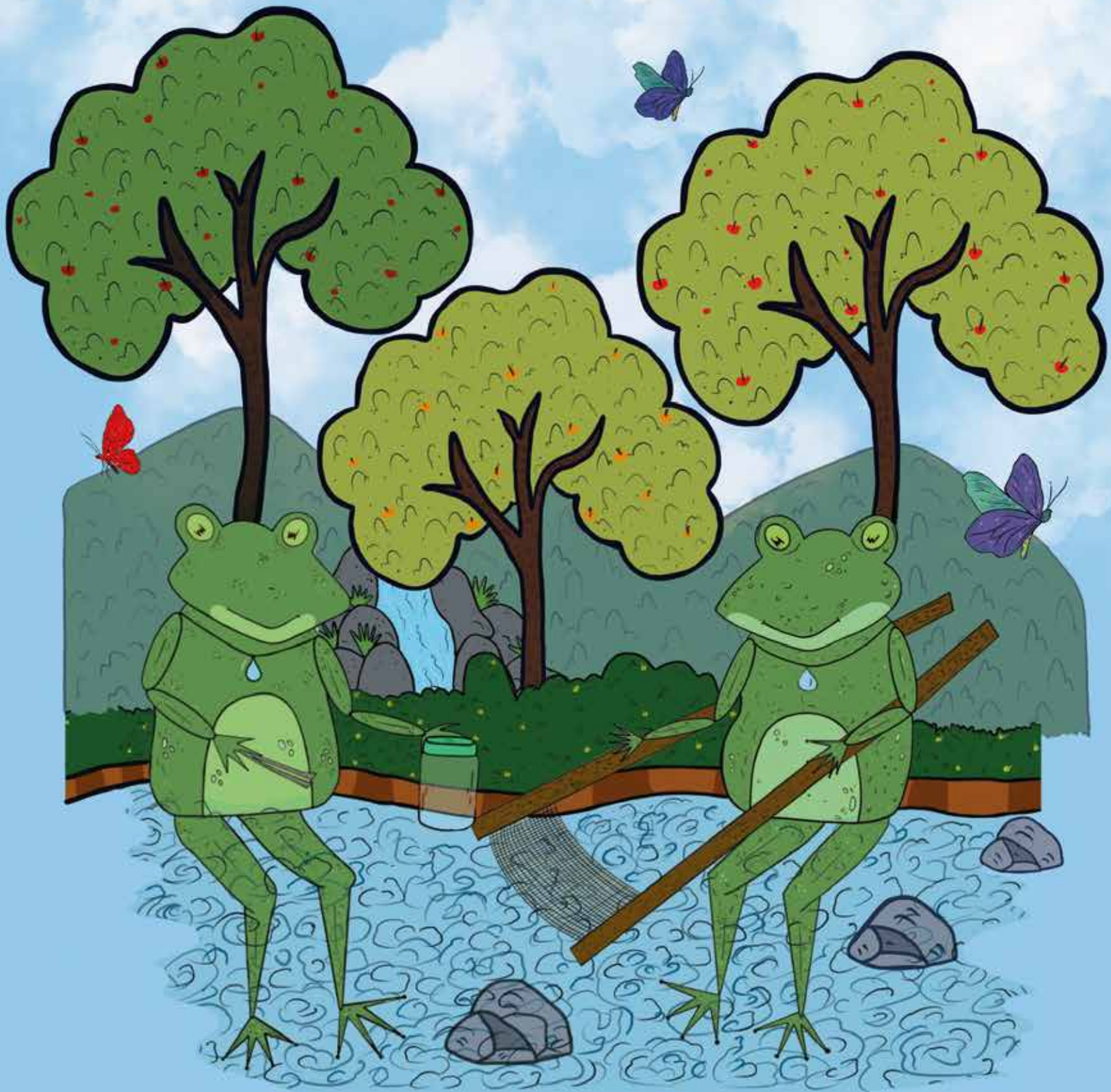


GUÍA PARA MONITOREO COMUNITARIO DEL AGUA

Una propuesta metodológica para
la construcción de autonomías territoriales



Maya Pinzón, Hoibyn Cardona y Diego Andrés Martínez Z.



GUÍA PARA MONITOREO COMUNITARIO DEL AGUA

Una propuesta metodológica para la construcción de autonomías territoriales

Maya Pinzón, Hoibyn Cardona y Diego Andrés Martínez Z.
(Autores)

Censat Agua Viva – Amigos de la Tierra Colombia

Tel – fax: (57+1) 337 77 09 – 3440010

escuelas@censat.org

comunicaciones@censat.org

Equipo de Trabajo

Andrea Echeverri

Abraham Rivera

Andrés Gómez

Andrés Jimenez

Anyi Castelblanco

Camilo Mantilla

Catalina Caro Galvis

Daniela Rojas B.

Danilo Urrea – Facilitador Regional ATALC

Diego Cardona – Coordinador general

Diego Andrés Martínez Zambrano

Erika Marcela Vargas

Fabian Singelstein

Juan Pablo Soler

Julieta Rivera Plaza

María Pulido

Marcela Gómez

Patricia Saavedra

Sonia Fernanda Medina

Tatiana Roa Avendaño

Yamid González

Junta Directiva

Danilo Urrea

Germán Castañeda

Javier Marín

María del Rosario Rojas

Tatiana Rodríguez

Revisor Fiscal

Jaime Moreno

Revisión de textos

Daniela Rojas y Diego Andrés Martínez Z.

Diseño

Valentina Calle Vargas

Agradecimiento especial por el apoyo brindado a:
Alejandro Giraldo

Impresión

ISBN

Bogotá, Colombia, junio 2020

GUÍA PARA MONITOREO COMUNITARIO DEL AGUA

Una propuesta metodológica para la construcción de autonomías territoriales

INDICE

Introducción

| | |
|---|----|
| 1. Cuenca hidrográfica | 4 |
| 2. El Monitoreo Comunitario del Agua | 6 |
| ¿Para qué sirve el monitoreo comunitario del agua? | |
| ¿Cómo se realiza el monitoreo comunitario? | |
| 3. Indicadores para la calidad de agua | 11 |
| ¿Qué son los indicadores? | |
| ¿Para qué sirve un indicador? | |
| ¿Qué clase de indicadores o parámetros existen para monitorear el agua? | |
| 3.1. Monitoreo físico – químico | 14 |
| ¿Qué es el monitoreo físico-químico? | |
| ¿Para qué sirve el monitoreo físico-químico? | |
| 3.1.1. ¿Cómo se mide el caudal? | 15 |
| Procedimiento para medir caudal en la fuente | |
| 3.1.2. Parámetro del pH | 21 |
| ¿Cómo se utiliza el ph-metro? | |
| ¿Qué puede indicar el p-hmetro? | |
| 3.1.3. Parámetro de conductividad eléctrica del agua | 25 |
| ¿Cómo se utiliza el conductímetro? | |
| ¿Qué puede indicar el conductímetro? | |
| 3.1.4. Parámetro de TDS o Solidos Disueltos Totales | 27 |
| 3.2. Monitoreo biológico | 28 |
| ¿Qué son los Macroinvertebrados? | |
| ¿Para qué sirve y cómo se mide el monitoreo biológico? | |
| ¿Cómo se realiza? | |
| 4. Anexos | 36 |
| 5. Bibliografía | 40 |

INTRODUCCIÓN

Nuestro ejercicio pedagógico popular, en los últimos años, ha construido conocimiento e incentivado prácticas entorno a los derechos de los pueblos y las comunidades a participar y decidir sobre el uso de los bienes comunes, construyendo colectivamente controles democráticos para su manejo. Bajo este horizonte, el presente documento entrega renovadas reflexiones e instrumentos para el fortalecimiento de la gestión comunitaria del agua en los territorios. La siguiente propuesta no habría tenido espacio para su maduración sin el diálogo abierto y honesto con compañeras y compañeros que durante años han participado en las escuelas del agua en diferentes departamentos de Colombia como el Meta, Cundinamarca, Santander, Nariño, Caquetá, Putumayo, Cauca y Norte de Santander. A todos y todas ellas nuestro mayor agradecimiento.

Esta guía entrega una propuesta metodológica para el monitoreo comunitaria del agua. Aunque, en principio, la guía estará acompañada de una maleta con materiales para su uso, también puede ser usado de forma independiente para la construcción de estrategias de monitoreo para cuencas hidrográficas en diferentes territorios. En este sentido, compartimos las siguientes propuestas de prácticas con la certeza que su contenido sea utilizado creativamente por cada una de las comunidades y regiones donde sea leída.

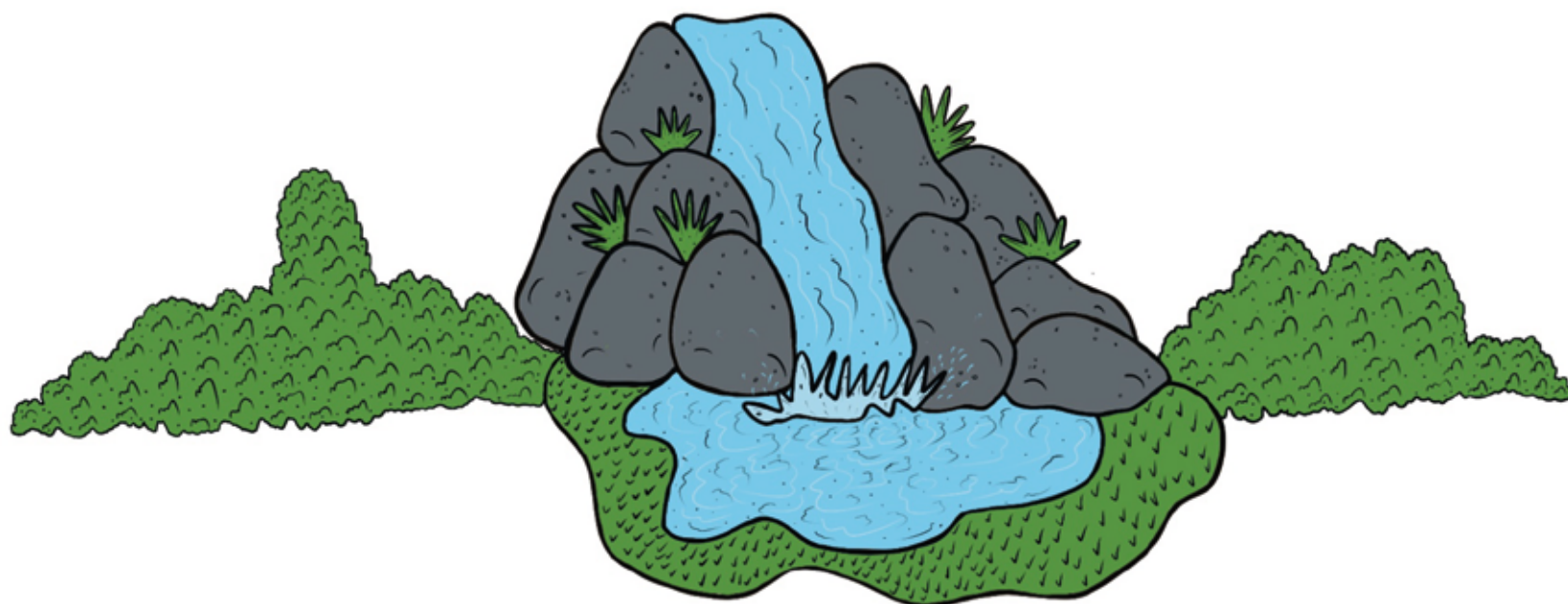


Esperamos que esta guía para el monitoreo comunitario del agua incentive autonomías populares para la defensa de los bienes comunes y que aporte a las propuestas de un ordenamiento territorial alrededor del agua.

1. CUENCA HIDROGRÁFICA

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2013), una cuenca hidrográfica es definida como “una unidad de territorios donde las aguas fluyen mediante un sistema natural interconectado; en la cual pueden interactuar uno o varios elementos biofísico-socioeconómicos y culturales” (p. 12). Al respecto, la divisoria de aguas es considerado como el límite entre dos cuencas hidrográficas, y se determina donde las aguas de lluvia caen a cada lado de la división y son recogidas por los ríos principales de las cuencas.

No obstante, se debe reconocer que más allá de su importancia como unidad geográfica para el estudio de la hidrología o, según otras perspectivas, de sus fines para el desarrollo de los recursos hídricos, la cuenca hidrográfica es también una construcción histórica, cultural, social, política e ideológica. Adicionalmente, durante los últimos años, el concepto de cuenca hidrográfica ha atraído nuevas reflexiones institucionales por la creciente demanda de diferentes actores sobre las aguas y, al mismo tiempo, el aumento de los conflictos generados alrededor de su uso, manejo y distribución en los territorios. Por esta razón, no entendemos la cuenca como un elemento meramente biofísico, sino construido y delimitado desde perspectivas físicas, políticas, sociales y culturales.



Por lo tanto, consideramos importante tener una mirada holística sobre el entendimiento de la cuenca hidrográfica y sugerimos que además de su dimensión física también se tenga en cuenta que: 1. Rebasan las jurisdicciones administrativas; 2. Son construidas por relaciones sociales expresadas por acuerdos entre diferentes actores de la zona y ubicados tanto aguas arriba como aguas abajo de la cuenca; 3. Está marcada por una historia que configuran su uso, manejo y distribución. 4. Pueden estar sujeta a conflictos y resolución de los mismos con posibilidad de extenderse o contraerse en el tiempo. De esta manera, una cuenca hidrográfica está limitada por límites físicos (fuentes de agua, infraestructura, etc), límites sociales (acuerdos y desacuerdos) y límites políticos, ya que articula espacios administrativos y jurisdiccionales concretos (Delgadillo y Durán, 2012:114).

2. EL MONITOREO COMUNITARIO DEL AGUA

El monitoreo comunitario de agua son las acciones organizadas de las comunidades para conocer la calidad y cantidad del agua en sus territorios y, de esta manera, tomar acciones para su cuidado, protección y manejo. Le llamamos comunitario no solo porque de forma organizada la realizan principalmente aquellas personas que dependen de los cuerpos de agua, sino que integra una lucha por la sustentabilidad y justicia ambiental para la pervivencia de la vida comunitaria en los territorios. De aquí que sean las comunidades las que lideran y toman las decisiones respecto al proceso de monitoreo, iniciando procesos de investigación autónomos utilizando los indicadores más eficaces.

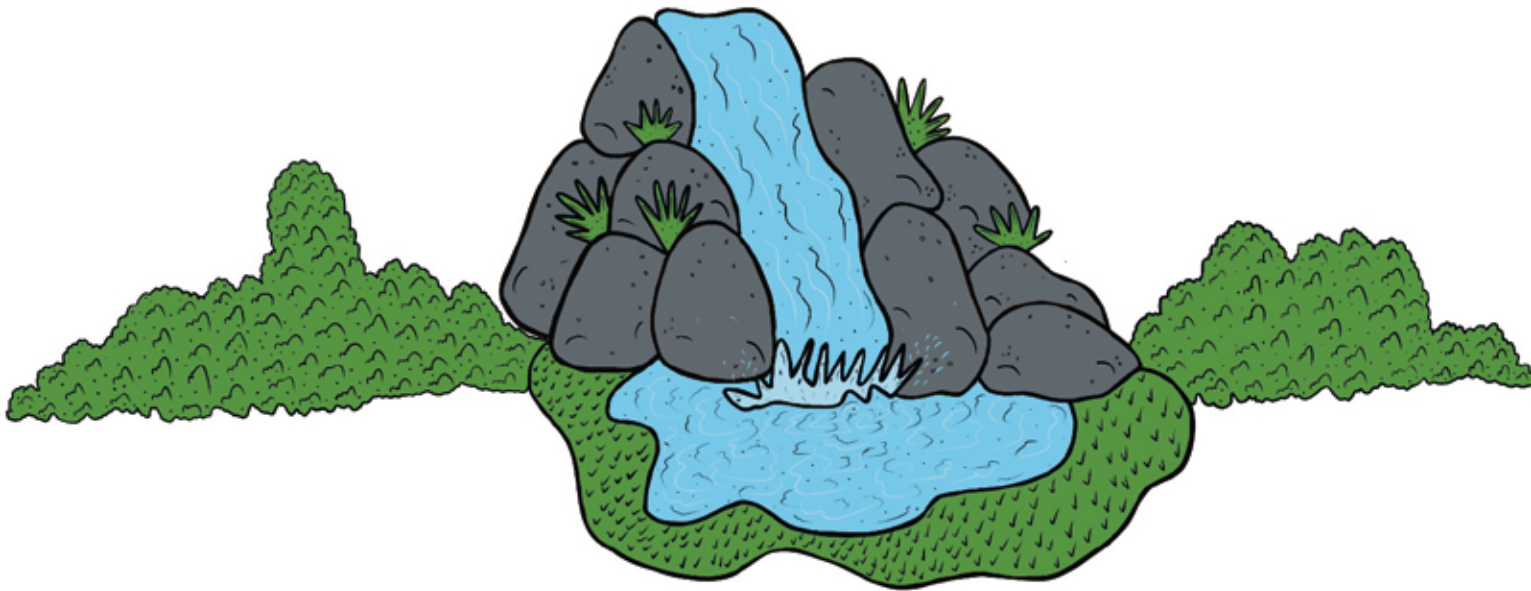
El monitoreo comunitario del agua es un instrumento que promueve la organización de las comunidades al construir un espacio de capacitación y coordinación. Esta actividad permite que la comunidad se movilice por la defensa de los bienes comunes (agua, tierra, aire, etc) y por la reivindicación de los derechos de los pueblos, de los seres humanos y la naturaleza. Además, consolida ejercicios de gestión comunitaria del agua que promueve la autonomía en las decisiones sobre las actividades productivas y protección los ecosistemas esenciales para el ciclo hidrológico en cada región.





En esta perspectiva, el monitoreo comunitario del agua que proponemos con este kit realiza la recolección de información durante un periodo de tiempo acordado y permite conocer cuál es la situación de los cuerpos de agua en el territorio. De esta manera, se intenta determinar los cambios generados por actividades humanas y el grado de toxicidad del agua, es decir, se observan contaminantes o elementos dañinos para las aguas. Las comunidades, dependiendo de las condiciones físicas, históricas y sociales de los lugares de la recolección, pueden definir los indicadores más pertinentes de la investigación: bioindicadores, indicadores fisicoquímicos, o indicadores en salud.

De la misma manera, este kit para el monitoreo comunitario del agua está enfocado para el apoyo a acueductos comunitarios en diferentes zonas del país, ya que estas organizaciones, a través de los años, han conservado los nacimientos y reforestado con especies nativas los territorios esenciales para el ciclo hídrico, reconociendo las fuentes del agua y la naturaleza como condición necesaria para la reconstrucción de los tejidos sociales destruidos por la violencia.



¿PARA QUÉ SIRVE EL MONITOREO COMUNITARIO DEL AGUA?

El monitoreo comunitario también puede ser concebido como una herramienta para la participación, ya que a través de la recolección y análisis de datos también se participa y, en alguna medida, se corrobora los procesos de monitoreo ambiental que deberían realizar las instituciones del Estado en el ejercicio de sus funciones.

Algunos elementos para los que sirve el monitoreo comunitario son:

- Fomenta la organización y concientización de las poblaciones afectadas, fortaleciendo las acciones comunitarias de movilización.
- Fortalece argumentos para las decisiones comunitarias a la hora de destinar las aguas para ciertas actividades
- Es una forma autónoma de controlar qué pasa en nuestro entorno.
- Apoya la caracterización ambiental de los cuerpos de agua en los territorios.
- Se percata de los cambios generados en las cuencas hidrográficas por actividades humanas.

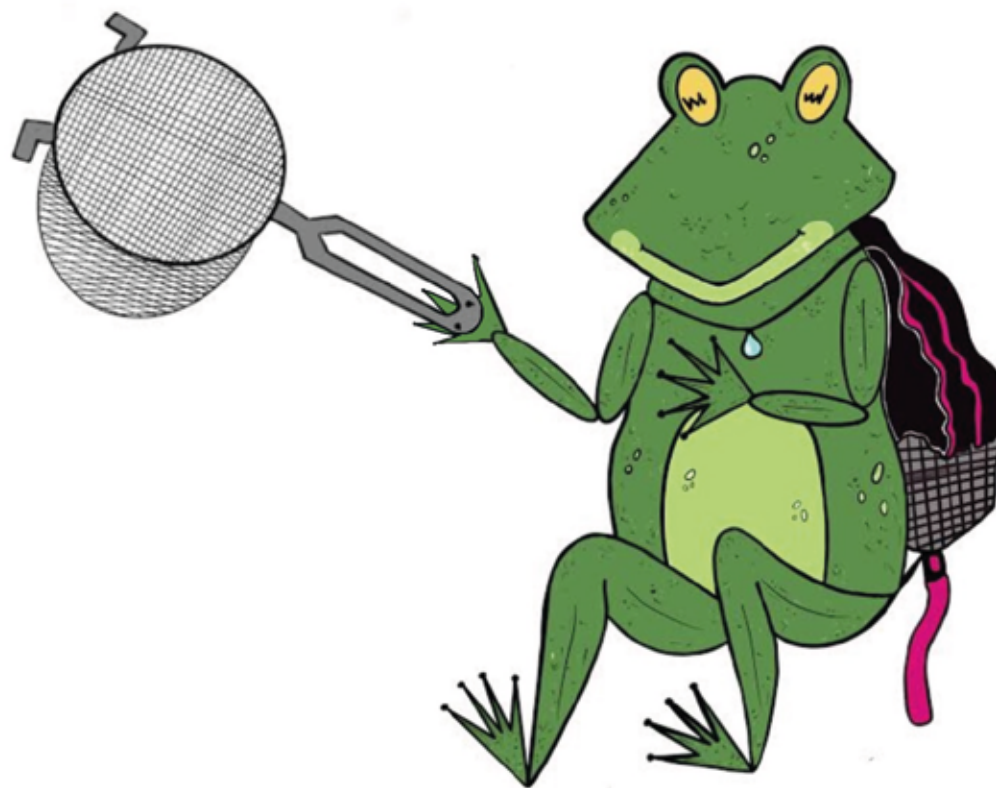
- Permite conocer el grado de toxicidad de las aguas, ya que observa la presencia de contaminantes o elementos dañinos.
- Ayuda a exigir medidas de prevención o mitigación y conocer el posterior efecto de éstas en el ambiente y la salud de la naturaleza humana y no humana.
- Evidencia los daños y permite exigir al Estado y a los sectores involucrados a presentar propuestas de solución y además discutir internamente estrategias y formas de protección frente a la contaminación.
- Permite un acercamiento a las características del territorio, su variación y a la verificación de ciertos acontecimientos.
- Puede establecer un sistema de alerta temprana ante posibles casos de impacto, degradación y/o contaminación ambiental.
- Es una forma de acompañar y controlar a las entidades responsables del gobierno y a empresas extractivas en sus actividades de intervención.



¿CÓMO SE REALIZA EL MONITOREO COMUNITARIO DEL AGUA?

El monitoreo puede ser variado. Por ejemplo es posible que algunas comunidades ya tengan aliados, otros estarán buscando capacitación y otros estarán listas para iniciar. Presentaremos algunos pasos generales que deben tenerse en cuenta antes de iniciar el monitoreo:

- 1.** Discutir sobre los problemas y conflictos alrededor del agua en el territorio. Decidir una forma de protegerlos y defenderlos; además, decidir una forma de monitorearlos. Construir un equipo de trabajo para el monitoreo.
- 2.** Elegir qué se va a monitorear: (un río contaminado, una quebrada, un lago). Quizás implique construir alianzas con otros actores sociales (instituciones académicas, ONG`s, instituciones ambientales).
- 3.** Determinar los objetivos que busca el monitoreo comunitario del agua.
- 4.** Determinar el espacio geográfico donde se va a realizar el monitoreo. Quizás sea necesario caminar la cuenca para identificar los puntos del monitoreo. Quizás sea necesario apoyarse de un mapa construido de forma participativa.
- 5.** Revisar si ya existe información relevante elaborada en el pasado y solicitarla.
- 6.** Determinar el período de tiempo y la frecuencia en el cual se va a realizar el monitoreo.
- 7.** Determinar el tipo de indicadores a usarse.
- 8.** En algunos casos se puede presentar a la comunidad la información recolectada, aclarando dudas, identificando brechas en la información (si hubiera), retroalimentando e indicando estos mismos pasos expuestos.



3. INDICADORES PARA LA CALIDAD DEL AGUA

Los componentes físicos y naturales de una cuenca hidrográfica forman un conjunto de ecosistemas que se encuentran desde la parte alta, pasando por la media y que llegan hasta la cuenca baja. En esta perspectiva, en un afluente sano existe la vida, y permite vivir a varios tipos de plantas, peces, arañas, insectos y crustáceos. Además, permite el uso de sus aguas para el consumo humano y para las actividades productivas de las comunidades.

Sin embargo, la contaminación acontece cuando un elemento externo altera el equilibrio de la cuenca, entonces, deja de ser adecuada para la vida de todos los seres. Es decir, cuando cambia negativamente el agua, el suelo, los alimentos y hasta el paisaje ocurre un desequilibrio que pone en amenaza la vida de animales y plantas, y la vida comunitaria en tales territorios.

Por esta razón, presentamos el siguiente kit de monitoreo del agua, con instrumentos que miden algunos indicadores para conocer los cambios que se producen en los afluentes.

¿QUÉ SON LOS INDICADORES?

Un indicador es una herramienta para la evaluación o el monitoreo de cambios que se producen en el ambiente. Tener en cuenta que las perturbaciones en un afluente pueden ser de orden natural y también antropogénica (ocasionados por los seres humanos). En algunos casos, estas perturbaciones pueden ejercer consecuencias negativas en las cuencas y poner en amenaza la vida de la naturaleza no humana y humana (Acción Ecológica, 2002).

Algunas características de los indicadores deben ser:

- Deben ser fáciles de manejar.
- Ser reproducibles tanto en el tiempo como en el espacio.
- Deben generar información precisa.
- Ser capaces de demostrar cambios temporales y poder anticiparse, es decir predecir los posibles cambios.
- Deben ser comprensibles por toda la población.

¿PARA QUÉ SIRVE UN INDICADOR?

- Determinar el estado de salud de un determinado ecosistema.
- Establecer si existe alguna variación en un ecosistema que revele problemas.
- Diagnosticar condiciones anormales: Si las condiciones originales cambian, unas especies se reproducen con mayor intensidad y, en cambio, otras tienden a desaparecer (Acción Ecológica, 2002).



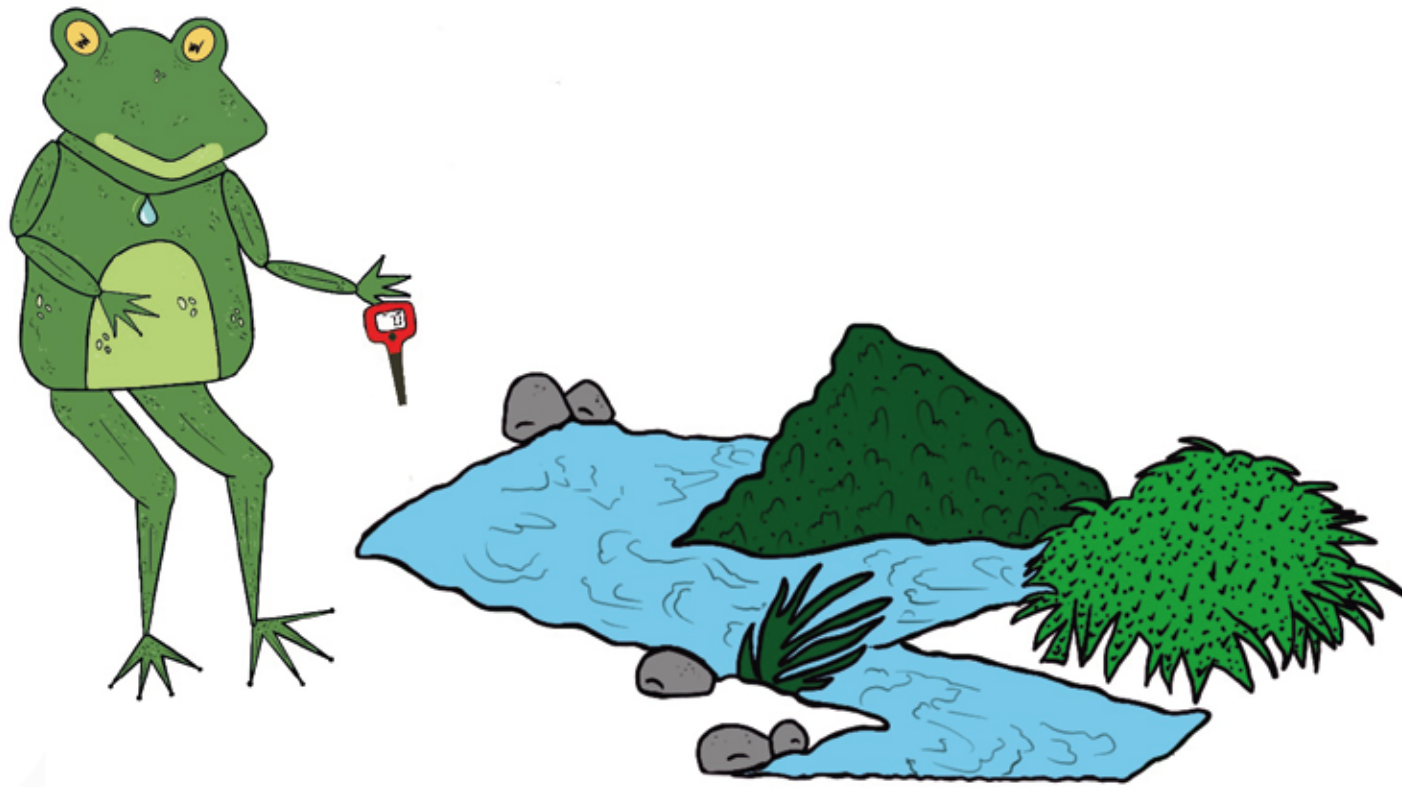
¿QUÉ CLASE DE INDICADORES O PARÁMETROS EXISTEN PARA MONITOREAR EL AGUA?

Indicadores físicos-químicos: Son parámetros que se miden en campo. Algunos de ellos se pueden detectar a través de los órganos de los sentidos: olor, color, sabor. Otros pueden ser determinados en campo o en laboratorio, usando cierto tipo de equipos, que permite analizar la concentración de ciertos elementos en el ambiente.

Indicadores biológicos o bioindicadores: Es la determinación de algunas especies biológicas que se encuentran alrededor de los afluentes que por su sensibilidad y resistencia a los impactos y/o contaminación pueden mostrar cambios en el ambiente.

Indicadores en salud: Aunque este parámetro no es profundizado en la presente guía, consideramos importante mencionarlo. En particular, porque son síntomas o enfermedades que sufren las personas de las comunidades, en muchos casos observables, que se relacionan directa o indirectamente con la presencia de actividades que degradan los afluentes.





3.1. MONITOREO FÍSICO -QUÍMICO

¿QUÉ ES EL MONITOREO FÍSICO -QUÍMICO?

Es la verificación y medición de algunas características físicas y químicas del agua, tales como: olor, color, temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, entre otros.

¿PARA QUÉ SIRVE EL MONITOREO FÍSICO-QUÍMICO?

Estas características son determinantes y fundamentales para el desarrollo de la vida en los sistemas acuáticos. De igual manera, es importante que los valores de estas características estén dentro de unos niveles promedios, ya que garantizan que el agua sea adecuada para el consumo humano y actividades productivas en los territorios. Hacer un seguimiento de estas características en las diferentes aguas, si se llegasen a producir cambios en los registros o en las mediciones de estos parámetros, sirve para actuar frente a comportamientos naturales u ocasionados por humanos -generalmente los más usuales- dentro de la cuenca, que afectan o ponen en peligro la calidad del agua.

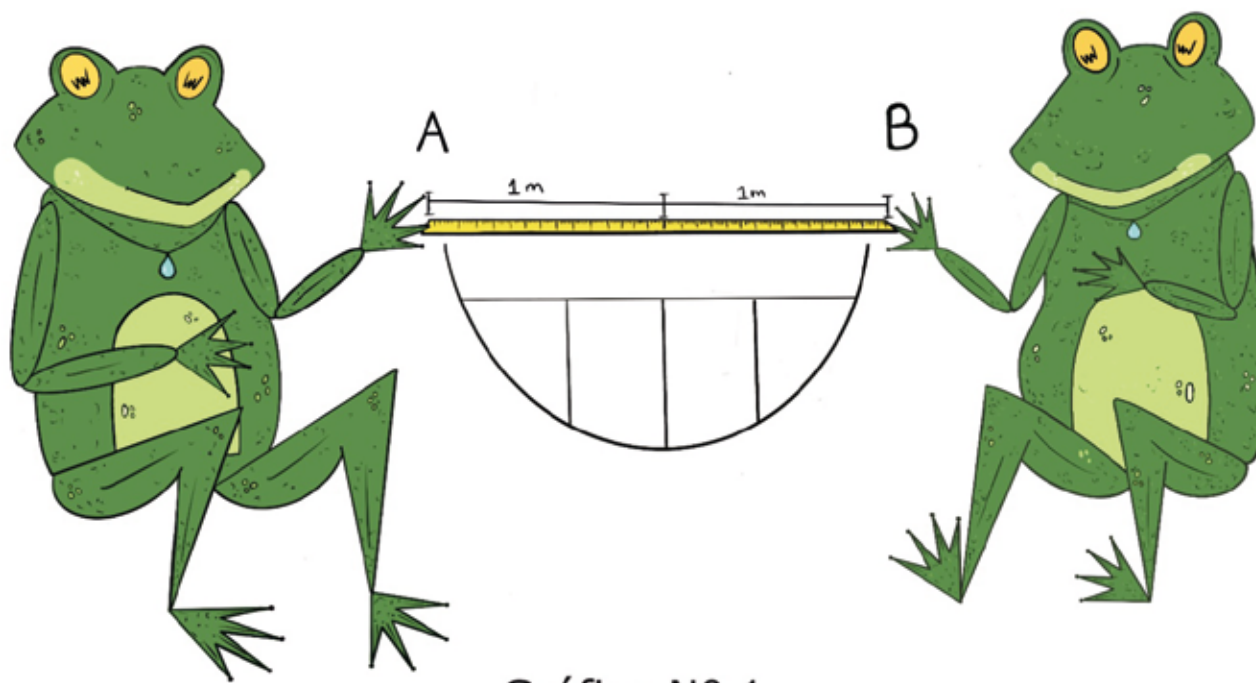
3.1.1. ¿CÓMO SE MIDE EL CAUDAL?

Uno de los principales ejercicios, antes de abordar el tema de las mediciones de parámetros, es medir el caudal del afluente: quebrada, caño o río. El caudal consiste en medir la cantidad de agua que pasa en un instante de tiempo por un punto determinado. Así que el caudal en términos más técnicos se define como el volumen en un instante de tiempo, y generalmente se determina en metros cúbicos sobre segundo (m^3/s) o en litros sobre segundo (l/s).



PROCEDIMIENTO PARA MEDIR EL CAUDAL:

1. Se debe determinar un punto para medir ancho y profundidad del afluente
2. Se toma mediciones del ancho y profundidad de la cuenca. Y se determina el área de la cuenca.
3. Se toma el tiempo en que un objeto flotante (flotador) recorre la distancia determinada para hallar la velocidad. Se repite el procedimiento anterior por lo menos 5 veces, y se establece el promedio
4. Con estos datos se determina el caudal del afluente monitoreado.

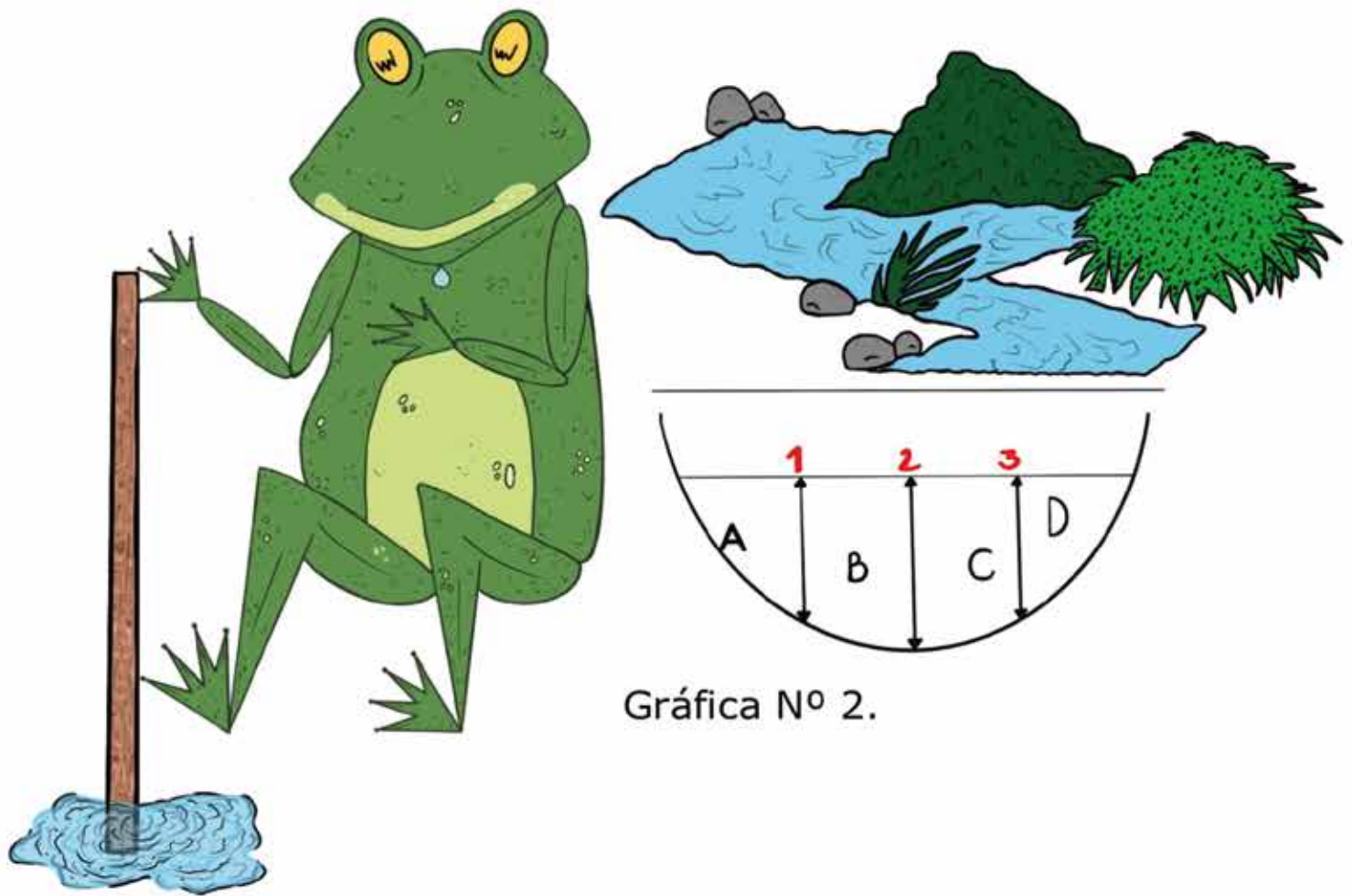


Gráfica N° 1.

DETERMINACIÓN DEL ÁREA A TRAVÉS DEL ANCHO Y LA PROFUNDIDAD:

Ancho: La medición del ancho de la cuenca se toma con la medida de una orilla hasta la otra orilla. Como se observa en el gráfico N° 1, en donde se mide la anchura del afluyente, y donde podríamos suponer que del punto A al punto B se registra una medida de 2 metros, lo que indica que el ancho del afluyente es de 2 metros.

Profundidad: Generalmente, en la mayoría de afluentes, por su forma irregular, se debe hacer un promedio de las distintas profundidades por intervalos de distancia. Como lo muestra la gráfica N° 2, es necesario dividir el afluyente en varias secciones, ya que hay partes más profundas que otras.



Gráfica N° 2.

Como ejemplo, se podría determinar, como lo muestra la gráfica 2, que cada **0,5 metros (o 50 centímetros) de distancia** se mide un punto de profundidad del afluente, en los puntos **1, 2 y 3**. Así, salen 4 áreas que se deben calcular y luego sumar.

Suponemos que la profundidad en el punto 1 dio **0,2 metros (o 20 centímetros)**. Igual sucedió en el punto **2 y 3**. Pero debe tenerse en cuenta que las cuatro formas que aparecen en la gráfica no son iguales. Nótese que el **B y C** son rectángulos pero el **A y D** son triángulos.

Para esto calculamos las áreas de la siguiente manera:

Como se observa en el gráfico 2, para las orillas o los triángulos (A y D), multiplicamos 0,5 metros (lo que mide cada sección de ancho) por 0,2 metros, y el resultado que nos dé, lo dividimos en 2, es decir estamos hallando el área de un triángulo:

Área de un triángulo: $(\text{base} \times \text{altura})/2$

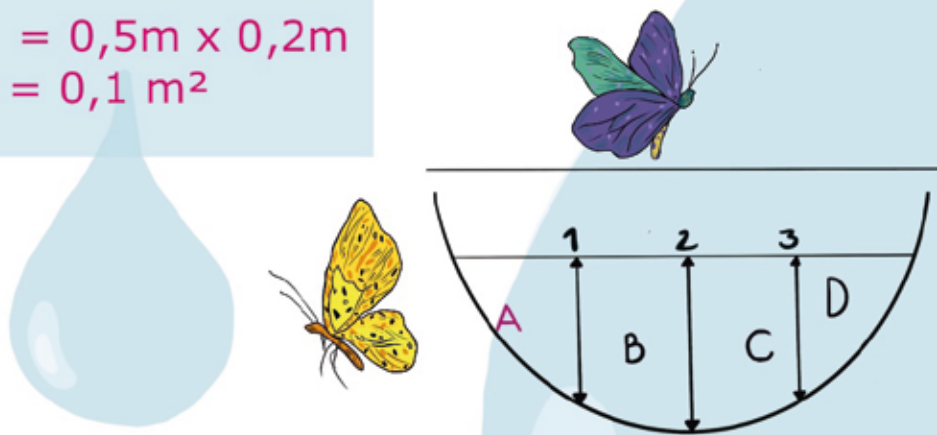
$$\begin{aligned}\text{Área de A} &= (0,5\text{m} \times 0,2\text{m})/2 \\ &= 0,05 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Entonces las áreas de los puntos A y D es de 0,05 metros cuadrados cada una.

Ahora las áreas de los puntos B y C son mucho más sencillas, ya que como notamos en el dibujo son rectángulos, para ello solo multiplicamos nuevamente los 0,5 (lo que mide cada sección de ancho) por la altura que es de 0,2 metros:

Área de un rectángulo: $\text{base} \times \text{altura}$

$$\begin{aligned}\text{Área} &= 0,5\text{m} \times 0,2\text{m} \\ &= 0,1 \text{ m}^2\end{aligned}$$



Entonces las áreas de los puntos B y C es de 0,1 metros cuadrados cada una. De esta manera, para determinar el área total de las profundidades de la cuenca consiste en sumar todas las áreas encontradas. En este caso:

Área = área del punto A + área del punto B + área del punto C + área del punto D

$$\text{Área} = 0,05\text{m}^2 + 0,1 \text{ m}^2 + 0,1 \text{ m}^2 + 0,05 \text{ m}^2$$

$$\text{Área} = 0,3 \text{ m}^2$$

Nota: cabe aclarar que el área o las áreas se determinan en metros cuadrados (m²)

Determinar la velocidad (v) del afluente

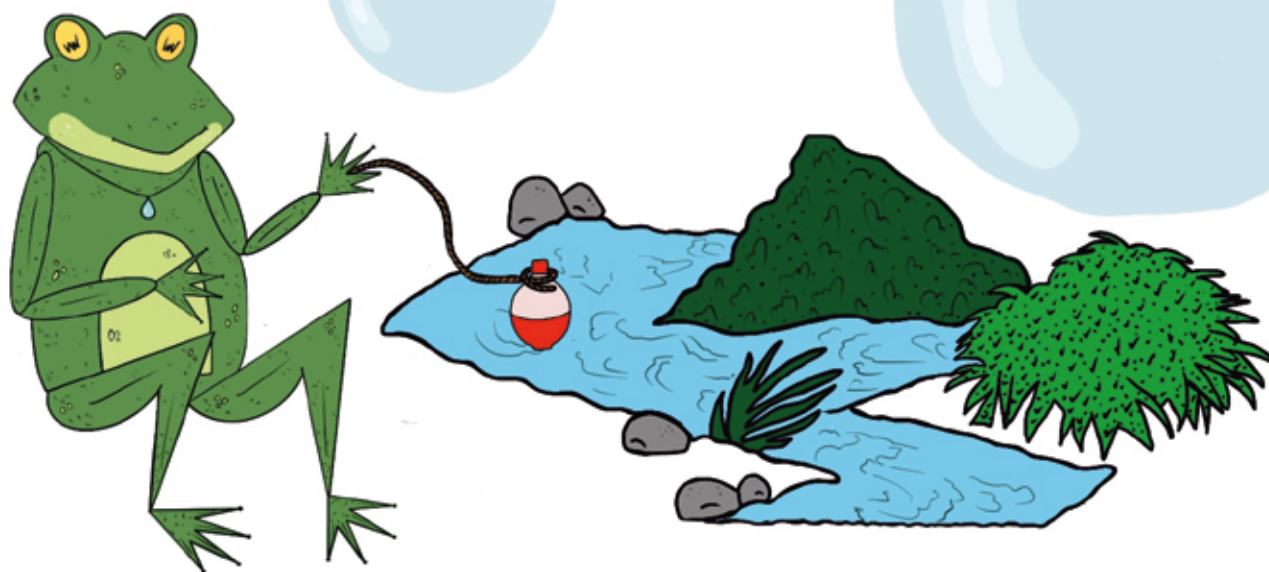
Se toma una distancia que dependiendo del tamaño de la cuenca, podría oscilar entre 5 metros a 10 metros. Luego se arroja un flotador o pimpón, el cual debe tener un agujero para poder llenarlo hasta la mitad, y se deja recorrer esta distancia flotando. Se registra el tiempo que dura el recorrido. Esta registro se repite 5 veces para sacar un tiempo promedio.

Velocidad (v) = distancia recorrida por el flotador / tiempo en que dura el recorrido

$$= \text{metros} / \text{segundos}$$

Hacemos la división anterior para que el resultado nos arroje la distancia que recorre el flotador en un (1) segundo

$$\text{Velocidad (v)} = \text{metros} / \text{segundo}$$



Determinación del Caudal (Q)

Ya con estos datos obtenidos de área y velocidad, hacemos el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned}\text{Caudal (Q)} &= \text{área (a)} \times \text{velocidad (v)} \\ &= \text{m}^2 \times \text{m/s} \\ &= \text{m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Nota: la anterior operación matemática nos arroja entonces el volumen en un tiempo y quedan las unidades de caudal (Q) que son volumen (V), dados en metros cúbico o litros, sobre tiempo (t), dados en segundo:

$$Q = V/t$$

Afluentes más pequeños

Para afluentes más pequeños, existe otra manera más sencilla de medición del caudal que consiste en represar el afluente y mediante una canaleta que permita el desagüe de la presa, se pone a llenar un recipiente. Es necesario conocer el volumen que es capaz de contener el recipiente, usualmente viene en litros. Posteriormente, se mide el tiempo de llenado de ese recipiente y se hace el respectivo cálculo dividiendo el volumen sobre el tiempo¹.



Gráfico N.º 4.

1. Estas mediciones no son muy utilizadas por autoridades ambientales o por expertos, ya que ellos disponen de un equipo para la medición de la velocidad llamado: "molinete". No obstante, la determinación del área sí se debe hacer de la manera vista anteriormente.

Ejemplo: $Q = \frac{\text{Volumen de agua capturado en el recipiente de 10 litros (V)}}{\text{Tiempo de llenado del recipiente 5 segundos (t)}}$

$$Q = \frac{10 \text{ lt.}}{5 \text{ s}}$$

$$Q = \frac{2 \text{ lt.}}{1 \text{ s}}$$

$$Q = 5 \text{ lt. / s}$$

3.1.2. PARÁMETROS DEL PH

Las aguas de pozo o manantial suelen ser transparentes, mientras que las aguas superficiales como ríos, suelen ser turbias debido al arrastre de partículas insolubles. Esto hace que el pH y otros parámetros cambien. El pH nos indica el potencial de hidrógeno, mide la intensidad de la acidez o alcalinidad del agua. Este parámetro nos permite valorar si el agua es apropiada para consumo humano o actividades agropecuarias.

NOTA: Cuando el agua ha sido contaminada por sustancias químicas como resultado de la actividad extractiva su pH puede variar dependiendo de la sustancia contaminante.

Este indicador se puede medir de diferentes maneras, en el caso de este kit se sugiere el uso de un medidor de pH o pH-metro:

¿Cómo se utiliza el ph-metro?

El pH-metro que contiene este kit de monitoreo comunitario del agua es de marca HANNA. Adicionalmente, esta herramienta cuenta con tres (3) sustancias: dos (2) para su calibración y que se debe hacer cada dos o tres meses; y una (1) para la limpieza del instrumento (Fotos?). Es recomendable guardar estas sustancias en recipientes de vidrio con una buena limpieza previa y mantenerlos en un lugar refrigerado o en un lugar lejos de altas temperaturas.



Imagen N° 1
Ph- metro Hanna



Tener en cuenta:

- i) La calibración se hace mínimo una vez cada seis (6) meses
- ii) El uso de las sustancias de limpieza se hace previa a la calibración y cuando se vaya a realizar una medición.
- iii) Para la limpieza del tester o probador durante las mediciones, se puede utilizar agua destilada.

PASOS PARA LA CALIBRACIÓN:

- 1.** Se enciende el dispositivo oprimiendo el único botón que tiene. Aparecerán unas letras y números como en la imagen 1. Luego se vuelve a presionar el mismo botón (y se mantiene presionado) hasta que aparezca la palabra CAL. En ese momento el tester o probador ya está listo para la calibración.
- 2.** El primer líquido a utilizar es el HI70004. Se sumerge la punta del tester o probador (el cual tiene una capucha o protector en caucho) dentro del recipiente que contiene el líquido (el sobre tiene letras rojas). Luego se espera a que el tester o probador marque en su pantalla el mismo valor que indica el líquido que es 4.01.
- 3.** Luego se retira el tester o probador y se limpia con el líquido (el sobre que dice CLEANING SOLUTION) "solución de limpieza".

4. Se hace el mismo procedimiento que se realizó en el paso 2 con el segundo líquido (el sobre con letras en color verde) HI700007, hasta que el tester arroje el valor 7.01.

5. Posteriormente se vuelve a limpiar con la solución de limpieza y listo, el pH-metro queda perfectamente calibrado.



PASOS PARA LA MEDICIÓN :

- 1.** Remueva el protector
- 2.** Lave el electrodo o el sensor con agua destilada
- 3.** Encienda el pH-metro (botón debajo de la pantalla)
- 4.** Sumerja el electrodo en el agua en la cual se va a medir (la muestra que previamente se ha recolectado en el afluente)
- 5.** Mantenga el pH-metro el tiempo necesario mientras la lectura en la pantalla se estabiliza (en algunos casos más de un minuto).
- 6.** Después de usarlo limpie el electrodo o sensor nuevamente con agua destilada.
- 7.** Vuelva a poner el protector.

¿QUÉ PUEDE INDICAR EL PH METRO?

El pH tiene unos niveles que van desde cero (0) hasta catorce (14), y su lectura indica que 0 son aguas muy acidas y 14 son aguas muy alcalinas.

Las aguas acidas o el acidez en el agua es un indicador que se debe tener presente. Generalmente, las aguas subterráneas (aljibes y pozos profundos) tienen una acidez un poco más alta que las aguas superficiales (ríos). No obstante en las aguas superficiales, el pH puede verse alterado y esto puede indicar contaminación producto de actividades agrícolas, industriales o extractivas dentro de la cuenca. Recordar que para el consumo humano los niveles de pH deben estar entre 6,5 y 9,0 según la normatividad colombiana (resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial), y se encuentra basada en estudios científicos sobre las afectaciones de la acidez y la alcalinidad en el organismo. Las actividades humanas que más desestabilizan la acidez en el agua son los vertimientos de origen minero y desechos industriales.



Gráfica N.º 5. Posibles valoraciones del ph-metro

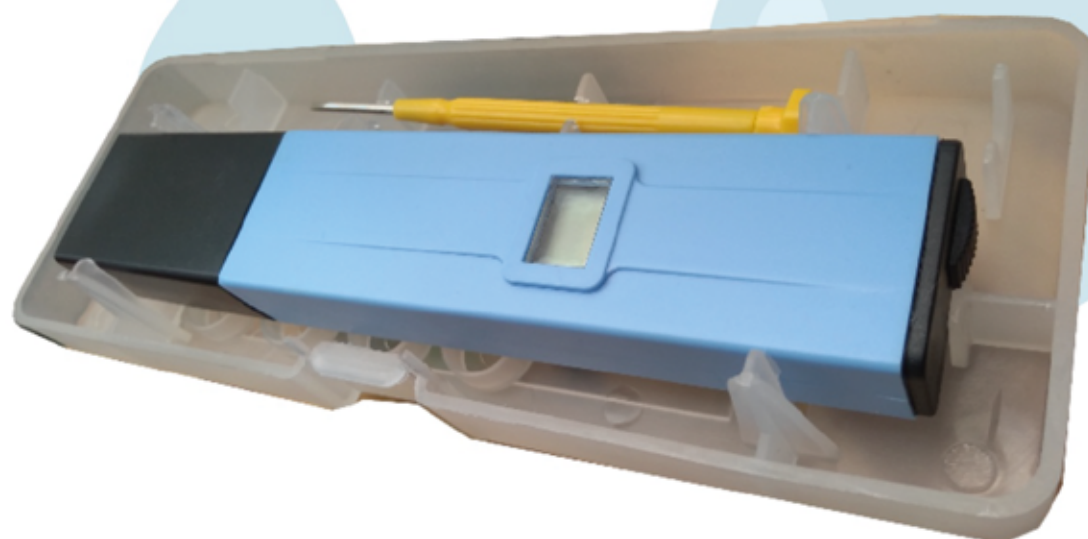
3.1.3. PARÁMETRO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AGUA

Este parámetro mide la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica. Una vez medido este parámetro, y como se verá más adelante, se puede deducir también la concentración total de sólidos inorgánicos disueltos como sales minerales.

¿Cómo se utiliza el conductímetro?

La unidad de medición utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm), microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$), o miliSiemens (mS/cm), de acuerdo con la escala requerida. El tester o probador de conductividad de este kit es de referencia EC-138, no requiere de calibración, mide entre un rango de 10 y 2000 $\mu\text{S/cm}$. La temperatura afecta la conductividad ya que, a mayor temperatura, mayor conductividad. Generalmente los medidores de conductividad están normalizados a 25° celsius, hay que tener en cuenta las condiciones climáticas donde se toma la muestra, ya que por cada grado celsius adicional la conductividad aumentaría entre el 2% y 3%.

Nota: algunos conductímetros sí requieren calibración, y puede ser que éste también, si las mediciones presentan alguna variación sospechosa, para ello se utiliza una solución de calibración No. 1410.



Pasos para el uso o medición:

- 1.** Remueva el protector
- 2.** Lave el electrodo o el sensor con agua destilada
- 3.** Encienda el conductímetro (switch en la parte superior)
- 4.** Sumerja el electrodo en el agua en la cual se va a medir. La muestra que previamente se ha recolectado en el afluente.
- 5.** Mantenga el conductímetro el tiempo necesario mientras la lectura en la pantalla se estabiliza (suelen ser unos segundos, o un poco más de un minuto).
- 6.** Después de usarlo limpie el electrodo o sensor nuevamente con agua destilada.
- 7.** Vuelva a poner el protector

¿Qué puede indicar el conductímetro?

Las variaciones en la conductividad eléctrica del agua se deben a la presencia de sales y otros compuestos químicos. Unos tienen carga negativa como cloruros, nitratos, sulfatos y fosfatos, otros tienen carga positiva tales como: sodio, magnesio, calcio, hierro y aluminio.

Compuestos orgánicos como petróleo, fenol, alcohol, azúcar, no conducen la corriente eléctrica. El agua destilada no contiene sales disueltas y, por lo tanto no conduce la electricidad, ya que tienen una conductividad eléctrica de cero.

La conductividad eléctrica de las fuentes superficiales oscila entre 15 y 3300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De acuerdo con la norma nacional se considera que el agua potable no debe tener una conductividad superior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Aguas de conductividad superior a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se consideran no utilizables para la agricultura.

3.1.4. PARÁMETRO DE TDS O SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

Los sólidos disueltos hace referencia a material particulado que se encuentra diluido en el agua y que mayoritariamente son sales minerales que se desprenden de las rocas y arena. Su presencia determina una carga eléctrica en sus elementos que los componen.

Generalmente para la agricultura de hortalizas se utiliza un medidor de NPK (nitratos, fosfatos y potasio). Y estos compuestos son utilizados para la fertilización del suelo. Existe una relación entre la medición de TDS y conductividad eléctrica. Siendo así que una medición que arroje una conductividad eléctrica alta, indicaría un alto contenido de sales minerales en el agua u otros elementos de contenido mineral. Una medición con TDS que arroje una alta concentración de TDS, inmediatamente se hace una conversión hacia la conductividad eléctrica que debe tener.

Ejemplo: Una medición con TDS que me arroje el siguiente valor

500 ppm (partes por millón)

Equivale a

1000 μ S en conductividad eléctrica



Pasos para el uso o medición:



1. Remueva el protector
2. Lave el electrodo o el sensor con agua destilada
3. Encienda el medidor TDS (switch en la parte superior)
4. Sumerja el electrodo en el agua en la cual se va a medir. La muestra que previamente se ha recolectado en el afluente.
5. Mantenga el medidor TDS el tiempo necesario mientras la lectura en la pantalla se estabiliza (suelen ser unos segundos, o un poco menos de un minuto).
6. Después de usarlo limpie el electrodo o sensor nuevamente con agua destilada.
7. Vuelva a poner el protector

3.2. MONITOREO BIOLÓGICO

Para determinar la salud de un río es necesario hacer un seguimiento a los organismos que en él conviven, un grupo de estos organismos se les denomina "macroinvertebrados" o también denominados con la sigla MIV. El ejercicio de monitoreo de MIV debe tomar como referencia una parte del río en la cual no hay mayor intervención humana, o en la cual no se viertan aguas de actividades como la industria o la agricultura. Y tomar otro punto del río en el cual se pueda evidenciar una intervención humana.

¿Qué son los macroinvertebrados?

En general, cuando se hace referencia a los macroinvertebrados (MIV) para monitoreo de aguas, hacemos referencia a organismos acuáticos. Los MIV se denominan por una parte "macro" porque miden entre 2 milímetros y 30 centímetros, y por otra "invertebrados" porque no tienen huesos. Estos organismos dan señal de la calidad del agua, y se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra. Algunos requieren agua de buena calidad para vivir, otros resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada.

Los macroinvertebrados incluyen larvas de insectos como mosquitos, libélulas, chinches, perros de agua entre otros. Además de los insectos, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos, planarias, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres.

A los macroinvertebrados los podemos encontrar en hojas flotantes, en troncos caídos, en el lodo o la arena del lecho del río, sobre o debajo de las piedras, lagunas, lagos, estanques naturales. Se pueden alimentar de plantas acuáticas, algas, otros invertebrados, restos de comida en descomposición, animales en descomposición, entre otros elementos del río.

Formas de los macroinvertebrados



Gráfico 4. Formas de los Macroinvertebrados

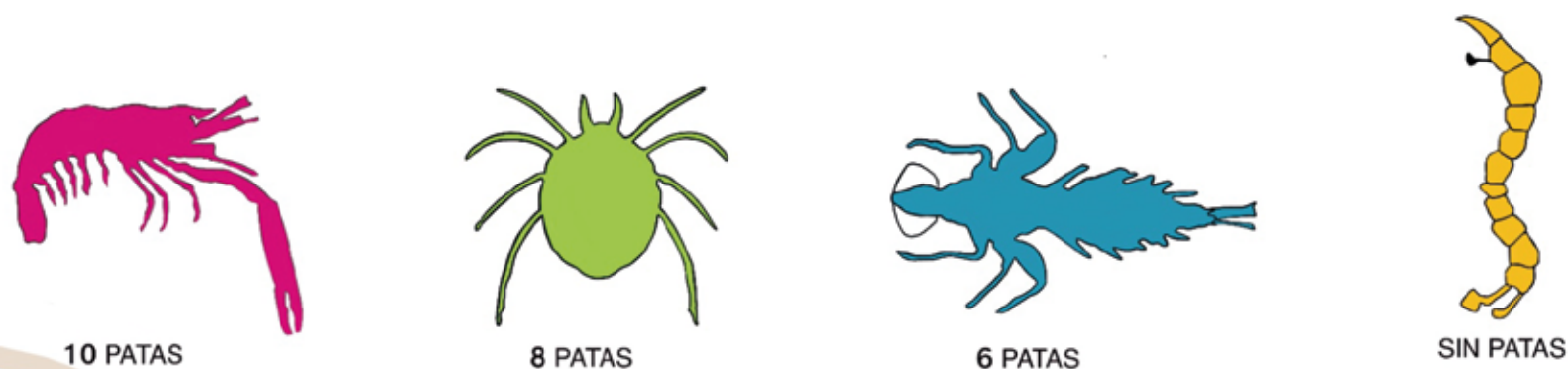


Gráfico 5. Cantidad de patas de los Macroinvertebrados

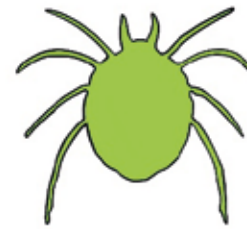
¿Para qué sirve y cómo se mide el monitoreo biológico?

Estos organismos cumplen funciones biológicas importantes, ya que rompen, transportan y mezclan el suelo al construir galerías, nidos, sitios de alimentación, también degradan materia orgánica y hacen parte de la cadena trófica, entre otras funciones. (Cosajuca, 2016)

Los MIV tienen características ideales para realizar el monitoreo debido a que :

- Su ciclo de vida es relativamente largo
- Tienen un tamaño visible
- Tienen baja capacidad de movilidad
- Son de alta densidad poblacional por metro cuadrado

Los científicos han clasificado a cada macroinvertebrado con un número que indica su sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. El 1 indica al menos sensible, hasta el 10 que señala al más sensible.



| <i>SENSIBILIDAD</i> | <i>CALIDAD DE AGUA</i> | <i>CALIFICACIÓN</i> |
|---|------------------------|---------------------|
| No se aceptan contaminantes | Muy buena | 9-10 |
| Aceptan muy pocos contaminantes | Buena | 7-8 |
| Aceptan pocos contaminantes | Regular | 5-6 |
| Aceptan mayor cantidad de contaminantes | Mala | 3-4 |
| Aceptan muchos contaminantes | Muy mala | 1-2 |

Tabla 1. Puntaje según Biological Monitoring Working Party (BMWP)(Carrera y Fierro, 2001)

| FAMILIA | PUNTAJE |
|---|---------|
| Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chorododidae, Gomphidae, Hidrididae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae | 10 |
| Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philipotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae | 9 |
| Gerridae, Hebrudae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palermonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Vellidae | 8 |
| Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Enagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychididae, Scirtidae | 7 |
| Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libejluidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae | 6 |
| Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae | 5 |
| Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Sphaeridae | 4 |
| Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Dolichopudidae, Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae | 3 |
| Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae | 2 |
| Tubificidae | 1 |



Tabla 2. Familias de MIV (Cosajuca, 2016)



Para tener en cuenta:

Un recorrido de observación nos ayuda a conocer mejor el problema y ubicar las áreas a monitorear.

- Seleccione las áreas donde realizará las observaciones.

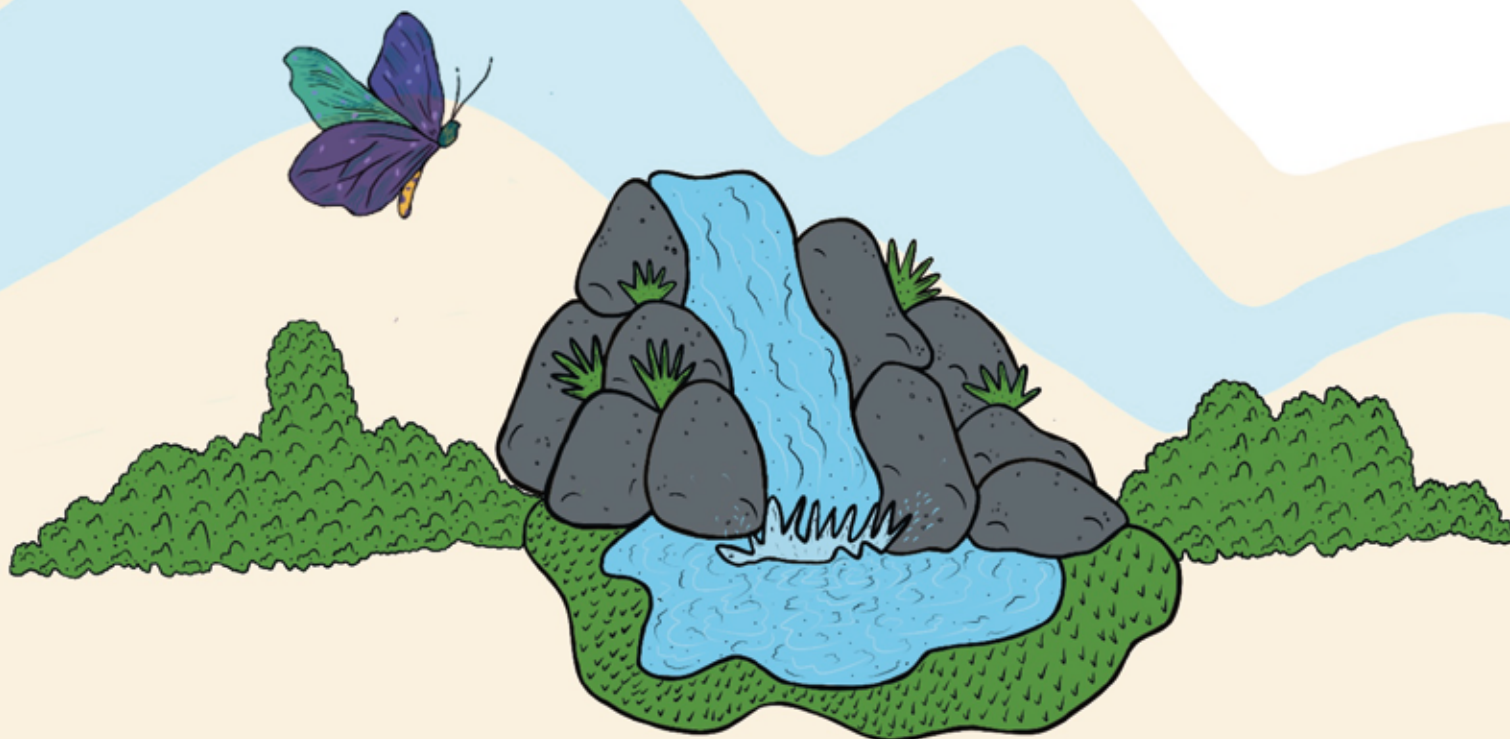
Varios lugares donde pueda deducir que hay afectaciones al río por actividades humanas, generalmente, donde ya hay poblaciones, o aguas abajo. Además, un lugar donde el río o afluente no tenga mayor intervención y que por el contrario mantenga sus cualidades naturales, generalmente estos lugares se encuentran aguas arriba.

- Elija el tamaño de las áreas que quiere observar

Mínimo una cobertura de 500 metros entre los diferentes puntos.

- Decida cuándo realizará los recorridos

Mínimo dos veces al año, una en periodo de verano y otro en periodo de lluvias



- Realice un recorrido de reconocimiento por la cuenca y tome en cuenta las siguientes observaciones:

- o ¿La orilla tiene abundante vegetación?

- o ¿Hay áreas con gran variedad de especies de animales y plantas?

- o ¿Existen cultivos cerca del río?

- o ¿Hay ganado en la cuenca cercana?

- o ¿Existen áreas del río canalizadas, represadas o desviadas para riego?

- o ¿El agua es correntosa (tiene corrientes rápidas e impetuosas) y transparente?

- o ¿Tiene olores extraños?

- o ¿Hay basura, plantas o troncos cortando el flujo del agua y creando pozas?

- o ¿Se arrojan al río desechos sólidos o industriales?

- o ¿Existen derrumbes en los bancos?

- o ¿El río tiene muchas corrientes, pozas y rápidos, una a continuación de otra?

- Un dibujo de las condiciones de la cuenca nos permite apreciar los cambios producidos

Herramientas

- Tabla para asentar las hojas de papel

- Hojas de papel en blanco

- Regla

- Botas de Caucho

- Pinzas

- Pinceles

- Lupas

- Bandejas

- Alcohol concentrado (industrial)

- Tarritos herméticos o frascos

- Red de pantalla

- Papel y lápiz

- Guía del kit y anexos

- Cámara fotográfica

- Mapas u otra información de los sitios contaminados



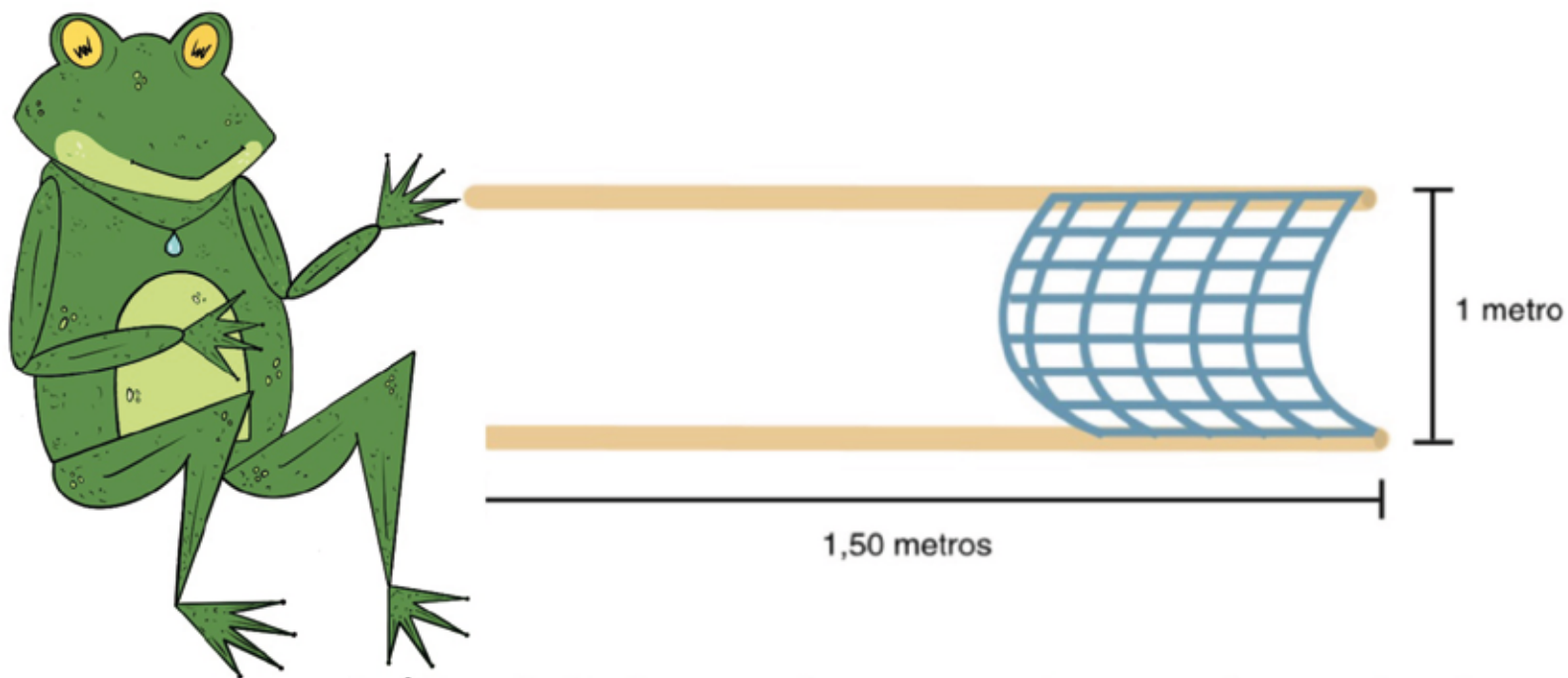


Gráfico 6. Malla para la captura de macroinvertebrados

¿Cómo se realiza?

Ubique al menos dos sitios de recolección: un área de control y un área intervenida. Fije un tiempo para coleccionar los macroinvertebrados, aunque éste depende del número de personas que participen en la actividad: puede ser de 15 a 30 minutos. Durante este tiempo debe buscar cuidadosamente los macroinvertebrados entre las piedras y en la hojarasca.

Para facilitar la búsqueda, use una lupa y ayúdese de la guía de identificación que viene junto a este manual.

Colecte los macroinvertebrados con la ayuda de pinzas y colóquelos en un frasco pequeño con alcohol. Escriba en la etiqueta el sitio, el nombre del afluente o río, la fecha y la persona o personas que participaron en la recolección y póngala en el frasco.

Si el afluente no presenta las características idóneas para la inspección manual se utiliza la red de mano o pantalla; la cual consta de una red o lona de un metro cuadrado aproximadamente con agujeros muy pequeños.

Nota: Este kit contiene un colador metálico, el cual cumple la misma función que la malla mencionada

La red se sujeta a dos mangos de madera o aluminio. Para usarla, una persona se ubica dentro del afluente mirando contra la corriente, sujeta fuertemente los palos o tubos y sumerge parte de la red. Al tiempo otra persona se sitúa orientado hacia la corriente y remueve el fondo con sus pies o manos. De esta manera, el sedimento es atrapado por la red para buscar e identificar los macroinvertebrados que viven en el sustrato (o lecho del río).

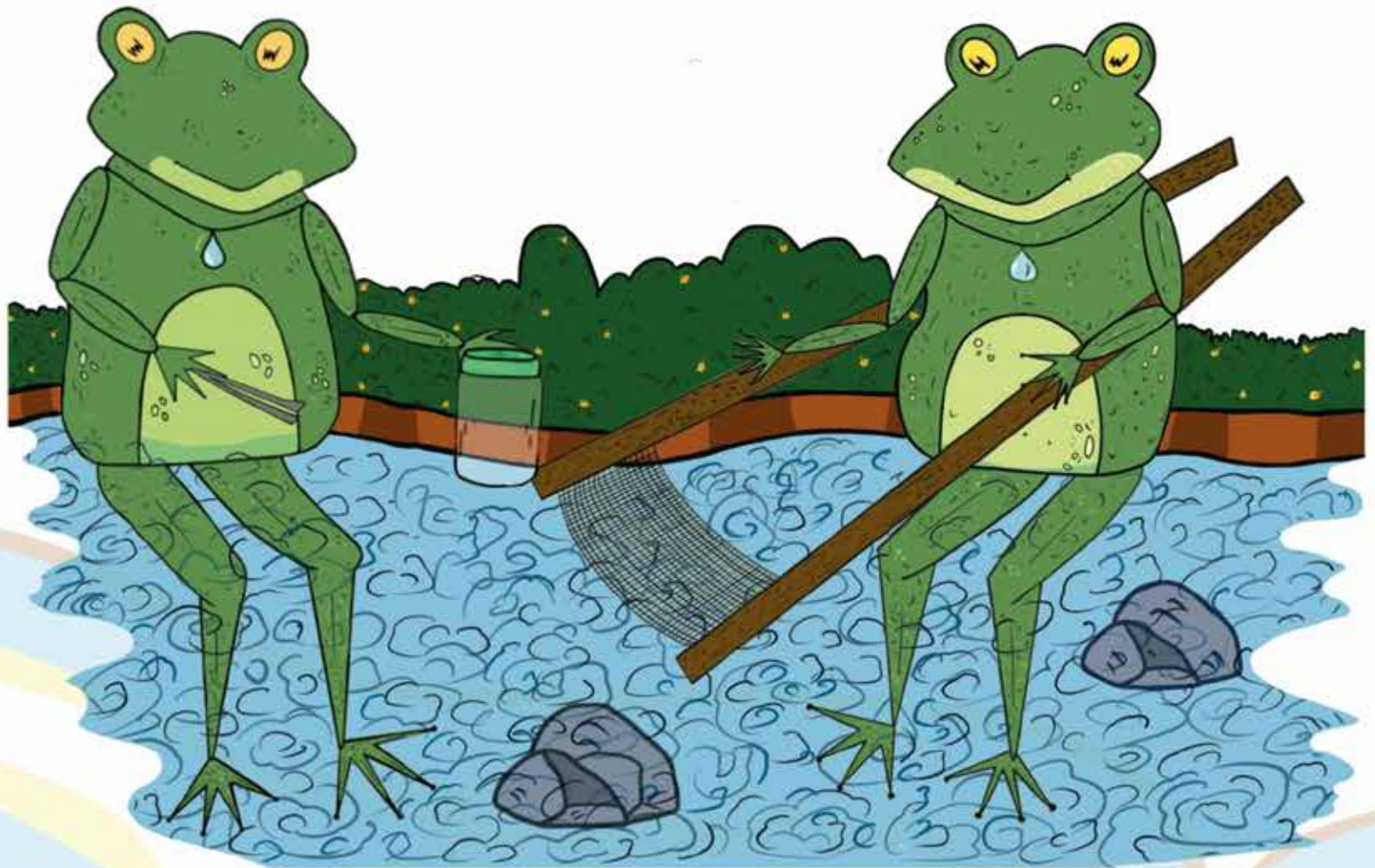


Gráfico 7. Ejemplo para la captura de macroinvertebrados con malla

Los organismos capturados se van depositando en una bandeja blanca preferiblemente con alcohol industrial para que sea más fácil el siguiente paso que es la identificación.

Existen muchos tipos de MIV acuáticos, por eso para que la identificación y clasificación sea más fácil se agrupan los que presenten similitudes, como en la siguiente tabla.

| PRESENCIA DE PATAS | | | SIN PATAS | |
|---|---|---|---|---|
| <p>Forma de media luna generalmente, a veces tiene pelitos a lo largo del cuerpo y una uña anal. Ejemplo: Trichoptera</p>  | <p>Presencia de alas y antenas, cuerpo más largo que ancho.</p> <p>2 o 3 colas largas, cuerpo plano y alargado, con peliyod (branquias) a lo largo del abdomen</p> <p>2 antenas muy largas, el abdomen dividido en 9 secciones y 2 colas largas y pelitos</p> <p>Tres colas, exento oligoneuridae Ephemeroptera</p>   | <p>Cabeza redondeada, ojos grandes, mandíbulas extensibles hacia el frente de la cabeza</p> <p>Odonata</p>  | <p>Forma de escarabajo casi siempre, cuerpo duro y a veces redondeado</p> <p>Hemiptera o Coleoptera</p>  | <p>Annelida, Diptera o Nematomorpha</p>  |

Tabla 3. Características más comunes de los macroinvertebrados

A medida que se van identificando se debe apuntar el nombre de la familia en un formato que se anexa en esta guía, teniendo el nombre que se compara con la tabla de familias y se registra el puntaje asignado. Solo se contará un individuo por familia, y luego cuando ya estén todos los MIV identificados y clasificados, se suman los valores y se compara con la tabla de Puntaje según Biological Monitoring Working Party (BMWP)

| Clase | Calidad | Valor del BMWP | Significado | Color |
|-------|-------------|----------------|--|------------|
| I | Buena | ≥150 | Aguas muy limpias | Dark Blue |
| | | 123-149 | Aguas no contaminadas | Light Blue |
| II | Aceptable | 71-122 | Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación | Dark Green |
| III | Dudosa | 46-70 | Aguas moderadamente contaminadas | Yellow |
| IV | Crítica | 21-45 | Aguas muy contaminadas | Orange |
| V | Muy crítica | <20 | Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica | Red |

A mayor puntuación según la familia de cada individuo, la ponderación nos arrojará aguas limpias, como en la tabla anterior, puntajes mayores a 123 indican mejor calidad del agua, puntajes menores 122 indican posibles efectos de contaminantes presentes en el agua

4. ANEXOS

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS Monitoreo ambiental comunitario

DATOS GENERALES

| | | | |
|----------------------|--|--|----------------------|
| Comunidad: | | | |
| Fecha y Hora: | | | Municipio: |
| Responsable: | | | Departamento: |
| Punto: | | | Municipio: |
| Coordenada: | | | Microcuenca: |
| Clima: | | | |

DATOS DEL RÍO

| | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------------------|-------------------------|---|-------------------|---------------------------------|---|--|
| Profundidad (cm) | | | Anchura (m) | | | Caudal (m³/s) | | |
| Porcentaje de sombra | | | | | | | % | |
| Porcentaje de sustratos | Limos | % | Arena | % | Grava | % | | |
| | Cantos | % | Rocas | % | Vegetación | % | | |
| Condiciones de la orilla (X) | | | | | | | | |
| Vegetación | Erosionado | Urbanizado | Otro | | | | | |
| Intervenciones en la orilla (X) | | | | | | | | |
| Agropecuario | Industrial | Residencial | Sin intervención | | | | | |
| Otro | | | | | | | | |
| Contaminación o vertimientos (X) | | | | | | | | |
| Residuos sólidos | Residuos domésticos | Residuos industriales | | | | | | |
| Otro | | | | | | | | |
| Temperatura | Ph | Conductividad | | | | | | |
| Color | Olor | | | | | | | |

5. BIBLIOGRAFÍA

Almeida, A., Maldonado, A., Martínez, E. y Fajardo, P (2014). Manuales de monitoreo ambiental comunitario. Acción Ecológica. IACOBOS Diseño & Impresión. Quito – Ecuador.

Álvarez, L. (2005). Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad de agua. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C

Carrera, C. y Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito.

Cosajuca (2018). Monitoreo del Agua. Guía metodológica para las comunidades colombianas. Fundación para la defensa de la madre tierra; Stad Gent; Catapa; Provincie Oost-Vlaanderen. Ibaguè - Colombia.

Pinzón, A y Pulido A. (2017). Monitoreo Comunitario Ambiental para acueductos comunitarios campesinos. Enda América Latina. Antípodas Comunicaciones. Bogotá Colombia.

Delgadillo, O. and Durán, A. 2012. La cuenca hidrosocial: Una aproximación conceptual y metodológica para la gestión del agua en cuencas. En Quiroz, F.; Delgadillo, O. and Durán, A. (Eds), Aguas arriba, aguas abajo. Luces y sombras de la gestión integral de los recursos hídricos: Reflexiones desde la investigación aplicada, pp. 81- 134. La Paz: Plural Editores.

Florez, D. (2014). Guía para la vigilancia ambiental "Agua es Vida". ISF, ACSUR, GRUFIDES. Cajamarca, Perú

Flores, D. 2016. Cómo vigilar la calidad del agua en los Andes. GRUFIDES, RED MUQUI. Cajamarca, Perú

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. (2014). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología: Ministerio del Ambiente. Lima, Perú.

Shoemaker, A (2017). Línea de base ambiental comunitaria. ¿Qué es lo que las comunidades pueden hacer para generar sus propias líneas de base ambiental? Tomo 3: Caja de Herramientas Ambientales. Broederlijk Delen, Red Muqui, CooperAcción - Acción Solidaria para el Desarrollo-, Derechos Humanos sin Fronteras. Lima, Perú

Yepes, A., Arango, C.F., Cabrera, E., González, J.J., Galindo, G., Barbosa, A.P., Urrego, D., Tobón, P., Suárez, A., Camacho, A. (2018) Propuesta de lineamientos para el monitoreo comunitario participativo en Colombia y su articulación con el Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD. Bogotá, Colombia.





Esta publicación se hizo con el apoyo de:



FASTENOPFER

Elaborado por:



CENSAT
AGUA VIVA

