

Interreg
POCTEFA
PLASTICØPYR



Guía Didáctica de Ciencia Ciudadana



Muestreo de macro y mesoplásticos en ríos de montaña, tipificación del tramo fluvial y búsqueda de soluciones locales

Dirigida a personal docente de la educación formal y personal educativo de educación no formal

2021

CONTENIDO

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	4
PRESENTACIÓN DE LA GUÍA DIDÁCTICA	5
1 TRABAJO PREVIO AL CAMPO.....	9
1.1 Actividad 1: Conceptos introductorios clave.....	9
1.1.1 ¿Cómo se clasifican los plásticos?.....	9
1.1.2 Contaminación por plásticos: ¡en los ríos también ocurre!.....	10
1.2 Actividad 2: Preparación para ir al campo	11
2 ACTIVIDAD DE CAMPO	12
2.1 Actividad 1: Protocolo para muestrear mesoplásticos (MesP).....	13
2.2 Actividad 2: Protocolo para muestrear macroplásticos (MacP)	16
2.3 Actividad 3: Caracterización del río	18
3 Trabajo posterior al campo.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Actividad 1: Interpretación básica de los resultados	23
3.2 Actividad 2: Calculamos el peso de los plásticos encontrados	26
3.3 Actividad 3: Analizamos de los resultados	28
3.4 Actividad 4: ¡Compara tus resultados con los de PLASTICØPYR!.....	31
3.5 Actividad 5:Co-creamos soluciones locales	34
4 Referencias	36
Anexo 1: Caracterización del río	38
Nº 1. Velocidad del agua	39
Nº 2. Ancho del río	40
Nº 3. Profundidad del río	40
Nº 4. Caudal	41

N° 5. Olor del agua	41
N° 6. Turbidez del agua.....	42
N° 7. Temperatura ambiente	43
N° 8. Descripción del lecho de río.....	43
N° 9. Descripción del biofilm	45
N° 10. Cobertura del dosel	47
Anexo 2: Material audiovisual	48

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

La presente Guía Didáctica forma parte del proyecto Interreg POCTEFA “Estrategias para reducir la contaminación por plásticos en ríos de montaña” (PLASTICØPYR)¹. El mismo tiene el objetivo de **prevenir de una manera sostenible la acumulación de plásticos en ecosistemas de montaña y hacer compatible el turismo con la conservación de los ecosistemas fluviales.**

El proyecto está compuesto por cinco grandes acciones, y una de ellas, la N°4, comprende el monitoreo de campo, donde se buscan residuos plásticos que se clasifican por tamaños y tipo de residuos. El análisis de los ríos se desarrolla en puntos clave del territorio, ubicados en zonas naturales de los Pirineos de Andorra, España y Francia². En línea con la Acción N°4, uno de los propósitos del proyecto es **fomentar la participación de la ciudadanía en la investigación y análisis de la contaminación, y en la co-creación de modelos sustitativos sostenibles.**

Esta guía tiene como objetivo **facilitar el conjunto de herramientas pedagógicas** para que la ciudadanía, y en especial el **profesorado y alumnado a partir de 12 años en adelante, puedan participar del proyecto.** En este contexto, una de las herramientas clave desarrolladas con el fin de facilitar la participación es una **aplicación móvil** que permite la carga de datos georreferenciados que luego son enviados a una base de datos común de PLASTICØPYR. De esta forma, se genera una conexión entre el profesorado-alumnado y los investigadores, que tiene como finalidad la **contribución colectiva al análisis de la contaminación de los ecosistemas estudiados.**

¹ Para mayor información consulta la página web: <https://plastic0pyr.wordpress.com/>

² España: tramos fluviales de la zona alta del río Ter; Andorra: Sorteny-Tristaina; y Francia: cuenca Port de Lers i Vicdessos.

PRESENTACIÓN DE LA GUÍA DIDÁCTICA

La Ciencia Ciudadana según el *Green Paper on Citizen Science: Citizen Science for Europe. Socientize Project (2013)* es el compromiso del público general en actividades de investigación científica; cuando los ciudadanos contribuyen activamente a la ciencia con su esfuerzo intelectual o dando soporte al conocimiento con sus herramientas o recursos. Los participantes proveen datos experimentales o equipos a los investigadores. Los voluntarios, a la vez que aportan valor a la investigación, adquieren nuevos conocimientos o habilidades, y un mejor conocimiento del método científico de una manera atractiva. Como resultado de este escenario abierto, colaborativo y transversal, **las interacciones entre ciencia-sociedad-políticas investigadoras mejoran, conduciendo a una investigación más democrática**, basada en la toma de decisiones basada en evidencias informadas surgidas del método científico, total o parcialmente, por parte de científicos amateur o no profesionales.

Esta es uno de los objetivos de PLASTICØPYR ¡Os invitamos a participar de PLASTICØPYR para que juntos podamos llegar a más sitios, interpretar e identificar la realidad de nuestros ecosistemas y pensar conjuntamente posibles soluciones para así revertir la contaminación por plásticos en ríos de montaña!

LOS OBJETIVOS DE LA GUÍA SON:

- **Fomentar la participación** del colectivo de la educación formal y no formal en el estudio de los macro y mesoplasticos en ríos de montaña.
- **Facilitar las herramientas** necesarias - protocolos singulares basados en el método científico- para este estudio y la transferencia de conocimientos a otras realidades.
- **Promover el análisis y interpretación** de los resultados de la investigación por parte de los participantes.
- **Invitar a la búsqueda de posibles soluciones** locales en base a los resultados obtenidos en el estudio.

ESTRUCTURA/CONTENIDOS DE LA GUÍA:

En esta guía se presentan 3 bloques de actividades:

TRABAJO PREVIO	TRABAJO DE CAMPO	TRABAJO POSTERIOR
<ul style="list-style-type: none">• En el aula• Preparación trabajo de campo	<ul style="list-style-type: none">• Salida al campo• Muestreo exploratorio de campo con protocolos científicos PLASTICØPYR	<ul style="list-style-type: none">• En el aula• Análisis y interpretación de resultados• Propuestas de acción

ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS Y MATERIALES:

Seguidamente se detalla el contenido de las actividades previas, actividades de campo y actividades posteriores:

Actividades previas: Se incluye información acerca de los conceptos clave que son necesarios incorporar para familiarizarse con la temática. Además, la descripción de los protocolos para el muestreo de macroplásticos y mesoplásticos, un listado con todos los materiales necesarios y la revisión de cada uno de los parámetros medidos para caracterizar el río.

- Actividad 1: Conceptos clave
- Actividad 2: Preparación del trabajo de campo

Actividades de campo: En esta guía se detallan ampliamente los 3 protocolos para las tres actividades de campo. También de la elaborado la *Hoja de Campo*, en la cual se indica el paso a paso para la puesta en práctica de los protocolos. La guía y la hoja de campo se estructura en 3 actividades clave:

- Actividad 1: Protocolo de Mesoplásticos
- Actividad 2: Protocolo de Macroplásticos
- Actividad 3: Caracterización del río

Actividades posteriores: Una vez realizado el trabajo de campo, se proponen un conjunto de 4 actividades que tienen por objetivo analizar los datos recopilados en campo, reflexionar acerca de los residuos plásticos recogidos y que el alumnado sea capaz de establecer relaciones con los parámetros de caracterización del río. Por último, se propone una 5ª actividad con un proceso de co-creación para la búsqueda de soluciones locales y alternativas basadas en los resultados obtenidos.

- Actividad 1: Interpretación básica de los resultados.
- Actividad 2: Calculamos el peso de los plásticos encontrados.
- Actividad 3: Analizamos los resultados.
- Actividad 4: Comparamos los resultados y pensamos soluciones.
- Actividad 5: Co-creamos soluciones locales.

Otras consideraciones:

- Podrás encontrar mayor información sobre el uso de la App y la aplicación de esta Guía en la sección de Ciencia Ciudadana de nuestra página web: <https://plastic0pyr.wordpress.com/ciencia-ciudadana/>.

- En este documento se hablará de profesorado y alumnado, entendiendo que también se incluyen aquí, los profesionales y el público de la educación no formal; ya que este colectivo, desarrollada, en muchas ocasiones, su relevante actividad lúdico-educativa en los ecosistemas de montaña, objetivo de este proyecto.

- En la medida de lo posible, no utilices plásticos de un solo uso, a lo largo de todo el proyecto. Minimiza- reutiliza y recicla los recursos durante tu intervención educativa.

- Imprime lo que necesites. Solo tenemos un planeta.

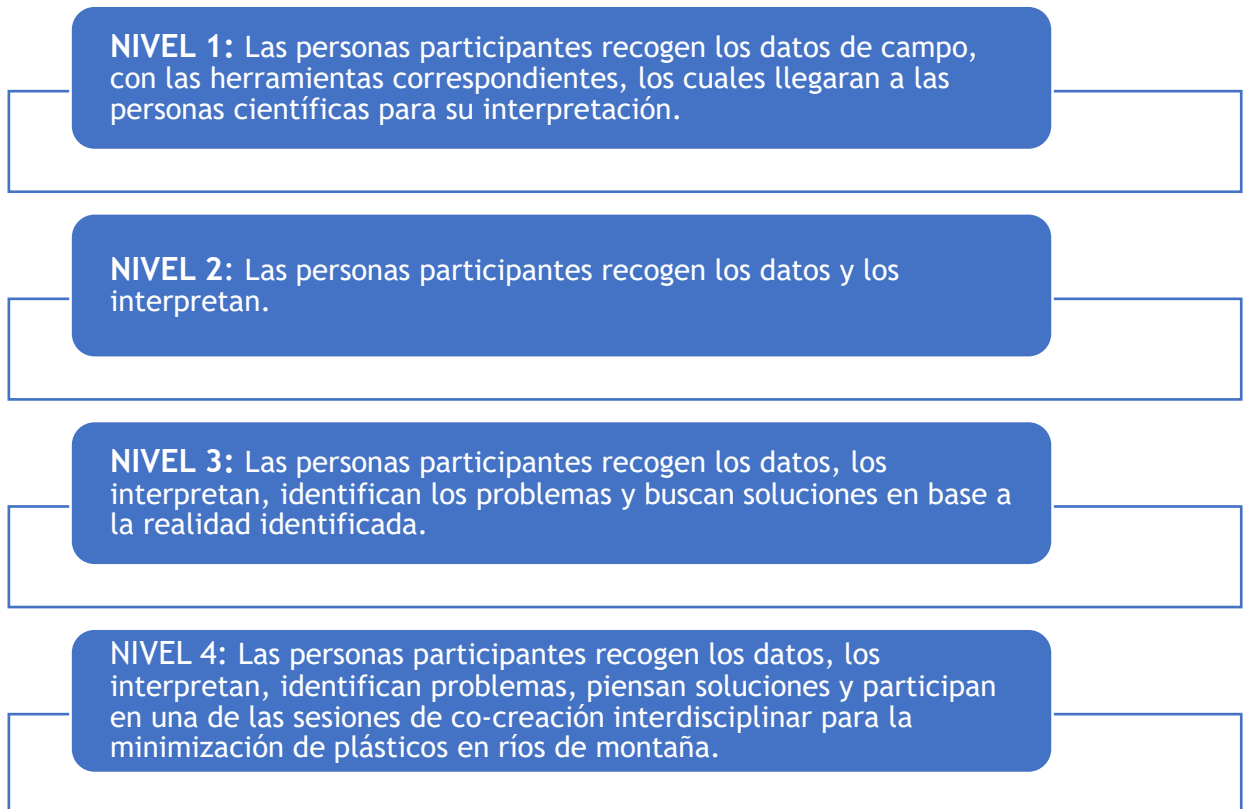
TEMPORIZACIÓN ORIENTATIVA:

En la siguiente tabla se detallan las actividades y los **tiempos mínimos** necesarios para desarrollar cada sesión.

TRABAJO PREVIÓ (TP)		TRABAJO DE CAMPO (TC)			TRABAJO POSTERIOR (TO)				
TP.A1 Conceptos claves	TP.A2 Preparación TC	TC.A1 Act. MesoPlásticos	TC.A2 Act. MacroPlásticos	TC.A3 Act. Caracterización	TO.A1 Interpretación	TO.A2 Peso	TO.A3 Análisis	TO.A4 Comparación	TO.A5 Co-creación
Una sesión de 1h	Dos sesiones de 1h	2h en el campo	1h en el campo	1h en el campo	Dos sesiones de 1h	Una sesión de 1h	Dos sesiones de 1h	Una sesión de 1h	Dos sesiones de 1h
3h		4h			8h				

NIVELES DE PARTICIPACIÓN:

Esta guía incluye la **información necesaria para realizar todas las fases** del proyecto. Cada participante (profesorado de educación formal, equipo educativo, educación no formal) **decidirá qué actividades aplica**. En la medida de lo posible, se propone a los participantes desarrollar los **4 niveles de participación** al proyecto:



Si estructuramos el contenido en base a los niveles de participación, se obtiene la tabla siguiente:

	TRABAJO PREVIO		TRABAJO DE CAMPO			TRABAJO POSTERIOR				
	A1	A2	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A4	A5
N1										
N2										
N3										
N4										

1 TRABAJO PREVIO AL CAMPO

En esta sección encontrarás información breve y clave sobre los conceptos que se necesitan aprender para realizar el programa PLASTICØPYR de Ciencia Ciudadana. Se estructura en dos secciones: i) Conceptos introductorios clave; ii) Descripción de las tareas de campo.

1.1 Actividad 1: Conceptos introductorios clave

Proporcionan un marco teórico para comprender las tareas de monitoreo que se realizarán y los ejercicios propuestos para analizar los resultados y desarrollar propuestas.

1.1.1 ¿Cómo se clasifican los plásticos?

Pueden clasificarse de varias maneras, por ejemplo, por el origen de sus componentes (renovables o no renovables), por su densidad (algunos flotan más y otros menos) o por su tamaño. En este trabajo consideramos esta última clasificación:

- **Macroplásticos (MacP):** > 5 cm
- **Mesoplásticos (MesP):** 0.5 cm - ≤5 cm
- **Microplásticos (MicP):** 0.1 μm - ≤5 mm (no los consideramos en esta guía)
- **Nanoplasticos:** 1 nm - ≤0.1μm (no los consideramos en esta guía)

Macroplástico

> 5 cm



Mesoplástico

5 cm - 0.5 cm



Microplástico

5 mm - 0.1 μm



En el medio ambiente ocurre la degradación en partículas más pequeñas.

Figura 1. Clasificación de los plásticos por tamaños.

Tenemos en cuenta la diferencia de tamaños porque los residuos plásticos tienden a degradarse cuando están en el ambiente, y mediante los protocolos que presentamos buscaremos plásticos grandes que pueden tener sus características originales, y plásticos más pequeños que pueden ser producto de la fragmentación de los grandes.

Hay factores mecánicos (por ej. la fuerza del viento o el agua), químicos (por ej. por la luz del sol) y biológicos (microorganismos) que promueven esta fragmentación.

1.1.2 Contaminación por plásticos: ¡en los ríos también ocurre!

Profesorado/ Educador/a:

Se puede pedir a los alumnos y alumnas que busquen plásticos a su alrededor, los midan y los clasifiquen.

Luego establezcan una relación con las medidas de sus manos: por ej.: los plásticos más grandes que un dedo son MacP.

¿Qué tipo de los plásticos que encontraron son más abundantes? ¿MacP o MesP? MacP: porque los MesP suelen generarse por fragmentación cuando están expuestos a condiciones ambientales. Seguramente en el río encontremos mayor cantidad.



Hoy en día el plástico se ha convertido en parte de nuestra vida debido a sus incomparables características y prestaciones. Miren a su alrededor, los útiles escolares, los alimentos, seguramente pocas cosas no contengan plásticos. Pero cuando estos son liberados al ambiente se convierten en un gran problema.

La contaminación por plásticos es un problema global que afecta todos los hábitats naturales, que están conectados a través de una gran red global de ríos, lagos, suelos, océanos y hasta a través de la atmósfera.

En los últimos años ha sido muy común referirse a la contaminación por plásticos en el océano (principalmente microplásticos). Sin embargo, estudios recientes muestran que muchas actividades humanas producen contaminación por macroplásticos y mesoplásticos en aguas continentales (ríos, lagos, lagunas).

Una vez que los plásticos ingresan al ecosistema acuático, contaminan las áreas de ribera (las orillas), la columna de agua y también el hábitat bentónico (conformado por los organismos que habitan el fondo del río). También pueden ser retenidos en el río por un determinado tiempo (por ej. atrapados por la vegetación o por las rocas), y luego ser transportados aguas abajo cuando ocurren inundaciones o fuertes lluvias. De esta forma, los plásticos que transporta el río son una fuente de contaminación para los océanos.

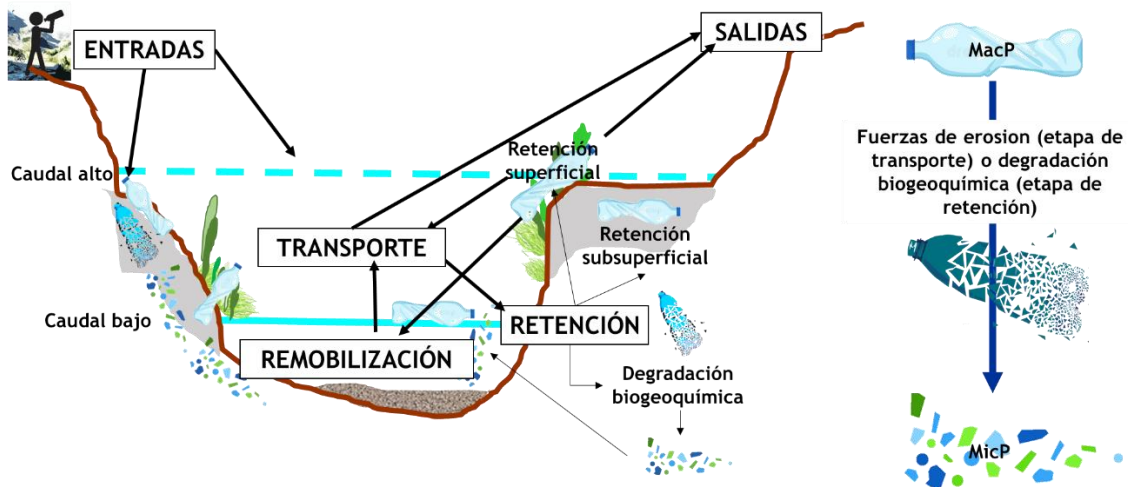


Figura 2. Modelo conceptual de la ruta de los plásticos (MacP, MesP y MicP) en un ecosistema fluvial. Modificado a partir de Liro et al. 2020.

Profesorado/ Educador/a:

Se puede trabajar con el esquema conceptual preguntando a los alumnos y alumnas:

- Que nombren actividades humanas que generen contaminación por plásticos en los ríos (Ejemplos: residuos urbanos mal gestionados, actividad agrícola, actividad turística, cacería, tratamiento de aguas residuales - depuradoras);
- ¿Qué elementos del ecosistema fluvial pueden retener los plásticos? (vegetación, rocas fuera y dentro del río, obstáculos, puentes, etc.);
- ¿Qué ocurre cuando son retenidos? (se fragmentan con el paso del tiempo, de MacP a MesP)
- ¿Qué fenómenos pueden generar que esos plásticos sean liberados y sigan el recorrido del río? (inundaciones, lluvias fuertes, escorrentías superficiales [por ejemplo si hay un área con riego excesivo y el agua escurre de la tierra hacia el río]).

1.2 Actividad 2: Preparación para ir al campo

Para preparar la actividad de campo, es recomendable leer toda la actividad (punto siguiente), preparar los materiales necesarios - hoja de campo- y hacer prácticas con las aplicaciones propuestas, especialmente con la App Marine Debris Tracker. Antes de ir al campo:

- ✓ Descarga la Hoja de Campo con los procedimientos resumidos [aquí](#).
- ✓ Visualiza este tutorial de la App Marine Debris Tracker [aquí](#).

2 ACTIVIDAD DE CAMPO

¿Dónde realizar la actividad PLASTICØPYR?

Los protocolos están desarrollados para llevarse a cabo en ríos de montaña y han sido validados en ríos del Pirineo (tramos altos del río Ter en Catalunya, los ríos Tristaina, Rialb y Valira del Norte en Andorra, y el río Vicdessos en Francia). Por lo que es aconsejable seleccionar sitios ubicados en el Pirineo o en su defecto, otros ríos de montaña. Estos generalmente están ubicados en montañas de como mínimo 300 metros de altitud, en las cabeceras de las cuencas. Se caracterizan por encontrarse en zonas con altas pendientes, son generalmente estrechos y poco profundos.

¡Podemos ayudarte a seleccionar el sitio de estudio! Puedes contactarte con el equipo PLASTICØPYR mediante el siguiente email: plasticopyr@gmail.com.

Considerar aspectos de seguridad

Las actividades que involucran el estudio de ríos son inherentemente riesgosas. Por esto, es recomendable considerar aspectos de salud y seguridad, como contar con un buen acceso al río, tener en cuenta si pudiera haber cambios en el caudal debido a eventos de lluvias fuertes antes de la salida de campo, cobertura telefónica, posible abertura de compuertas, etc.

En esta sección te vamos a contar cómo realizar el muestreo de plásticos en ríos de montaña utilizando un método científico, es decir siguiendo protocolos previamente diseñados para este fin. Es por esto por lo que los datos que recojan pueden compararse con los de otros muestreos y así generar mayor información sobre nuestros ríos. ¡Los datos que recojan serán muy importantes!

Es recomendable contar con la App Marine Debris Tracker - PLASTICØPYR durante el muestreo para cargar los datos que vayan obteniendo. En el siguiente link encontrarán un tutorial sobre su uso que será necesario ver antes de ir al campo: <https://www.youtube.com/watch?v=ilqXfxhtXaA>.

Además, se puede realizar una prueba piloto en el colegio, en el que el alumnado pruebe cómo funciona la App a través de una búsqueda de plásticos en el patio de la escuela.

Puedes descargar la Hoja de Campo que contiene los procedimientos resumidos haciendo click [aquí](#).

2.1 Actividad 1: Protocolo para muestrear mesoplásticos (MesP)

¿Dónde vamos a buscar plásticos?

En el área de ribera que son las orillas del río. Puede muestrearse sólo una orilla, ¡o si el grupo se anima y cuentan con más tiempo pueden completar las dos orillas!

¿Qué tipo de plásticos buscamos?

Mesoplásticos.

Son plásticos pequeños pero que pueden verse a simple vista. Miden entre 5 cm y 5 mm. Estos plásticos se llaman mesoplásticos, también los puedes encontrar escritos como MesP.

Materiales que necesitamos

- (1) Cinta métrica
- (4) Marcadores color amarillo (cuerda/tela no plástica para marcar el área)
- (4) Marcadores color azul (cuerda/tela no plástica para marcar los puntos importantes)
- (1/equipo o persona) Regla plegable (2 metros)
- (3/6) Frascos de vidrio (35 ml) (3) Si se muestrea solo un lado del río, o (6) si se muestrean ambos.
- (1/equipo o persona) Guantes
- App Marine Debris Tracker - Lista PLASTICØPYR

Opcional

- (1/equipo o persona) Pinzas pequeñas de metal
- (1/equipo o persona) MesP formulario de campo

Cosas a definir antes de la salida de campo

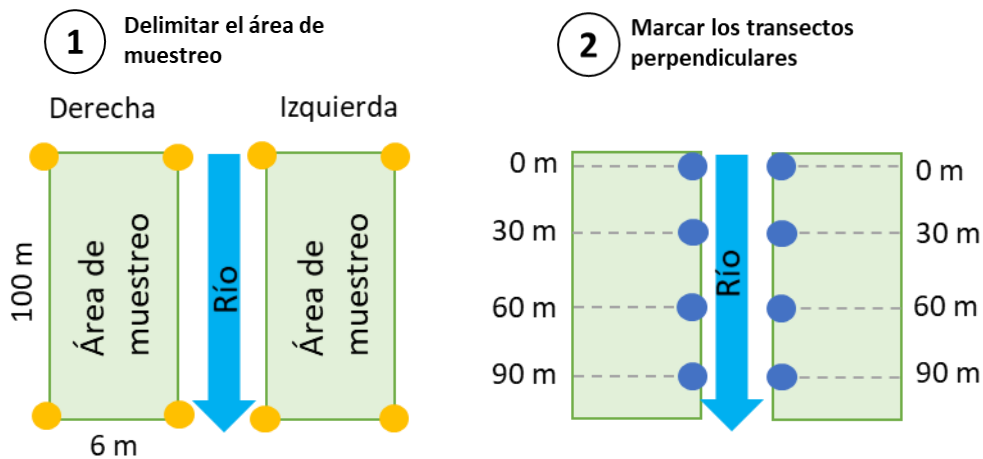
- Si se van a analizar los plásticos encontrados, se deben guardar durante el muestreo → se necesita llevar botes o recipientes (pequeños).
- N° de equipos/participantes para definir la cantidad de materiales.

Cómo será el procedimiento

(Se encuentra resumido en la hoja de campo)

Preparación del área de muestreo: Se comenzará con la delimitación del espacio donde se buscarán los plásticos (área de muestreo). Para esto, usamos una cinta métrica: identificamos el punto cero sobre la orilla del río y comenzamos a medir hasta llegar a los 100 m. Luego medimos perpendicularmente 6 m. Marcamos los vértices de esta área con los marcadores color amarillo (marcamos en 0 m, 100 m, y 6a m y 6b) (Ver esquema 1). Como no se abarcará toda el área, se marcarán los puntos importantes cada 30 m que señalan los sitios donde hay que buscar los mesoplásticos. Con la cinta métrica y los cuatro marcadores azules vamos a marcar cuatro árboles o superficies visibles que se ubiquen sobre el río (Ver esquema 2).

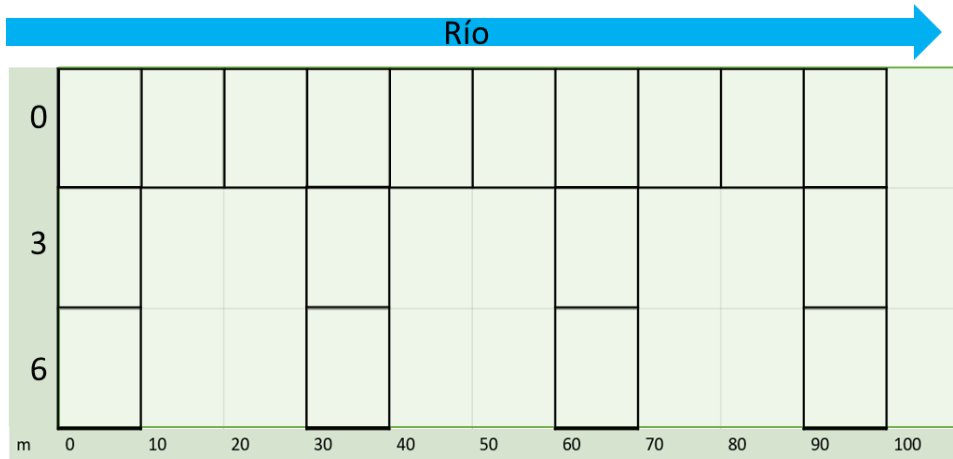
Formación de equipos y distribución de transectos: El muestreo se realiza a tres distancias: sobre la línea de 0 m donde el agua toca la tierra de la orilla, a los 3 m de este punto y a las 6 m. Esto en cada línea perpendicular a los puntos azules marcados anteriormente. Asimismo, en la línea 0 m, se muestrea cada 10 m (En el esquema 3 se puede ver más claro).



Si el grupo cuenta con más de cuatro personas es recomendable formar equipos. Es importante que antes de empezar se distribuyan los recorridos para cada equipo, así por ejemplo, los Equipos 1 y 2 se encargarán del transecto de 0 m, el Equipo 2 del transecto de 3 m, y el Equipo 3 del transecto de 6 m (Ver esquema 4). Puede haber un encargado por equipo que cargue los residuos que se vayan encontrando en la app Marine Debris Tracker.

Cada equipo deberá contar con reglas plegables para formar el cuadrante de 40 cm x 40 cm.

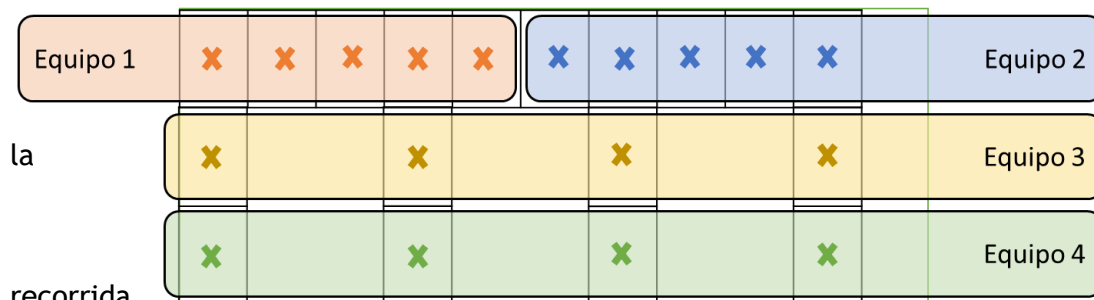
3 Puntos de muestreo (18)



4 Ejemplo de distribución de puntos de muestreo para el trabajo en equipos

Muestreo:

Comenzar



recorrida

de muestreo tomando como referencia los vértices marcados con amarillo y los puntos importantes marcados en azul. En cada punto se colocará el cuadrado de 40 cm x 40 sobre la tierra y será el marco para buscar plásticos. Como los plásticos que buscamos con este método son pequeños, vamos a tener que usar pinzas o las manos para mover las hierbas y hojas que podrían taparlos. A medida que se vayan encontrando plásticos u otros materiales con una longitud menor a 5 cm se podrán ingresar en la App. Si se quiere analizar luego los plásticos, deben colocarse en botes de vidrio u otro envase. Pueden guardarse clasificados según las distancias (0 m, 3 m y 6 m) para observar las diferencias que existen entre las zonas más cercanas al río y más alejadas.

2.2 Actividad 2: Protocolo para muestrear macroplásticos (MacP)

¿Dónde vamos a buscar plásticos?

En el área de ribera que son las orillas del río. Puede muestrearse sólo una orilla, ¡o si el grupo se anima y cuentan con más tiempo pueden completar las dos orillas!

¿Qué tipo de plásticos buscamos?

Macroplásticos.

Son plásticos grandes que miden más de 5 cm, también los puedes encontrar escritos como MacP.

Materiales que necesitamos

- (1) Cinta métrica
- (4) Marcadores color amarillo (cuerda/tela no plástica para marcar el área)
- (1/ persona) Guantes
- (1/equipo o persona) Bolsa de algodón o recipiente para juntar los plásticos
- App Marine Debris Tracker - Lista PLASTICØPYR

Opcional

- (1/equipo o persona) Pinzas largas
- (1/equipo o persona) MacP formulario de campo
- (1) Báscula
- Etiquetas

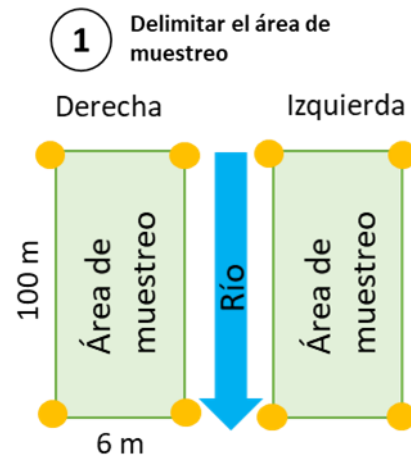
Cosas a definir antes de la salida de campo

- Si luego se van a analizar los plásticos encontrados, se deben guardar durante el muestreo → llevar bolsas o recipientes. Para tener trazabilidad entre lo que se guarda en la App y las muestras que se recogen, éstas se pueden etiquetar. Por ejemplo, como M1; M2; Mn; refiriéndose a “Muestra 1”.
- N° de equipos/participantes para definir la cantidad de materiales.

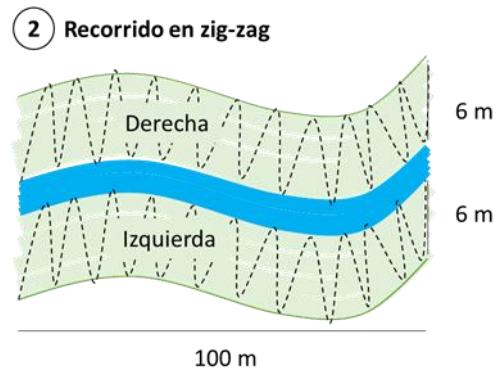
Cómo será el procedimiento

(Se encuentra resumido en la hoja de campo)

Preparación del área de muestreo: Si ya se realizó el protocolo de mesoplásticos, se utiliza la misma área delimitada. Si no, se comenzará con la delimitación del espacio donde se buscarán los plásticos (área de muestreo). Para esto, usamos una cinta métrica: identificamos el punto cero sobre la orilla del río y comenzamos a medir hasta llegar a los 100 m. Luego medimos perpendicularmente 6 m. Marcamos los vértices de esta área con los marcadores color amarillo (marcamos en 0 m, 100 m, y 6a m y 6b) (Ver esquema 1).



Muestreo: El recorrido se realiza en zig-zag abarcando toda el área delimitada. Se recoge todo el plástico mayor a 5 cm (MacP) que se encuentre, y se recogen los datos geolocalizados en la App.



Recordar que es posible ingresar las dimensiones de cada residuo encontrado para obtener datos del área. También se pueden pesar e ingresar el dato a la App para obtener el peso total y por categoría de residuos (Ver sección 3 *Trabajo posterior al campo*).

2.3 Actividad 3: Caracterización del río

Además del monitoreo de residuos plásticos, es importante caracterizar el tramo del río, y así obtener una aproximación sobre el estado de la calidad del agua y del entorno estudiado. Este análisis es importante, ya que permite la identificación y entendimiento de los impactos de las actividades humanas y de los usos del suelo sobre el curso de agua.

Para realizar la caracterización, la App proporciona un listado de parámetros a completar a través de la observación de algunas variables físicas y biológicas:

< River, Streambed, and Benthos Characteristics	< River, Streambed, and Benthos Characteristics	< River, Streambed, and Benthos Characteristics
1. Water Velocity (m/s) <input type="text"/>	6. Water turbidity <input type="text" value="0 - Transparent"/>	10. % of Pebbles (1 - 5cm) <input type="text"/>
2. River Width (m) <input type="text"/>	7. Ambient T Temperature in C <input type="text"/>	11. % of Gravel and sand (size < 1 cm) <input type="text"/>
3. River Depth (m) <input type="text"/>	8. % of Streambed Boulders (size > 25 cm) <input type="text"/>	12. % of Silt and clay <input type="text"/>
4. Water flow (m ³ /s) <input type="text"/>	9. % of Streambed Stones (5 - 25 cm) <input type="text"/>	13. Description of Biofilm <input type="text" value="1 - No biofilm"/>
5. Stream smell <input type="text" value="0 - no smell detected"/>	10. % of Pebbles (1 - 5cm) <input type="text"/>	14. Description of Canopy (%) <input type="text"/>
<input type="button" value="Save"/>	<input type="button" value="Save"/>	<input type="button" value="Save"/>

Figura 3: Marine Debris Tracker App. Capturas de pantalla de los campos a completar para la caracterización del río.

A fin de facilitar este trabajo, se ha elaborado la Tabla 1 que aporta los parámetros traducidos al Castellano y ejemplos que muestran valores y unidades reales que han sido tomadas en ríos del Pirineo para que puedan servir de referencia. Contiene además una columna en blanco que podrá servir para que los alumnos y alumnas completen la tabla durante la salida de campo y recopilen la información para volcarla luego en la App. De esta manera, la tabla podrá ser empleada en clase para el repaso previo a la salida de campo y en el campo como hoja de soporte.

N°	Parámetro inglés según Marine Debris Tracker	Parámetro en castellano	Ejemplo	Espacio para completar
1	Water velocity (m/s)	Velocidad del agua (m/s)	0,51 m/s	
2	River width (m)	Ancho del río (m)	7,2 m	
3	River depth (m)	Profundidad del río (m)	0,56 m	
4	Water flow (m ³ /s)	Caudal del río (m ³ /s)	0,42 m ³ /s	
5	Stream smell - No smell detected - Little - Medium - A lot	Olor del agua - No se detecta - Un poco - Medio - Mucho	[Seleccionar una opción]	
6	Water turbidity - Transparent - Almost transparent - Little cloudy - Very cloudy	Turbidez del agua - Transparente - Casi transparente - Un poco turbia - Muy turbia	[Seleccionar una opción]	
7	Ambient Temperature in °C	Temperatura ambiente en °C	12 °C	
8	Description of streambed: - % of Streambed boulders (size >25 cm) - % of Streambed stones (5 - 25 cm) - % of pebbles (1 - 5 cm) - % of gravel and sand (size <1 cm) - % of silt and clay	Descripción del lecho del río: - % de roca (diámetro >25 cm) - % de canto rodado (5 - 25 cm) - % de guijarro (1 - 5 cm) - % de grava y arena (diámetro <1 cm) - % limo y arcilla	[Completar con el porcentaje de cada uno] 5% 30% 40% 25% 0%	-% de rocas (diámetro >25 cm): _____ -% de canto rodado (5 - 25 cm): _____ -% de guijarro (1 - 5 cm): _____ -% de grava y arena (diámetro <1 cm): _____ -% limo y arcilla : _____
9	Description of biofilm: - Without biofilm - Thin biofilm (<1 mm) - Thick biofilm (> 1 mm) - Filamentous algae	Descripción del biofilm: - Sin biofilm - Biofilm delgado (< 1 mm) - Biofilm grueso (> 1 mm) - Filamentos algales	[Seleccionar una opción]	
10	Description of Canopy	Descripción de la cobertura del dosel	[Completar con % de cobertura] 25%	

Tabla 1: Caracterización del río.

En el [Anexo 1](#) se proporciona mayor información donde se definen los parámetros. Se puede hacer una revisión de los mismos, en la que se explique a los alumnos y alumnas los aspectos principales de cada uno de ellos. Asimismo, en el Anexo, también se encuentran actividades para el cálculo de algunos parámetros (velocidad, caudal, cobertura del dosel, etc.) y la observación de otros (biofilm, olor del agua, etc.).

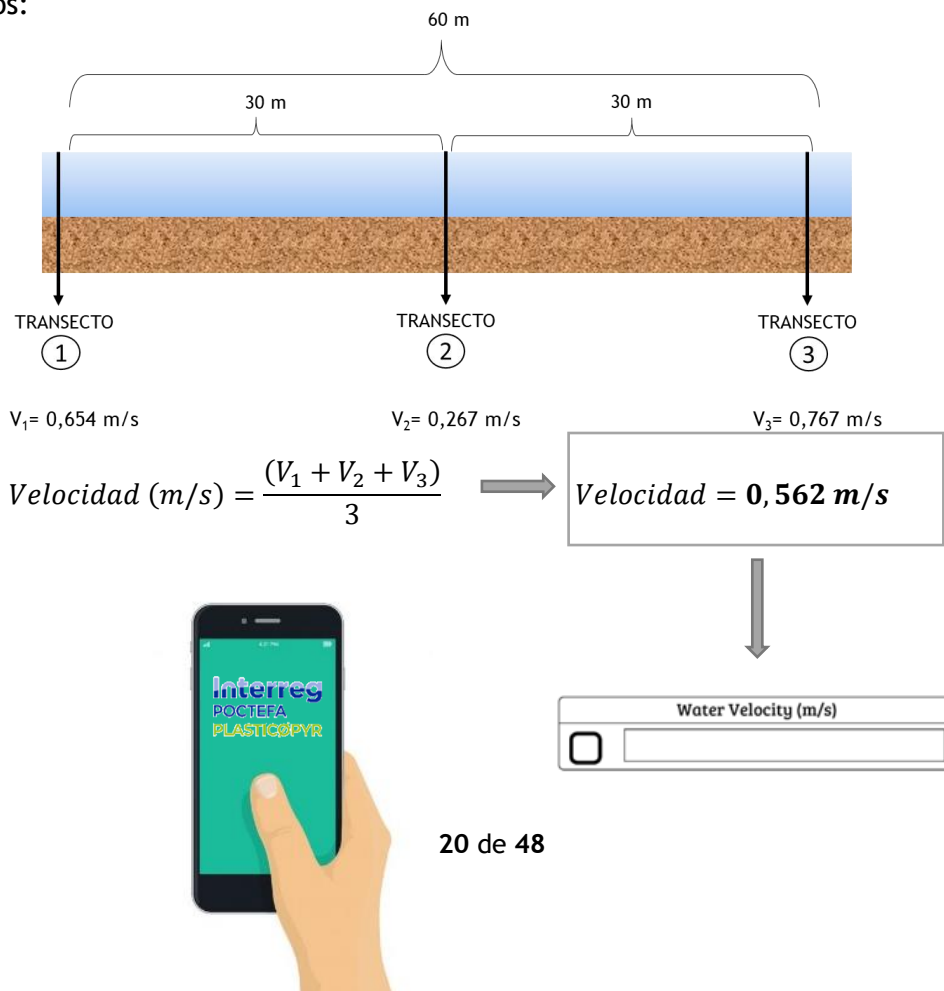
Otro punto a considerar: selección de transectos

Generalmente cuando se estudia un río, se suelen seleccionar tres transectos en una distancia de 60 metros, ya que en cortas distancias sus características pueden variar. En cada uno de ellos se realizan observaciones y mediciones de los parámetros indicados en la Tabla 1 y el Anexo 1. En el caso de ciencia ciudadana, es posible elegir un tramo o tres a lo largo de los 100 metros analizados (del área de muestreo marcada), eso dependerá del tiempo disponible, u otras preferencias del docente.

Si se eligieran tres transectos, para los parámetros cuantitativos se deberán tomar los valores de T1, T2 y T3 y calcular el promedio entre los tres. Este valor promedio será cargado en la App. En el caso de los parámetros cualitativos se elegirá el más representativo. Si se escoge por caracterizar un tramo, entonces serán los valores de este los que se cargarán.

También es posible formar equipos y que cada uno caracterice un tramo. Luego se ponen los valores en común, se calculan los promedios y se cargan a la App.

La figura a continuación muestra un ejemplo para el caso en que se optara por los tres transectos:



Una vez acabado el muestreo, o la obtención de los promedios, abrir la App y elegir “Continue”. Luego, se abrirá el listado de parámetros con sus campos para completar. En este paso se recomienda consultar la Tabla 1, en la que se pueden leer los parámetros en Castellano y completar los datos que se vayan obteniendo en la última columna. Estos datos serán volcados en la App, luego se guardarán apretando “Save” y podrán compartirse con la comunidad científica apretando nuevamente “Upload session”.

¡No olvides que también puedes descargarte toda información desde la página web de Marine Debris Tracker!

Materiales que necesitamos:

- (1/participante o equipo) Botas de goma;
- (1) Cinta métrica;
- (3) Naranjas;
- (1/participante o equipo) Móvil;
- (1/participante o equipo) Tabla 1 y lápiz.

La aplicación de los protocolos tiene un tiempo estimado de 3 horas. Si se cuenta con menor disponibilidad, se recomienda realizar un protocolo para buscar residuos plásticos y la caracterización del río.

3 TRABAJO POSTERIOR AL CAMPO

En esta sección encontrarás 5 actividades que tienen el objetivo de guiar la interpretación de los resultados y del trabajo realizado. Se trabajará con el Excel que genera la App una vez finalizado el muestreo y también con las muestras de plásticos si han decidido preservarlas para analizarlas (esto es opcional). Las actividades propuestas son las siguientes:

- Actividad 1: Interpretación básica de los resultados
- Actividad 2: Calculamos el peso de los plásticos encontrados.
- Actividad 3: Analizamos los resultados.
- Actividad 4: Comparamos los resultados y pensamos soluciones
- Actividad 5: Co-creamos soluciones locales interdisciplinariamente

Actividad 1: Interpretación básica de los resultados

Para la interpretación de los resultados se propone trabajar con Excel.

En primer lugar, se debe generar y enviar el documento, por email a través de la página web de la App (<https://debristracker.org/>) de la siguiente manera: *Log in* → *Download my data*.

Una vez obtenido, se deben unificar todos los documentos que se hayan generado sobre el mismo muestreo de campo (si hubo por ejemplo tres encargados/as de cargar en la App habrá tres documentos de Excel), o por el contrario se pueden trabajar por separado en grupos.


El Excel estará separado por comas y podrá ordenarse en columnas de la siguiente manera: [adecuación de la hoja de cálculo](#).

De todas las columnas que arroja sólo nos quedaremos con las que no están marcadas con color. Las coordenadas pueden eliminarse o no, según se desee.

item_id	name	time	quantity	latitude	longitude	altitude	accuracy	description	list_id	type_id	pic
4318	Shampoo / Conditioner bottle	1,617E+12	1	4.168.337.631.225.580	28.001.580.238.342.200	9.273.194.885.253.900	65	30 x 12	100	382	
4342	Flip-flops	1,617E+12	1	4.168.337.631.225.580	28.001.580.238.342.200	9.273.394.775.390.620	65	38 x 9	100	387	
4360	Glove	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	10 x 10	100	389	
4305	Plastic Cup	1,617E+12	3	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	10 x 5	100	918362	
4306	Plastic Jug	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	10 x 8	100	918363	
4308	Plastic Food Wrappers	1,617E+12	2	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	8 x 4	100	918181	
4310	Take-out Containers	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	20 x 12	100	918364	
4314	Other	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	6 x 3	100	918180	
4315	Toothbrush	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	20 x 2	100	918365	
4320	Cotton Swab	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	0,5 x 6	100	926895	
4320	Cotton Swab	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	0,5 x 7	100	926896	
4322	Disinfectant wipes	1,617E+12	8	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	15 x 15	100	918183	
4325	Soft plastic fragments	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	8 x 2	100	918184	
4326	Other	1,617E+12	1	41.683.387.756.347.600	2.800.159.215.927.120	9.270.672.607.421.870	65	3 x 2	100	918178	

Figura 4: Hoja de cálculo generada por la App. En rosa oscuro se señalan las columnas que no se utilizarán, en rosa claro las opcionales y en blanco con las que se trabajará.

De esta forma quedarán tres columnas:

- **Nombre (*name*):** hace referencia al tipo de residuo y da el nombre de la subsección que se seleccionó en la App. Por ejemplo, si el ítem es un envase de shampoo, se habrá seleccionado la sección “Cuidado personal” y la subsección “Botella de shampoo/ acondicionador”.
- **Cantidad (*quantity*):** proporciona la cantidad de ítems por cada subsección (si fueron cargados juntos, sino aparecerán por separado). 
- **Descripción (*description*):** muestra las dimensiones que se tipieron durante el muestreo (ancho x alto).

Luego hay que dividir la columna de *descripción* en dos, lo que se hará de la misma forma que anteriormente se pasó de separación por comas a columnas:



Luego obtendremos el valor del área de cada residuo en cm^2 . Para esto, nos podemos ayudar con las anotaciones que hicimos en la Hoja de Macroplásticos (la que completaron en el río) en la que apuntamos la forma que mejor representa al residuo. Si es un cuadrado o rectángulo será multiplicando las dos dimensiones (*alto x ancho*), si es un círculo solo utilizaremos el diámetro para obtener el radio ($A = \pi r^2$), y para los residuos que se ajusten mejor a la forma de un triángulo se utilizará la fórmula que corresponda a su tipo (por ejemplo, un triángulo rectángulo, $A = \text{base} \times \text{altura} / 2$). Recordar que si el número de ítems es > 1 , se debe multiplicar también esta columna para obtener el área total de ese tipo de residuo.

Sumar las columnas de Cantidad (n° de ítems) y de Área (cm^2) para obtener los totales.


Nombre subsección	Cantidad (n° de ítems)	Dimensión (cm)	Dimensión (cm)	Área (cm^2)
Shampoo / Conditioner bottle	1	30	12	360
Flip-flops	1	38	9	342
Glove	1	10	10	100
Plastic Cup	3	10	5	150
Plastic Jug	1	10	8	80
Plastic Food Wrappers	2	8	4	64
Take-out Containers	1	20	12	240
Plastic bottle	1	20	8	160
Toothbrush	1	20	2	40
Cotton Swab	1	0,5	6	3
Cotton Swab	1	0,5	7	4
Disinfectant wipes	8	15	15	1.800
Soft plastic fragments	1	8	2	16
Plastic bottle	1	18	8	144
Total	24			3.503

Figura 5: Hoja de cálculo con el área de cada residuo.

Finalmente, si hubiera dos tipos de residuo iguales en filas diferentes, se hace la sumatoria de n° de ítems y de área para que quede una única fila por residuo:

Nombre subsección	Cantidad (nº de ítems)	Área (cm ²)
Shampoo / Conditioner bottle	1	360
Flip-flops	1	342
Glove	1	100
Plastic Cup	3	150
Plastic Jug	1	80
Plastic Food Wrappers	2	64
Take-out Containers	1	240
➡ Plastic bottle	2	304
Toothbrush	1	40
➡ Cotton Swab	2	7
Disinfectant wipes	8	1.800
Soft plastic fragments	1	16
Total	24	3.503

Figura 6: Hoja de cálculo con las subsecciones agrupadas (Nivel 3 omitir este paso).



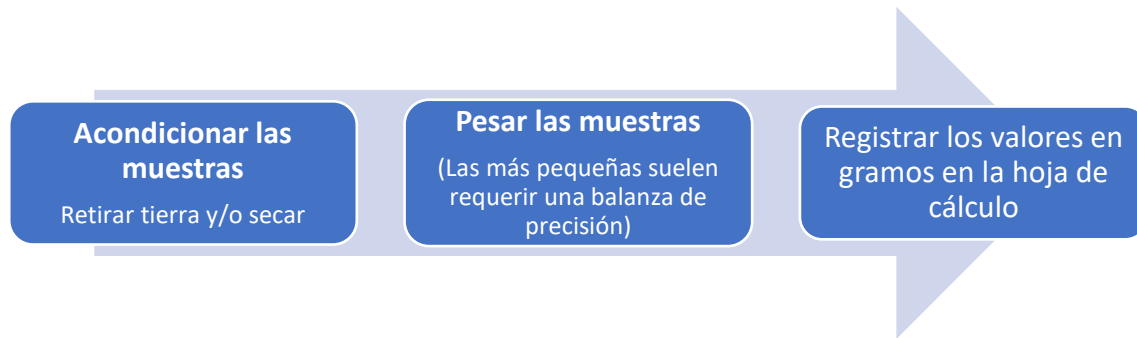
 ¡Ahora ya contamos con los datos necesarios para seguir con la investigación! Continúa por la Actividad 2 para pesar o la 3 para analizar los resultados.

Actividad 2: Calculamos el peso de los residuos encontrados

Esta actividad continúa con la hoja de cálculo trabajada en la Actividad 1.

Obtendremos el peso de cada ítem para tener una variable más que nos proporcionará más información.

El procedimiento a seguir será el siguiente:



Para poder relacionar las muestras con los valores cargados en la App (n° de ítem y área), nos ayudamos con los códigos de las etiquetas: M1 = 36 g. Tendremos que añadir una columna más para indicar el código.

Nombre subsección	Cantidad (n° de ítems)	Área (cm ²)	Código de muestra	Peso (g)
Shampoo / Conditioner bottle	1	360	M1	36
Flip-flops	1	342	M2	40
Glove	1	100	M3	22
Plastic Cup	3	150	M4/M5/M6	78
Plastic Jug	1	80	M7	45
Plastic Food Wrappers	2	64	M8/M9	5
Take-out Containers	1	240	M10	12
Plastic bottle	2	304	M11/M24	58
Toothbrush	1	40	M12	10
Cotton Swab	2	7	M13/M14	4
Disinfectant wipes	8	1800	M15/M16/M17/M18	75
Soft plastic fragments	1	16	M23	1
Total	24	3.503		386

Figura 7: Hoja de cálculo con el peso (g) y el código de la muestra.



Profesorado/ Educador/a:

Para razonar porqué se pesan los residuos...

El peso es la variable más importante que podemos obtener de nuestro estudio para analizar la carga de contaminación que posee el sitio. Si vemos los datos que hemos sacado hasta el momento, tenemos el número de ítems (n° ítems) y su área (cm²). Estos valores nos indican de diferentes formas el grado de afectación por los residuos plásticos (y otros materiales), es decir, cuanto mayor sea el n° de ítems, mayor afectación habrá. Pero... ¿Los ítems son todos iguales? ¿Es lo mismo referirnos a 30 bolsas de plástico que a 30 colillas de cigarrillo? Por lo tanto, **el n° de ítems nos proporciona una idea general de la contaminación por plásticos, pero no es información rigurosa.**

Por otro lado, **el área (cm²)** adiciona información en cuánto a la superficie que ocupan los ítems. Esto puede ser relevante a la hora de analizar **el efecto que ejercen los plásticos sobre el entorno natural a nivel paisajístico.** Y de esta forma, si el área es mayor, la afectación al paisaje será mayor.

Pero cuando queremos preguntarnos acerca de **cuántos MicP podrían generarse como consecuencia de la fragmentación de los MacP** de la ribera... **¡Debemos saber cuánta masa de plásticos hay!** Además, podremos comparar esta variable con los resultados de PLASTICØPYR y observar que el peso nos ayuda a comprender mejor la contaminación por plásticos en los ríos.

Actividad 3: Analizamos los resultados

¡Llegó la hora de mirar en más detalle y analizar qué es lo que hemos encontrado! Con la hoja de cálculo y la App a mano, formar grupos para responder estas preguntas:

1. ¿Cuál es el tipo de residuo más abundante? ¿Está compuesto por plástico?

2. Calcula la superficie del área de muestreo (la que delimitaron en el río) multiplicando largo (m) por ancho (m). Por ejemplo 6 m x 100 m = 600 m². Recuerda que si aplicaron los protocolos en ambos lados del río, se ha de multiplicar por 2.

Área de muestreo = _____ m²

3. Calcula y anota del total de ítems encontrados dividiendo por el valor del área de muestreo:

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ total de ítems}}{m^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ total de ítems de plástico}}{m^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ del ítem más abundante}}{m^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

¿Cuál es el porcentaje que representan los residuos de plástico sobre el total de residuos encontrados?

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ total de ítems de plástico}}{\text{n}^\circ \text{ total de ítems}} \times 100$$

Porcentaje de residuos plásticos sobre el total de residuos = _____%

¡PUEDEN REALIZAR GRÁFICOS, TABLAS O FIGURAS CON EL TIPO DE RESIDUO Y EL N° DE ÍTEMS!

4. Vamos a ver cuánto ocupan esos residuos... Calcula:

$$\frac{\text{área total de residuos (cm}^2\text{)}}{m^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{\text{área de los residuos plásticos (cm}^2\text{)}}{m^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

También se pueden convertir los cm² a m² y conocer cuál es el porcentaje del área de muestreo que está cubierta por plásticos:

$$\frac{\text{área total de residuos plásticos}(cm^2)}{10.000} = \text{área total de residuos plásticos} (m^2)$$

→ Porcentaje de superficie cubierta por residuos plásticos = _____%

PUEDEN REALIZAR GRÁFICOS, TABLAS O FIGURAS CON EL TIPO DE RESIDUO Y EL ÁREA (cm^2).

[Para Nivel 3]

5. ¿Cuántos gramos de residuos han encontrado en el área de muestreo?

$$\frac{\text{peso total (g)}}{m^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

¿Cuál es el tipo de residuo más pesado? ¿Coincide con el tipo de residuo que ocupa mayor superficie? _____

De todos los residuos encontrados, ¿cuál creen que será el que se transporte (por el viento, la lluvia, la fauna) más fácilmente y por qué?

PUEDEN REALIZAR GRÁFICOS, TABLAS O FIGURAS CON EL TIPO DE RESIDUO Y EL PESO (G).

6. ¿Encontraron mesoplásticos? Anoten: $\frac{n^{\circ} \text{mesoplásticos}}{m^2} = \underline{\hspace{2cm}}$

¿Es posible identificar a qué tipo de residuo pertenecían? Por ejemplo, fragmento de una bolsa de supermercado, una colilla de cigarrillo, etc. Registrarlo en la hoja de cálculo.

¿Qué procesos pueden haber generado que esos residuos originales se fraccionen en trozos más pequeños? ¿Y si se fraccionan aún más en que se podrían transformar?

Teniendo en cuenta toda la información que han generado:

¿Con qué actividades humanas pueden estar relacionados los residuos más abundantes?

¿Identifican algún patrón común entre los residuos que pueda darles “pistas” de su origen? (por ejemplo, si una gran cantidad son de la misma marca, casi todo el porexpan es del mismo color, etc.)

¿Esas actividades se llevan a cabo en el entorno cercano al tramo del río que estudiaron?
Identificar si el tramo del río es urbano, agrícola, forestal, área protegida.

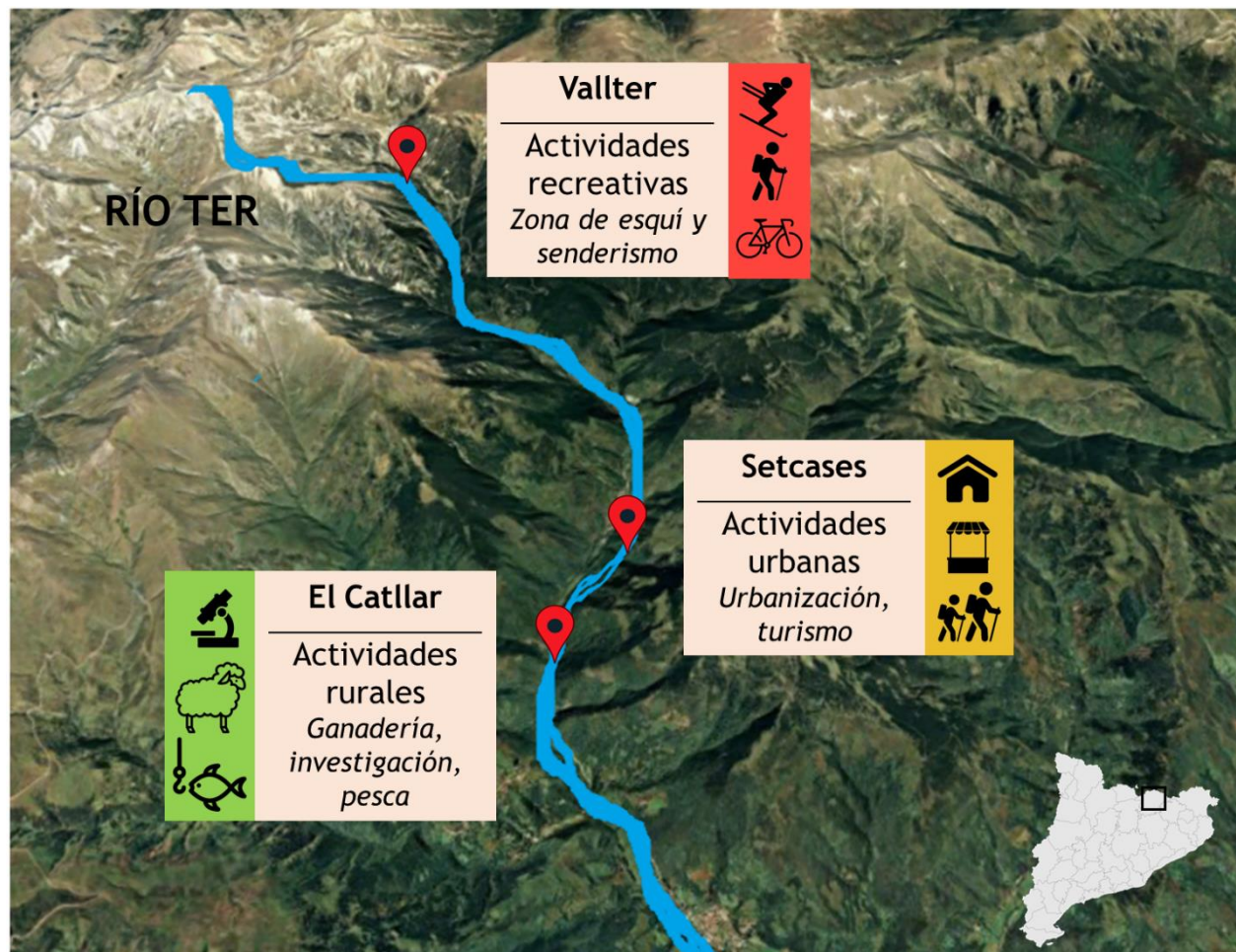
Actividad 4: ¡Compara tus resultados con los de PLASTICØPYR!

Dado que todo el trabajo que han realizado ha sido siguiendo los protocolos científicos, es posible comparar sus resultados con los que hemos obtenido mediante el estudio de ríos en el Pirineo. Presentaremos los resultados de dos formas distintas a modo de ejemplificar distintas formas de hacerlo. En esta gráfica se muestran los tres puntos de muestreo ubicados en la parte alta del río Ter, en Catalunya: Vallter, Setcases y el Catllar. Si bien el entorno natural de estos sitios es similar, las actividades humanas que se desarrollan a su alrededor son diferentes, ¡y también lo son los residuos encontrados!

Observen cuáles son las principales actividades que se desarrollan en estos sitios... ¿Cuál de ellos se aproxima más a su zona de estudio?

Comparen los valores del sitio PLASTICØPYR con los que obtuvieron en su trabajo. ¿El n° de ítems/m² es mayor o menor? ¿Qué observan en cuanto al área y el peso de los residuos?

¿El tipo de residuo más abundante coincide? ¿Cuál creen que puede ser su origen? Pueden ver los gráficos de la página siguiente.



Más adelante encontrarán los resultados de los sitios de muestreo de Andorra y Francia.

SITIO	ÍTEMS	ÀREA	PESO
<u>Vallter</u>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soft plastic fragments ■ Hard plastic fragments ■ Plastic bag ■ Plastic cup ■ Plastic bottle ■ Plastic food wrappers ■ Foam fragments ■ Disinfectant wipes ■ Rubber band ■ Fabric pieces 		
TOTALES	0,05 ítems/m²	4,70 cm²/m²	1,50 g/m²
<u>Setcases</u>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soft plastic fragments ■ Hard plastic fragments ■ Plastic bag ■ Plastic bottle ■ Personal care ■ Traffic / building works ■ Disinfectant wipes 		
TOTALES	0,03 ítems/m²	15,46 cm²/m²	0,47 g/m²
<u>Catllar</u>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soft plastic fragments ■ Hard plastic fragments ■ Plastic bag ■ Plastic cup ■ Personal care ■ Disinfectant wipes 		
TOTALES	0,01 ítems/m²	0,40 cm²/m²	0,14 g/m²

Otra manera de expresar los resultados obtenidos es a través de tablas. En este caso, les presentamos los valores de los tres países que estudiamos en PLASTICØPYR, y además hemos añadido información de otro estudio científico que ha seguido métodos similares y que por lo tanto sus resultados resultan comparables. ¡Los invitamos a que analicen, comparen y a que los números se transformen en conclusiones e ideas que ayuden a mejorar su sitio de estudio!

¿CÓMO INTERPRETAR LA TABLA?

- Las tres primeras columnas brindan información propia del sitio en el que se realizó el estudio (el país, la ubicación geográfica y la actividad humana que prevalece).
- Las últimas tres columnas presentan las densidades en términos de ítems, área y peso. Estos valores fueron obtenidos de la siguiente manera*:

$$n^{\circ} \text{ ítems}/m^2 = \frac{n^{\circ} \text{ total de ítems en un sitio}}{1.200 m^2}$$

$$cm^2/m^2 = \frac{\text{área total de los ítems en un sitio (cm}^2\text{)}}{1.200 m^2}$$

$$g/m^2 = \frac{\text{peso total de los ítems en un sitio (g)}}{1.200 m^2}$$

¡Pueden compararse con los que habéis obtenido en la Actividad 3!

* Los valores cuya fuente de información es PLASTICØPYR.

PAÍS	SITIO DE MUESTREO	PRINCIPAL ACTIVIDAD HUMANA	FUENTE DE INFORMACIÓN	Nº DE ÍTEMS (nº ítems/m ²)	ÁREA (cm ² /m ²)	PESO (g/m ²)
Andorra	Sorteny	Área de baja actividad humana	PLASTICØPYR	0,03	10,12	0,66
Andorra	Arcalís	Área de actividad turística	PLASTICØPYR	0,05	6,37	0,67
Andorra	Santa Bárbara	Área urbana	PLASTICØPYR	0,03	2,88	0,33
Cataluña	El Catllar	Área de baja actividad humana	PLASTICØPYR	0,01	0,40	0,14
Cataluña	Vallter	Área de actividad turística	PLASTICØPYR	0,05	4,70	1,50
Cataluña	Setcases	Área urbana	PLASTICØPYR	0,03	15,46	0,47
Francia	Bernadouze	Área de baja actividad humana	PLASTICØPYR	0	0	0
Francia	Campan	Área de baja actividad humana	Bruge et al. 2018	0,01	ND	ND
Francia	Bours	Área urbana	Bruge et al. 2018	4	ND	ND
Francia	Pau	Área urbana	Bruge et al. 2018	0,27	ND	ND
Francia	Mont de Marsan	Área urbana	Bruge et al. 2018	0,10	ND	ND
Francia	Dax	Área urbana	Bruge et al. 2018	0,09	ND	ND

Actividad 5: Co-creamos soluciones locales

Hasta ahora contamos con mucha información sobre el lugar de estudio, la que utilizaremos para generar ideas y elaborar propuestas en línea con el objetivo principal de PLASTICØPYR: reducir la acumulación de plásticos en los ríos de montaña. Para esto, les proponemos que trabajando en grupos piensen qué acciones pueden llevarse a cabo para minimizar la contaminación por residuos plásticos en el río estudiado. Pueden ser propuestas destinadas a promover cambios individuales, pero también pueden pensarse propuestas dirigidas a la administración pública en sus diferentes niveles (local, regional, estatal), a empresas o a los actores involucrados que hayan detectado.

Recuerden tener en cuenta:

- Las **principales actividades humanas y usos** del tramo del río (urbano/rural/turístico);
- Los principales **hallazgos de la caracterización del río** (por ejemplo, si clasificaron al biofilm con filamentos algales y sintieron olor a huevo podrido podría tratarse de un río con mala calidad del agua);
- Los **principales residuos encontrados** en el entorno y los valores y conclusiones que obtuvieron de la Actividad 4.

Profesorado/ Educador/a:

Esta actividad pretende fomentar la creatividad y el trabajo en equipo, para crear propuestas que pueden estar relacionadas con la sostenibilidad, la economía circular, la divulgación científica o cualquier herramienta o estrategia que el grupo considere pertinente. En el Anexo 2 se puntúan algunos videos que pueden servir de puntapié para esta actividad.



¡Ahora les proponemos que comuniquen y compartan sus propuestas!

Algunas ideas para difundir su trabajo son:

- Enviar un mail a PLASTICØPYR (plastic0pyr@gmail.com) y a Marine Debris Tracker (debristracker101@gmail.com) contando las propuestas elaboradas;
- Grabar videos de 1 minuto en el que se cuente brevemente el trabajo realizado y enviarlo a PLASTICØPYR para subirlo a las redes sociales;
- Realizar una jornada de divulgación dentro del colegio para compartir con el resto de los alumnos y alumnas;
- Redactar una carta dirigida al ayuntamiento implicado contando la propuesta de reducción de residuos plásticos;
- Contactar con la marca comercial más abundante entre los residuos encontrados para transmitirles sus propuestas.

***Recuerden que la ciencia avanza con muchas pequeñas y
grandes investigaciones que se potencian entre sí.***

¡Muchas gracias por participar!

“Estrategias para reducir la contaminación por plásticos en ríos de montaña”
Interreg POCTEFA
PLASTICØPYR

4 Referencias

Autores:

Delfina Cornejo¹, Arantxa Arnaiz², Henar Margenat¹, Marc Masip³, Gaël Le Roux⁴, Helena Guasch¹, Mònica Martínez⁵, Joaquim Serra⁵, Manel López⁶

¹ Ecologia Integrativa d'Aigües Continentals, Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC).

² Anthesis Lavola, Barcelona.

³ Institut d'Ecologia Aquàtica, Universitat de Girona

⁴ Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, Francia.

⁵ Departament de Ciència de Materials i Química Física. Facultat de Química. Universitat de Barcelona.

⁶ Departament d'Enginyeria Electrònica i Biomèdica. Facultat de Física. Universitat de Barcelona.

Autora de correspondència: Helena Guasch (helena.guasch@ceab.csic.es)

Revisores:

Comité Técnico PLASTICØPYR

Documento de referencia:

Henar Margenat, Luis F. Ruiz-Orejón, Delfina Cornejo, Eugènia Martí, Anna Vila, Gaël Le Roux, Sofia Hansson, Helena Guasch. “*Guidelines for monitoring plastic litter in Mountain riverine systems: from macro- to microplastic sizes*” (2021) PLASTICØPYR.

Otras referencias bibliográficas:

Andrades Paixão, M; Kobiyama, M. (2019) “*Relevant parameters for characterizing mountain rivers: a review*”. ISSN 2318-0331

Elosegui, A; Sabater, S. (2009) “*Conceptos y técnicas de ecología fluvial*” Fundación BBVA.

Fletcher, D. E.; et al. (1999) “*Influence of riparian alteration on canopy coverage and macrophyte abundance in Southeastern USA blackwater streams*”. ELSEVIER.

Internet Geography. Skills. “*River fieldwork techniques*”.
<<https://www.internetgeography.net/fieldwork/river-fieldwork-techniques/>>
Consultada el día 22/03/2021

Jeffrey. C.D. et al. (2019) “*Citizen science flow - an assessment of simple streamflow measurement methods*”.

- Liro, M. et al. (2020). “*Macroplastic Storage and Remobilization in Rivers*”.
- Science Learning Hub. “*Stream health monitoring and assessment*”. New Zeland Government. <https://www.sciencelearn.org.nz/image_maps/94-stream-health-monitoring-and-assessment> Consultada el día 22/03/2021
- Universitat de Vic. Universitat Central de Catalunya. “*Pescadors de Plastic - Guia d’Activitats*”. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.
- USGS. EPA. Science for a Changing World. “*La ciencia del agua para escuelas*”. <<https://water.usgs.gov/gotita/earthrivers.html>> Consultada el día 26/03/2021
- Van Emmerik, T; Schwarz, A. (2020) “*Plastic debris in rivers*”. WIREs Water. 7:e1398.
- Water Research Center. “*Drinking Water Smells, Taste and Odors*”. <<https://www.water-research.net/index.php/taste-odor>> Consultada el día 22/03/2021

Anexo 1: Caracterización del río

En esta sección encontrarás información, actividades y guías para medir y observar los parámetros a través de los cuales caracterizaremos el tramo del río.

Los parámetros están numerados según aparecen en la App e incluyen:

- ¿Qué es?
- ¿Cuál es la importancia de medirlo u observarlo?
- ¿Cómo se mide?

Los resultados que se obtengan pueden ser registrados en los espacios para completar de la Tabla 1 y una vez completa, cargados en la App.

N° 1. Velocidad del agua

La velocidad representa la cantidad de metros por segundos que recorre el agua en un río. Se calcula de la siguiente manera:



iActividad!

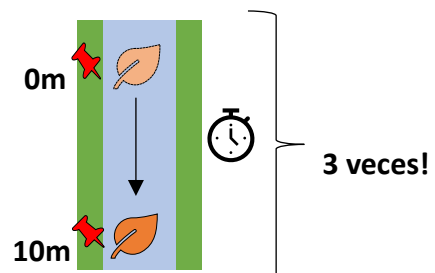
Ejercicio práctico para calcular la velocidad:

1. Seleccionar una sección del río que sea razonablemente recta y tenga el mismo ancho a lo largo de 10 metros y esté libre de obstáculos.
2. Medir 10 metros a lo largo del río. El punto de inicio será el 0 metros y el punto final estará 10 metros aguas abajo (para identificar el punto 0 m y el punto 10 m hay que tener en cuenta la dirección de la corriente).
3. Una persona se ubica en el punto de inicio (0 m) y otra en el punto final (10 m).
4. Una tercera persona, que será la que lanzará la naranja (también puede ser un palo u elemento flotante que no contamine si se pierde), se ubica aguas arriba del punto de inicio.
5. Una cuarta persona se ubica en el punto de inicio con un cronómetro
6. para registrar el paso de la naranja justo por el punto de inicio.
7. Frenar el cronómetro cuando pasa por el punto final.
8. Recoger la naranja o el elemento utilizado.
9. Registrar el tiempo en la hoja de campo.
10. Repetir este procedimiento dos veces más, registrando los tiempos en cada caso.
11. Calcular el promedio del tiempo de flotación: sumar los tres valores de tiempo obtenidos y dividirlos en tres. Dividir la distancia (10 m) por el promedio del tiempo obtenido (expresado en segundos).

$$Velocidad = \frac{distancia (m)}{tiempo promedio (s)}$$

Material necesario:

- (1) Naranja o elemento flotante no contaminante en caso de que se pierda (puede ser un palo, fruto del entorno, etc.);
- (1) Cinta métrica;
- (1) Cronómetro.



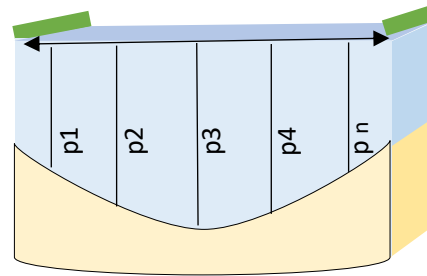
N° 2. Ancho del río

El ancho de un río es la distancia entre dos puntos donde el agua entra en contacto con cada orilla. Medir el ancho permite luego calcular la sección transversal del río, que forma parte a su vez, del cálculo del caudal. Lo veremos con más detalle en el parámetro N° 4.

Extender una cinta métrica desde el punto donde la orilla seca se encuentra con el agua en un lago del río, hasta el mismo punto del otro lado del río. Mantener la cinta tensa unos 20 cm por encima del agua y registrar la longitud en la hoja de campo.

N° 3. Profundidad del río

La profundidad de un río es la distancia entre el lecho del río y la superficie del agua en el cauce. La profundidad suele variar en un mismo transecto debido al material que se encuentra en el lecho del río. Es por esto que es habitual calcular la profundidad media. Este valor nos servirá para calcular el caudal.



En el mismo transecto en el que se midió el ancho del río se medirá la profundidad de este. Para esto, se coloca dentro del río una regla en posición vertical hasta que toca el lecho y se registra la profundidad. Se deberá repetir este procedimiento una serie de veces entre intervalos similares (P_1 ; P_2 ; P_n).

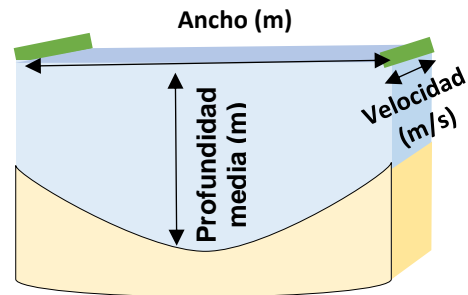
Con las medidas de profundidad obtenidas se calculará la profundidad media. Por ejemplo, si se tomaron cinco valores se hará de la siguiente manera:

$$\text{Profundidad media (m)} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5}$$

N° 4. Caudal

El caudal es el flujo de agua superficial que fluye a través del cauce del río. Generalmente se mide en m^3/s . Para poder calcular el caudal se utilizarán los tres valores de las variables medidas anteriormente:

- Ancho del río (m)
- Profundidad media (m)
- Velocidad (m/s)



Se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal} \left(\frac{m^3}{s} \right) = \text{Ancho (m)} \times \text{profundidad media (m)} \times \text{velocidad media (m/s)}$$



N° 5. Olor del agua

El olor del agua es un indicador de su calidad, ya que existen problemas potenciales asociados al olor observado. Por ejemplo, es posible estimar la falta de oxígeno en el agua, ya que cuando esto ocurre los procesos de descomposición de la materia orgánica se logran a través de reacciones anaeróbicas. En algunos casos, los procesos bioquímicos que se generan pueden provocar la movilización de compuestos que de otro modo serían insolubles e impartir olor a “huevo podrido”.

En esta actividad solo hace falta identificar si existe olor y su intensidad, pero además se proporcionan una serie de ejemplos para tener como referencia.

El olor del agua está relacionado con su calidad, y nos puede dar “pistas”. Algunos de los olores más comunes y sus efectos en el río son:

Olor a “huevo podrido”	Falta de oxígeno en el agua
Olor a “tierra mojada”	Bacterias en el agua
Olor a aceite	Posible contaminación con gasolina o derivados del petróleo. Bacterias en el agua
Olor “químico”	Posible contaminación con compuestos químicos orgánicos de origen industrial

Al observar este parámetro tenemos en cuenta los ejemplos e identificamos su intensidad:

- No se detecta
- Un poco
- Medio
- Mucho

Registrar la opción seleccionada en la hoja de campo y luego transcribirlo a la app.

N°6. Turbidez del agua

La turbidez se refiere a cuan clara o nublada está el agua de acuerdo a la cantidad de partículas en suspensión. La claridad puede ser afectada por factores bióticos o abióticos, como sedimentos, algas o materia orgánica suspendida. Si bien estos son componentes naturales de los ecosistemas fluviales, los cambios en el uso del suelo o eventos meteorológicos pueden generar alteraciones y variar la claridad del agua.

La claridad es un parámetro importante para que los peces puedan encontrar a sus presas, para que las plantas puedan realizar la fotosíntesis y para que las personas puedan nadar en el río. Esta observación en el marco de los protocolos para recoger plásticos proporciona un indicador más para evaluar el estado integral del río en el que se está muestreando.

La turbidez se puede medir de diferentes formas, por ejemplo, con un disco de Secchi o un turbidímetro, pero para los fines de este análisis alcanza con observar el agua e identificar en cuál de las cuatro categorías cualitativas se encuentra:

1. Transparente
2. Casi transparente
3. Un poco turbia
4. Muy turbia



N°7. Temperatura ambiente

La temperatura ambiente es una propiedad física que nos indicará cuanto frío o calor hace al momento del trabajo de campo. La temperatura influencia varios parámetros y puede alterar las características físicas y químicas del agua.

Al momento de comenzar el muestreo se puede consultar una página web oficial donde se provea el tiempo meteorológico de la zona de estudio. Por ejemplo, la página de Catalunya proporciona datos a nivel municipal:

<https://www.meteo.cat/>

N°8. Descripción del lecho de río

Este parámetro busca caracterizar los tipos de rocas y sedimentos que componen el lecho fluvial registrando sus dimensiones y clasificándolos en 5 categorías. Conocer cómo está compuesto el lecho fluvial permite comprender algunas dinámicas del río que pueden darnos “pistas” a la hora de analizar la contaminación por plásticos.

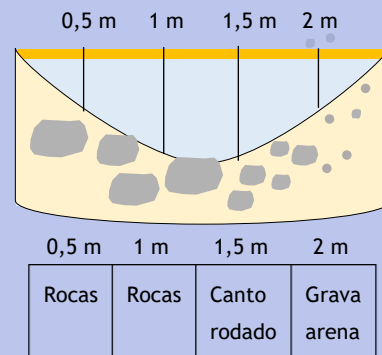
Por ejemplo, hay estudios que muestran que ríos que presentan mayor proporción de rocas y cantos rodados (los sustratos más grandes), tienen mayor probabilidad de retener macroplásticos que aquellos en los que predominan los sustratos más finos. Además, las rocas y los cantos rodados representan superficies susceptibles de ser colonizadas por comunidades de biofilm (ver parámetro N°9), que a su vez tienen la capacidad de retener microplásticos en su estructura.

Pasos para caracterizar el sustrato

→ Si se dispone del equipamiento necesario para ingresar al río, seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar un transecto del río (que puede ser el mismo que el que se mide el ancho y la profundidad);

2. Extender una cinta métrica desde el punto donde la orilla seca se encuentra con el agua en un lago del río hasta el mismo punto del otro lado del río, mantener la cinta tensa;



3. Cada 0,5 m registrar la distancia a la orilla y el principal tipo de sustrato que hay en ese punto:

ROCA	CANTO RODADO	GUIJARRO	GRAVA Y ARENA	LIMO Y ARCILLA
>25 cm	5 - 25 cm	1 - 5 cm	<1 cm	< 0,006 mm
				
Más grandes que una palma	Entre un puño y una palma	Entre una uña de pulgar y un puño	Menor a la uña de un pulgar	Tacto suave, mancha (la arena es áspera y no mancha)

4. Calcular el porcentaje de cada sustrato según las observaciones. Ver ejemplo en la tabla:

0,5 m	1 m	1,5 m	2 m
Rocas	Rocas	Canto rodado	Grava arena
50%		25%	25%

→ Si no se dispone del equipamiento necesario para ingresar al río se podrá observar el sustrato desde la orilla y realizar una estimación general de los porcentajes de cada tipo.

Nº 9. Descripción del biofilm

Los biofilms son una de las formas de vida más distribuidas y exitosas que existen en la tierra. Seguramente alguna vez se hayan resvalado caminando en un río y hayan visto que se debía a una película verde y resvalosa que crece sobre las piedras. Ese es el biofilm de ecosistemas acuáticos al que nos referiremos, y aprenderemos a identificarlos y clasificarlos.

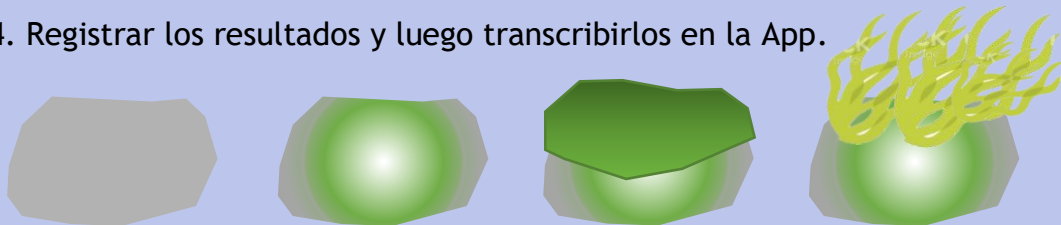
→ Definición: Se definen como agregados de microorganismos en los que las células están frecuentemente embebidas dentro de una matriz que les confiere adherencia entre ellos y a las superficies. Están conformados por consorcios de bacterias, hongos y algas que interactúan comunicándose, cooperando y hasta compitiendo entre ellos.

Los biofilms son esenciales para sostener la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas de agua dulce, por ejemplo porque cumplen funciones de reciclaje de materia o la estabilización de sedimento en el río. Asimismo, son buenos bioindicadores de la calidad del agua del río, ya que su desarrollo responde a las condiciones del ambiente acuático. Esto quiere decir, que observando su grosor podemos distinguir (de manera preliminar) cómo es la salud del tramo del río que estamos estudiando, y detectar si pudiera haber contaminantes. En la tabla a continuación se muestran las cuatro categorías de biofilm según su grosor, generalmente cuanto mayor sea este, menor será la calidad del agua.

Además, es interesante conocer el biofilm del río cuando estudiamos la contaminación por plásticos porque estos son capaces de retener microplásticos (más pequeños que 5 mm) en su estructura. Y si los retienen, pueden causar diversos problemas ambientales.

Pasos para observar el biofilm en el río

1. Buscar rocas, cantos rodados o cualquier superficie del lecho del río donde observen crecimiento de biofilm. ¿Cómo distinguir si es biofilm? Es una película verde o verde-amarronada que este en contacto con el agua.
2. Observar su grosor y clasificarlo según la tabla.
3. Seguramente encuentren biofilms con diferentes grados de crecimiento en un mismo tramo del río, pero en la App pueden seleccionar la opción que represente más sus observaciones.
4. Registrar los resultados y luego transcribirlos en la App.



Sin biofilm	Biofilm delgado	Biofilm grueso	Filamentos algales
	< 1 mm	> 1 mm	Superan la superficie a la que se adhiere

Semáforo de la calidad del agua



N° 10. Cobertura del dosel

La cobertura del dosel refiere al porcentaje de la superficie del río cubierto por la proyección vertical de las copas de los árboles. Esto quiere decir que se busca conocer la proporción de un transecto del río que está cubierto por los árboles del bosque crecen en sus orillas (llamado bosque de ribera).

Es importante medir este parámetro, porque el grado de cobertura del dosel influye directamente en la cantidad de luz que llega al agua del río. Y si por ejemplo, la cobertura es baja y hay mayor entrada de luz en el río, suele haber mayor abundancia de organismos autótrofos (mayor cantidad de organismos por unidad de superficie), como las comunidades de biofilm que vimos anteriormente. ¡Si, todo está relacionado!

Pasos para medir la cobertura del dosel

1. En el mismo transecto en que el que venimos trabajando, buscar colocarse en el centro del cauce del río. Si esto no es posible, se puede buscar un puente, una roca o hacerlo desde la orilla.
2. Abrir la aplicación móvil Canopy App y medir la cobertura.



Colocar el móvil en posición paralela a la cubierta de los árboles con la cámara hacia arriba.

Tomar una foto de la cubierta de los árboles y ajustar la sensibilidad.

Obtener el porcentaje de cobertura y registrarlo en la App.

Recuerda que puedes consultar el tutorial de Canopy App en: <https://youtu.be/pp0hbmStjLY>



Anexo 2: Material audiovisual

- Economía circular

Ellen MacArthur Foundation. *Los seis puntos clave de la Economía Circular*. [8']
<https://www.youtube.com/watch?v=xmTQA-RNygQ>

Ellen MacArthur Foundation. *Sir David Attenborough on tackling plastic waste*.
[1,10'] <https://www.youtube.com/watch?v=aTcMPy6L88E&t=3s>

- Sistema productivo y consumo

Annie Leonard. *La historia de las cosas*. [20']
<https://www.youtube.com/watch?v=EAysSNosRMQ>

- Contaminación ambiental por residuos plásticos

Emma Bryce. *What really happens to the plastic you throw away*. [4']
https://www.youtube.com/watch?v=_6xINyWPPB8