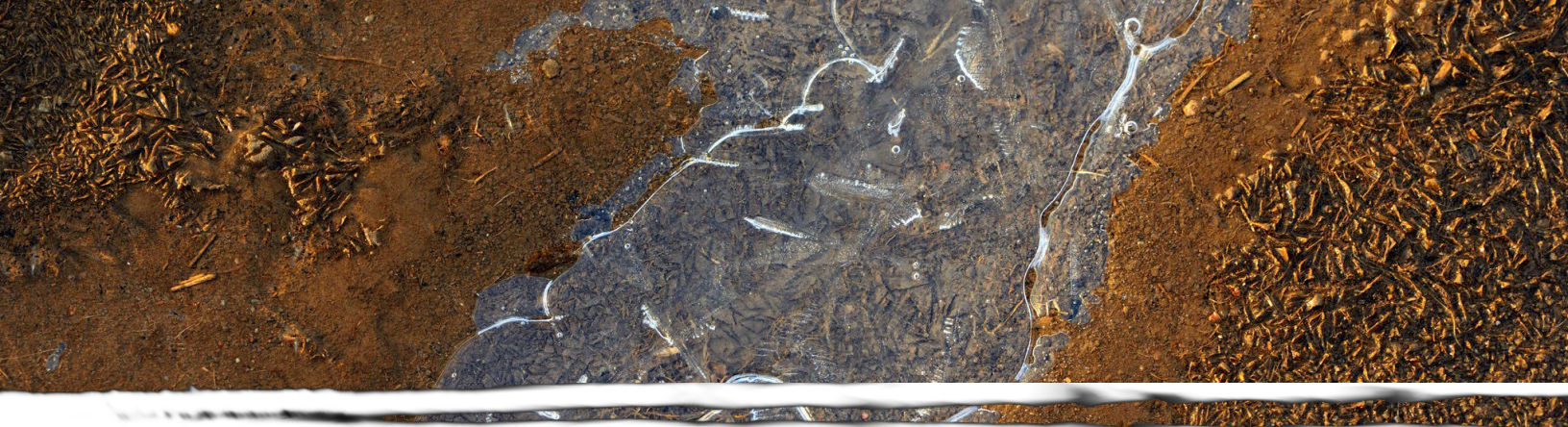
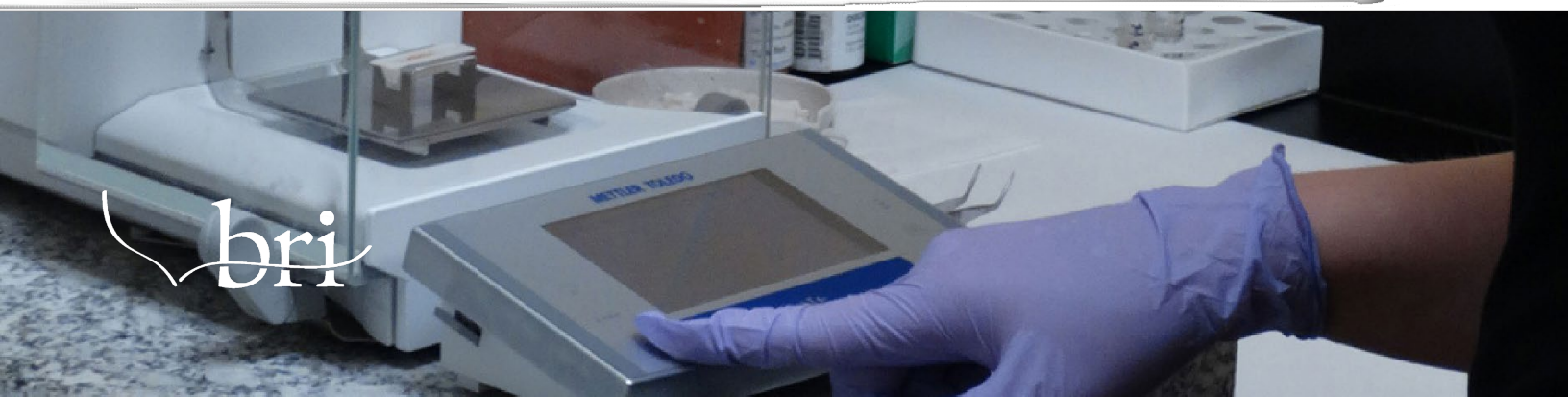




Suelos y Sedimentos *Métodos de Muestreo en Campo*



Recolección de Muestras
para el Análisis de
Mercurio 2024



METODOS DE MUESTREO DE SUELOS Y SEDIMENTOS EN EL CAMPO

Recolección de suelos y sedimentos para análisis de mercurio

October 2024



Biodiversity Research Institute
276 Canco Road
Portland, Maine, USA 04103
+1 (207) 839-7600
bri@briwildlife.org
www.briwildlife.org

Biodiversity Research Institute (BRI) es una organización sin fines de lucro 501(c)3 ubicada en Portland, Maine, EE. UU. Fundado en 1998, BRI se dedica a apoyar la salud global a través de la investigación ecológica colaborativa, la evaluación de la salud de los ecosistemas, la mejora de la conciencia ambiental y la promoción de la toma de decisiones basada en la ciencia.

Cita Sugerida:

Burton MEH, Tear TH, Yurek HG, Evers DC. 2024. Soil and Sediment Field Sampling Methods: Collection of Soil and Sediments for Mercury Analysis. Report BRI 2024-13, Biodiversity Research Institute, Portland, Maine, USA.

Fotografías de la portada: © iStock: Top: Frozen soil © Colobus; Contaminated Water © Reimphoto; Drain water © ToeyFatBoy; BRI Lab © BRI.

Contenido

1.0 Resumen del Protocolo	4
2.0 Planificación y Logística de Campo	4
2.1 Cuestionario de Muestreo	4
2.2 Selección de un Sitio de Muestreo.....	4
3.0 Muestras de Suelo	5
3.1 Suministros para la Recolección	5
3.2 Recolección	6
3.3 Metadatos.....	6
3.4 Formato de Etiquetado	6
4.0 Muestras de Sedimento.....	7
4.1 Suministros para la Recolección	8
4.2 Recolección	8
5.0 Almacenamiento de Muestras.....	9
6.0 Envío de Muestras.....	9
6.1 Empaque de Muestras	9

1.0 Resumen del Protocolo

El mercurio es un contaminante ampliamente distribuido y persistente que se emite y libera al medio ambiente a través de procesos geogénicos y antropogénicos, tanto directos como indirectos. Una vez emitido, puede viajar lejos de su fuente y transformarse en metilmercurio, una forma neurotóxica y asequible naturalmente. A través de los procesos de bioacumulación y biomagnificación, el mercurio puede aumentar el riesgo de reducción del éxito reproductivo, provocar cambios en el comportamiento y generar otros impactos adversos con implicaciones para la salud humana y el medio ambiente.

El Convenio de Minamata sobre el Mercurio es un tratado internacional que entró en vigor en 2017 con el objetivo de proteger la salud humana y el ambiente de los efectos antropogénicos del mercurio (UNEP 2013). Este convenio requiere una evaluación periódica de la efectividad de sus obligaciones para mitigar las emisiones y liberaciones de mercurio en sus fuentes. El muestreo de mercurio en suelos y sedimentos, particularmente en combinación con el monitoreo atmosférico y biomonitoreo, puede proporcionar información sobre los mecanismos y el flujo del mercurio en un sistema, además de permitir el análisis de gradientes espaciales y temporales de exposición al mercurio.

Este protocolo de muestreo y análisis está diseñado como una guía para la recolección, almacenamiento, envío y análisis de muestras de suelo y sedimento para la medición de mercurio. La aplicación de estos protocolos ayudará a garantizar la consistencia en el muestreo a lo largo del tiempo y entre diferentes sitios, asegurando que los datos recopilados sean comparables y científicamente sólidos para su comparación con otros estudios de monitoreo global.

2.0 Planificación y Logística de Campo

Este protocolo de muestreo sirve como una guía para la recolección, procesamiento y envío de muestras de suelo y sedimento para análisis de mercurio. La recolección de muestras siguiendo estos protocolos generales permitirá realizar comparaciones entre diferentes sitios de muestreo, ayudar a identificar sitios con riesgos elevados tanto para la salud humana como para los ecosistemas y contribuir a una mejor comprensión de los flujos y mecanismos del mercurio.

2.1 Cuestionario de Muestreo

Es importante obtener todos los permisos y licencias necesarios del ministerio y/o de las autoridades nacionales para la recolección y exportación de muestras de suelo y sedimento. Se debe realizar el trabajo necesario para gestionar estos permisos antes de llevar a cabo el trabajo de campo.

2.2 Selección de un Sitio de Muestreo

Antes de realizar el muestreo, se debe establecer un plan que plantee las preguntas que el estudio busca responder. Para examinar los patrones espaciales, se recomienda muestrear sitios con niveles

similares de carbono con el fin de mejorar la comparabilidad, dado que existe una correlación entre la cantidad de carbono y mercurio en los suelos.

Si se llevarán a cabo análisis de isótopos de mercurio para determinar su origen, también se deben recolectar muestras en proximidad a posibles fuentes puntuales de emisión, con el objetivo de construir una "biblioteca" de referencia para su comparación con las muestras del área de estudio.

Además, para el análisis de isótopos de mercurio, se debe priorizar la recolección de muestras de suelos con un mayor contenido de carbono, ya que esto aumentará la probabilidad de que las concentraciones de mercurio sean lo suficientemente altas para el análisis isotópico.

3.0 Muestras de Suelo

La estrategia de muestreo tiene como objetivo estandarizar la recolección de muestras de suelo y sedimento para el análisis de mercurio.

3.1 Suministros para la Recolección

Elemento	Propósito
Hoja de datos	Registrar metadatos de cada muestra recolectada.
Cubo de cinco galones o recipiente similar	Mezclar las muestras de suelo recolectadas en el área de muestreo.
Paleta, cuchara de acero o pala de mano	Recolectar la muestra de suelo.
Bolsas tipo Ziploc™	Almacenamiento de las muestras.
Marcador permanente	Etiquetar las bolsas de almacenamiento.
Pequeña nevera con hielo	Almacenamiento temporal en campo.
Mapa y GPS para localizar y registrar sitios de muestreo	Ubicar el sitio objetivo y registrar la ubicación exacta del sitio final.

3.2 Recolección

Seleccionar al menos cinco ubicaciones representativas dentro del campo o parcela para realizar el muestreo, evitando áreas irregulares, como zonas bajas, a menos que el objetivo del muestreo sea identificar restricciones específicas.

En cada ubicación seleccionada, recolectar dos muestras de suelo a granel separadas por al menos 15 pies (aprox. 4.5 metros).

- ☐ Retirar los residuos superficiales.
- ☐ Con una pala, cavar un hoyo de unos 15 - 20 cm. Extraer una rebanada vertical y rectangular de suelo del costado del hoyo, con una profundidad de 10 -15 cm y un grosor de 3 - 5 cm, asegurando un grosor uniforme en toda la muestra.
- ☐ Recortar cualquier exceso de suelo para mantener dimensiones uniformes de 15cm x 3cm y colocar la muestra en un balde limpio.
- ☐ Repetir el procedimiento en todas las ubicaciones seleccionadas y luego mezclar bien las muestras. Transferir al menos 5-10 gramos de suelo (o más si es necesario) a una bolsa plástica tipo Ziploc™ preetiquetada.
- ☐ Las muestras deben colocarse inmediatamente en hielo en el campo y luego transferirse a un congelador para su almacenamiento hasta su análisis.

3.3 Metadatos

Los siguientes metadatos son fundamentales para la interpretación de los resultados de mercurio:

- ☐ **Tipo de muestra** (suelo o sedimento)
- ☐ **Coordenadas de ubicación** (se recomienda en formato decimal)
- ☐ **Ubicación** (Nombre del sitio, ciudad, estado o provincia y país)
- ☐ **Fecha**
- ☐ **Breve descripción del hábitat** (Ej.: lago de meandro, manglar, canal de río, bosque caducifolio en elevaciones, etc.)
- ☐ **Fuente puntual conocida** (si está disponible)
- ☐ **Distancia a la fuente puntual** (si está disponible)
- ☐ **Contenido de carbono orgánico** (recomendado)

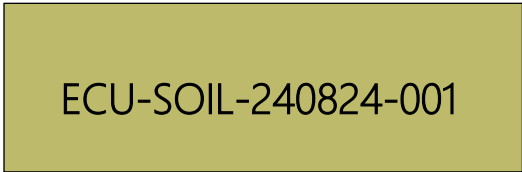
3.4 Formato de Etiquetado

Es fundamental que todas las muestras tengan un identificador único de muestra (ID) escrito de manera legible tanto en la hoja de datos como en la bolsa de almacenamiento de la muestra. Cada ID de muestra debe incluir el código del país, la matriz de muestreo, la fecha y el número secuencial de varios dígitos para la muestra individual. Además, se debe incluir una breve indicación del sitio de muestreo en la bolsa de la muestra (Ej.: Nombre del sitio, Ciudad, Estado).

Cada país tiene un código único de tres letras asignado según los códigos desarrollados por la **Organización Internacional de Normalización (ISO)**. La lista completa de códigos de países está disponible en línea en:  [ISO Country Codes](#)

- La matriz puede ser suelo (SOIL) o sedimento (SED).
- La fecha debe seguir el formato AAMMDD.
- El número secuencial puede utilizar el formato [01, 02, 03, ...] o [001, 002, 003, ...], dependiendo del número estimado de muestras. Los números secuenciales deben continuar a lo largo de todo el viaje de muestreo y no reiniciarse en 01 cada día en caso de muestreos de varios días.

Por ejemplo, la primera muestra de suelo recolectada en **Ecuador** el **26 de agosto de 2024** debería tener el identificador único: **ECU-SOIL-240824-001**



ECU-SOIL-240824-001

4.0 Muestras de Sedimento

Este protocolo proporciona métodos adaptables para la recolección de sedimentos en cuerpos de agua tanto en movimiento como en reposo. Los sedimentos, definidos como materiales minerales y orgánicos situados bajo una capa de agua, pueden recolectarse mediante diversas herramientas y técnicas, dependiendo de factores como la profundidad del agua, el tipo de sedimento y las características requeridas de la muestra.

Los métodos de muestreo incluyen herramientas manuales (ej., paleta, barreno) y dispositivos operados a distancia (ej., draga Eckman). Tras la recolección, los sedimentos deben transferirse a recipientes inertes, homogeneizarse y almacenarse en bolsas de muestra etiquetadas.

Los dispositivos de muestreo deben **descontaminarse** antes de su uso y envolverse en papel de aluminio para evitar contaminación. Cada dispositivo debe utilizarse **una sola vez** por muestra.

El tamaño de las partículas de sedimento y su contenido orgánico están influenciados por el flujo y la velocidad del agua. Los sedimentos finos y ricos en materia orgánica en zonas de deposición tienden a concentrar más contaminantes, mientras que los sedimentos gruesos en zonas de erosión tienen menos probabilidad de hacerlo. Por ello, la selección del sitio de muestreo es **crítica** para obtener resultados analíticos precisos.

4.1 Suministros para la Recolección

Elemento	Propósito
Hoja de datos	Registrar metadatos de cada muestra recolectada.
Cubo de cinco galones o recipiente similar	Mezclar las muestras recolectadas en el área de muestreo.
Cuchara de acero inoxidable o plástico	Homogeneizar muestras y transferirlas a la bolsa.
Suministros/equipos de descontaminación	Limpiar el equipo de muestreo.
Paleta, cuchara de acero o pala de mano	Recolectar la muestra de sedimento.
Barreno (de cubo o de pared delgada)	Recolectar la muestra de sedimento.
Draga Eckman	Recolectar la muestra de sedimento.
Bolsas tipo Ziploc™	Almacenamiento de las muestras.
Marcador permanente	Etiquetar las bolsas de almacenamiento.
Pequeña nevera con hielo	Almacenamiento temporal en campo.
Mapa y GPS para localizar y registrar sitios de muestreo	Ubicar el sitio objetivo y registrar la ubicación exacta del sitio final.

4.2 Recolección

- Definir el **alcance del muestreo**, los métodos y el equipo necesario.
- Obtener y verificar que todo el equipo esté **funcional** antes de su uso.
- **Descontaminar** o limpiar previamente el equipo de muestreo.
- Marcar las ubicaciones de muestreo con estacas o banderas, considerando: **Régimen de flujo, Forma de la Cuenca, Características del sedimento, Profundidad del agua**
- **Extension de la contaminación**

Muestreo de sedimentos superficiales con una paleta o cuchara: Para cuerpos de agua poco profundos, usar una cuchara o pala de acero inoxidable para recolectar sedimentos, orientándose corriente arriba y recogiendo desde el fondo. Se puede eliminar el exceso de agua, aunque podrían perderse partículas finas. Transfiera los sedimentos a una bandeja de vidrio para homogenizarlos con una cuchara de acero inoxidable o plástico.

Muestreo con un tubo de pared delgada o barrena de cubo: Para recolectar sedimentos superficiales más profundos, utilice un barreno para perforar el sedimento y extraer un núcleo de muestra.

1. Inserte el barreno en un ángulo de 0°-45°.
2. Gire el barreno una o dos veces para cortar el núcleo.
3. Retire el barreno, asegurándose de que la ranura quede hacia arriba.
4. Si es necesario, inserte un núcleo de acetato para preservar la integridad de la muestra.
5. Transfiera la muestra a un recipiente.

Muestreo con un dragado Eckman: El dragado Eckman es ideal para áreas de fondo blando, pero no es adecuado para ambientes arenosos, rocosos o de alta velocidad.

1. Sujete el cable o mango, asegurándose de que los resortes y los mecanismos de liberación estén en su lugar.
2. Baje la draga justo por encima del sedimento, luego suéltelo rápidamente.
3. Active el mecanismo de liberación, suba el muestreador y decante el líquido, asegurándose de retener los sedimentos finos.
4. Transfiera los sedimentos a un recipiente, mezcle para garantizar su homogeneidad y guarde en recipientes etiquetados.

5.0 Almacenamiento de Muestras

Las muestras de suelo o sedimento deben almacenarse en bolsas de plástico tipo Ziploc™ etiquetadas. Mientras se encuentren en campo, las muestras deben mantenerse sobre hielo en una nevera portátil. Posteriormente, deben transferirse a un congelador estándar lo antes posible y permanecer congeladas hasta su análisis.

6.0 Envío de Muestras

La coordinación y confirmación de los detalles y el momento del envío deben realizarse con BRI antes del despacho.

6.1 Empaque de Muestras

Todos los paquetes destinados al transporte deben contar como mínimo con tres niveles de contención:

1. Envase interno o primario: Contiene los materiales regulados y debe estar acolchonado y sellado dentro del envase secundario para evitar fugas o contaminación.
2. Envase externo o secundario: Debe envolver y sellar el envase primario de manera que ambos permanezcan intactos ante impactos, cambios de presión o golpes.
3. Contenedor terciario (más externo): Debe ser rígido, resistente y estar sellado para soportar las condiciones de transporte sin riesgo de apertura o daño.

