapa que muestra la cuenca del río Rokel, Sierra Leona, y una red de monitoreo propuesta



Los puntos de monitoreo deben seleccionarse lejos de fuentes de efluentes conocidas y aguas abajo de las zonas de mezcla. A menudo se utilizan puentes porque son relativamente fáciles de acceder, son fácilmente identificables y permiten tomar una muestra en el medio del cauce.

Lo ideal es que las estaciones de monitoreo se establezcan donde el agua esté lo suficientemente mezclada como para permitir la toma de una sola muestra que sea representativa de esa sección del río. La calidad del agua puede variar a lo largo de una sección transversal del río en un punto de monitoreo. Por ejemplo, cuando hay una fuente puntual de un contaminante que ingresa al río, o cuando un afluente con diferente calidad de agua se une al cauce principal del río, un flujo lateral suave puede inhibir la mezcla del agua por cierta distancia río abajo (Meybeck *et al.*, 1996b). Por lo tanto, las estaciones de muestreo deben estar a una distancia mínima aguas abajo (por ejemplo, un kilómetro) de las confluencias de los ríos y de las fuentes puntuales conocidas de contaminantes. Un recodo en un río puede inducir la mezcla y, por lo tanto, una estación de muestreo después de un recodo puede ser relativamente homogénea en cuanto a calidad. La homogeneidad debe comprobarse en un lugar de monitoreo antes de establecer la estación de monitoreo. Esto puede llevarse a cabo tomando varias muestras a lo largo del ancho y la profundidad de un río. Si no hay una variación significativa entre las muestras, entonces se puede establecer una estación de monitoreo en medio de la corriente o en el punto más conveniente de la sección transversal del río (Meybeck *et al.*, 1996b).

El monitoreo de tendencias requiere un registro a largo plazo de datos relativamente consistentes para los mismos lugares, y con la misma frecuencia, durante varios años. Idealmente, las muestras no deben recolectarse durante eventos extremos, como durante crecidas cuando el caudal es muy alto, a menos que se trate de un fenómeno estacional habitual. Las muestras deben tomarse en condiciones comparables, a las mismas horas y en los mismos lugares, durante años consecutivos. Las mediciones simultáneas del caudal del río pueden ayudar a interpretar los datos de calidad del agua cuando las razones de las fluctuaciones en las concentraciones no estén claras.

La frecuencia de la recopilación de datos puede variar ampliamente, desde mediciones continuas mediante un instrumento automatizado situado en el punto de muestreo hasta muestreos puntuales anuales. La frecuencia de muestreo debe ser mayor en los lugares donde la calidad del agua varía considerablemente que en las estaciones donde la calidad del agua es relativamente constante. Esto puede determinarse durante los estudios preliminares o a partir de un análisis de los datos históricos. La decisión sobre la frecuencia de muestreo también debe tener en cuenta las variaciones estacionales en la calidad del agua y la influencia de la hidrología del río en las variables que se monitorean. La frecuencia recomendada es de al menos una muestra por temporada. Si los recursos lo permiten, se recomienda tomar muestras una vez al mes, pero, preferiblemente, no menos de cuatro veces al año. El muestreo a estos intervalos cada año proporcionará información para el monitoreo de tendencias a largo plazo aplicable al indicador 6.3.2 de los ODS.

LAGOS

El número y la ubicación de las estaciones de monitoreo en los lagos dependen del tamaño y la morfología del lago. Si un lago es pequeño y está bien mezclado, puede ser suficiente un punto de muestreo cerca del centro o en la parte más profunda del lago. Sin embargo, si un lago tiene múltiples cuencas, como se muestra en Figura3, puede ser necesario un punto de monitoreo dentro de cada cuenca. La Figura3 muestra lagos de diferentes tamaños y morfologías, y la posible ubicación de los puntos de monitoreo dentro de estos tipos de lagos. Para el lago grande de una sola cuenca, cuatro puntos de monitoreo, uno en cada sector homogéneo, pueden ser suficientes. El lago grande de múltiples cuencas tiene un punto de monitoreo en cada una de las cuencas distintas y los lagos pequeños a lo largo del curso de un río tienen un punto de monitoreo en cada lago (Thomas *et al.*, 1996).

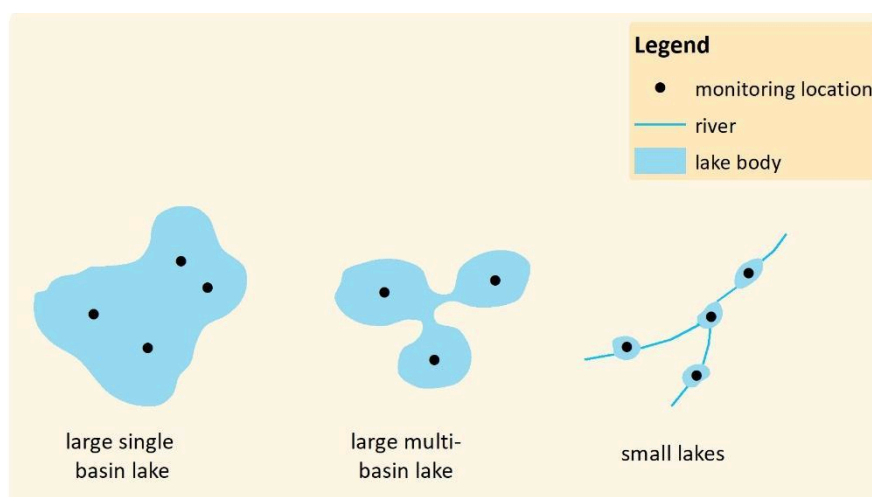


Figura 3 : Lagos de diferentes tamaños y morfologías y los requisitos mínimos asociados para los puntos de monitoreo (Modificado de Thomas *et al.*, 1996).

A los efectos del indicador 6.3.2 de los ODS, los puntos de monitoreo de los lagos deben estar alejados de las entradas directas de contaminación. La profundidad a la que se recogen las muestras debe determinarse en función de si el lago sufre estratificación térmica. Esta información debe recopilarse durante el estudio preliminar. La estratificación térmica se produce debido a los cambios en la densidad del agua causados por la radiación solar. La termoclina es la zona donde la temperatura del agua cambia más drásticamente. El tipo y el alcance de la estratificación térmica varían en función de la morfología del lago, el clima, la latitud y la altitud. Por ejemplo, los lagos poco profundos que están expuestos a vientos constantes, o los lagos de regiones tropicales donde las temperaturas son constantes, pueden no estratificarse, o pueden mostrar una estratificación débil durante períodos cortos de tiempo (Thomas *et al.*, 1996).

A efectos de la recopilación de datos para el indicador 6.3.2 de los ODS, las muestras de los lagos que presentan estratificación estacional siempre deben tomarse a una profundidad fija por debajo de la superficie. Esta profundidad debe estar por encima de la termoclina. Como alternativa, se puede recoger una muestra de profundidad integrada. Este tipo de muestra se puede obtener tomando muestras de profundidad discretas y mezclándolas, o utilizando un muestreador de manguera (tubo o conducto de plástico flexible) que toma una muestra a través de diferentes profundidades de la columna de agua (Thomas *et al.*, 1996).

La información sobre la variabilidad de la calidad del lago debe utilizarse para determinar la frecuencia de muestreo. Los lugares donde la calidad del agua varía deben muestrearse con mayor frecuencia que aquellos donde la calidad del agua es relativamente constante. La frecuencia de muestreo también debe tener en cuenta las variaciones estacionales, si el lago se estratifica y el tiempo de residencia del agua en el lago. Es necesario realizar al menos un muestreo anual, pero es preferible una muestra por temporada si los recursos lo permiten.

MEDICIONES DE CAMPO E HIDROLÓGICAS

Las operaciones de campo constituyen un componente significativo del presupuesto general del programa de monitoreo de la calidad del agua y, por lo tanto, cada campaña de muestreo de campo debe ir precedida de una planificación cuidadosa. El trabajo de campo y la recopilación de datos deben seguir un Procedimiento Operativo Estándar (POE) para garantizar la coherencia y la fiabilidad. Los técnicos de campo deben seguir los protocolos de garantía de calidad de campo y evitar la perturbación de la estación de monitoreo durante el muestreo y la contaminación de las muestras, por ejemplo, con polvo, tierra o residuos de un lugar de muestreo anterior.

Las observaciones de campo realizadas durante cada campaña de muestreo pueden resultar útiles para ayudar a interpretar los datos resultantes y, por lo tanto, aumentar el valor de los datos. Las notas de campo deben incluir la fecha y la hora de la recolección de la muestra, las condiciones meteorológicas, la identidad o el código de la muestra, notas sobre cualquier medición de campo realizada, los métodos utilizados y los resultados obtenidos. Las observaciones adicionales podrían incluir notas sobre la flora acuática, colores u olores inesperados del agua, o la presencia de posibles fuentes de contaminación, como una tubería rota o indicios de que el ganado ha entrado en el cuerpo de agua.



La salud y la seguridad deben ser de suma importancia en cualquier trabajo de campo. Los lugares de muestreo deben ser de acceso seguro y estar libres de peligros. Se debe llevar y usar el equipo de protección personal (EPP) adecuado durante el muestreo, por ejemplo, guantes, gafas protectoras, un chaleco salvavidas y ropa de alta visibilidad. También se debe llevar un botiquín de primeros auxilios en cualquier campaña de campo. Se deben tomar medidas para evitar trabajar solo, pero cuando sea inevitable, se deben establecer horarios estrictos de contacto y planes de respuesta.

Las mediciones hidrológicas deben acompañar a las actividades de recolección de datos sobre la calidad del agua. Estas pueden incluir mediciones del nivel, el caudal y la velocidad del agua. Las concentraciones medidas para algunos parámetros de calidad del agua pueden verse influidas por las condiciones hidrológicas de una masa de agua. Estas condiciones cambian con el tiempo en función de los fenómenos meteorológicos, las estaciones del año y las alteraciones naturales o antropogénicas de la masa de agua. Por lo tanto, las mediciones hidrológicas realizadas al mismo tiempo y en el mismo lugar en el que se toman las muestras de calidad del agua pueden ayudar a interpretar los datos de calidad del agua.

GARANTÍA DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

El aseguramiento de la calidad (QA) es el sistema de gestión utilizado para mantener un nivel deseado de calidad en un servicio, especialmente mediante la atención a cada etapa del proceso de prestación. La figura 1 anterior muestra que el aseguramiento de la calidad se integra en el proceso de diseño en múltiples ocasiones, incluyendo las operaciones de campo, las operaciones de laboratorio, así como las etapas de almacenamiento de datos.

Un programa de monitoreo de la calidad del agua con un control de calidad adecuado produce datos creíbles y defendibles en los que se puede confiar para evaluar la calidad del agua y planificar medidas de gestión. Se pueden obtener datos creíbles utilizando métodos reconocidos o estándar, como los de la Organización Internacional de Normalización (ISO) (www.iso.org), y siguiendo las buenas prácticas de laboratorio prescritas en la norma ISO 17025 (ISO 2017). Dentro de un plan de control de calidad para un programa de monitoreo, debe haber procedimientos operativos estándar (SOP) para todos los procesos de muestreo, calibración, análisis y auditorías.

El control de calidad (CC) consiste en una serie de actividades técnicas que tienen como objetivo evaluar y mejorar la calidad de los datos producidos. Ayuda a reducir la posibilidad de introducir errores en los resultados. Esto es relevante para todos los aspectos de la fase de implementación de un programa de monitoreo, incluyendo la recolección, la conservación, el transporte, el almacenamiento, el análisis, el manejo de datos y la presentación de informes.

GESTIÓN DE DATOS

Dedicar tiempo y esfuerzo a gestionar los datos de forma adecuada aporta valor para el futuro y garantiza que los datos sigan siendo válidos más allá de la duración prevista de un programa de monitoreo. Los datos sobre la calidad del agua suelen pasar por numerosos procesos y son manipulados por muchas personas, lo que da lugar a múltiples oportunidades para que se introduzcan errores. Las unidades de medida o conversiones incorrectas, los límites de detección, las cifras significativas u otras anomalías deben detectarse antes de que los datos se almacenen o se comuniquen. Todos los registros, antes de su introducción en la base de datos y durante la misma, deben utilizar convenciones de nomenclatura coherentes para agrupar los datos (por ejemplo, nombres de parámetros, ubicaciones y tipos de masas de agua). Tras la introducción de datos, deben realizarse comprobaciones para detectar valores imposibles y verificar la validez de los valores atípicos.

Se debe realizar una copia de seguridad periódica del sistema de almacenamiento centralizado. El repositorio central de datos debe conservar todos los metadatos relevantes asociados a las mediciones de la calidad del agua, incluidas las coordenadas geográficas de cada ubicación de monitoreo, el tipo de masa de agua y otras notas registradas. El sistema de almacenamiento utilizado debe permitir extraer fácilmente los datos pertinentes para el análisis y la clasificación de las masas de agua a efectos de la presentación de informes sobre el indicador 6.3.2. Por ejemplo, si se almacena correctamente, debería ser sencillo extraer datos correspondientes a un período de tiempo concreto o a una cuenca hidrográfica regional (RBD).



RESUMEN

Este documento técnico proporciona información para el diseño de programas de monitoreo de la calidad del agua ambiental, particularmente en el contexto de la implementación del indicador 6.3.2 de los ODS. Los distritos de cuenca y las masas de agua sobre los que se informará deben delimitarse y definirse antes de que se pueda diseñar un programa de monitoreo. El diagrama de flujo del diseño del programa de monitoreo resume los pasos esenciales en tres fases: **diseño; implementación; y evaluación, presentación de informes y gestión**. Estas tres fases ayudan a producir y mantener un programa de monitoreo de la calidad del agua exitoso. El aseguramiento de la calidad constante y la reevaluación periódica del programa de monitoreo ayudan a garantizar que el programa sea capaz de proporcionar datos suficientes y confiables para la presentación de informes sobre los indicadores.

RECURSOS ADICIONALES

Hay más información sobre el indicador 6.3.2 disponible en nuestra [Plataforma de apoyo al indicador 6.3.2 de los ODS](#).

Puede encontrar información detallada sobre el monitoreo y la evaluación de la calidad del agua más allá del alcance de este documento aquí: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wqa/en/

HydroBASINS e HydroATLAS están disponibles aquí: <https://www.hydrosheds.org/>

REFERENCIAS

Chapman, D. [Ed.] 1996 *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Environment Programme and the World Health Organization.

Chapman, D.V., Meybeck, M. and Peters, N.E. 2005 Water Quality Monitoring. In: Anderson, M.G. [Ed.] *Encyclopaedia of Hydrological Sciences*. John Wiley & Sons

International Organization for Standardization (ISO) 2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Third edition. ISO/IEC 17025:2017(E), ISO, Switzerland. Available at: <https://www.iso.org/ISO-IEC-17025-testing-and-calibration-laboratories.html>

Lehner, B., Grill G. 2013. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*, 27(15): 2171–2186. Data is available at www.hydrosheds.org

Linke, S., Lehner, B., Ouellet Dallaire, C., Ariwi, J., Grill, G., Anand, M., Beames, P., Burchard-Levine, V., Maxwell, S., Moidu, H., Tan, F., Thieme, M. 2019. Global hydro-environmental sub-basin and river reach characteristics at high spatial resolution. *Scientific Data* 6: 283. doi: 10.1038/s41597-019-0300-6 (open access)

Meybeck, M., Kimstach, V. and Helmer, R. 1996a. Strategies for water quality assessment. In Chapman, D. [Ed.] *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter2.pdf?ua=1

Meybeck, M., Friedrich, G., Thomas, R. and Chapman, D. 1996b. Rivers. In Chapman, D. [Ed.] *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations Environment Programme. Available at: https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter6.pdf?ua=1

Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., Yevjevich, V., 1983. *Design of Networks for monitoring Water Quality*. Water Resources Publications LLC, Highlands Ranch, Colorado.

Thomas, R., Meybeck, M. and Beim, A. 1996. Lakes. . In Chapman, D. [Ed.] *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Second Edition Published by E&FN Spon on behalf of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, World Health Organization and United Nations



Environment Programme. Available at:

https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter7.pdf?ua=

UN Environment, 2018. *Progress on Ambient Water Quality, Piloting the monitoring methodology and initial findings for SDG indicator 6.3.2*. [online] Available at:

<<http://www.unwater.org/publications/progress-on-ambient-water-quality-632>>.

Venter, O., Sanderson, E.W., Magrach, A., Allan, J.R., Beher, J., Jones, K.R., Possingham, H.P., Laurance, W.F., Wood, P., Fekete, B.M., Levy, M.A., Watson, J.E. 2016. Global terrestrial human footprint maps for 1993 and 2009. Scientific Data, 3,160067. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.67>.