



INTERPOL

Manual para la investigación forense de los delitos de contaminación

Volumen I de II



ÍNDICE VOLUMEN I

1 ESCENARIOS	11
INTRODUCCIÓN	12
AGUA 1: Eliminación inapropiada de líquidos cloacales en masas de agua	14
AGUA 2: Vertido de productos químicos o aceites de desecho en aguas o suelos superficiales	20
AGUA 3: Vertido de productos químicos o aceites de desecho en sistemas de drenaje pluvial y aguas superficiales	22
AGUA 4: Descarga de efluentes contaminados desde un desagüe conocido	27
AGUA 5: Descarga de efluentes con altos niveles de DBO ₅ o DQO	28
AGUA 6: Descarga de sangre o desechos de un matadero en el agua superficial	29
AGUA 7: Vertido al suelo de productos químicos que penetran en el agua subterránea	30
AGUA 8: Pesca ilegal con cianuro	38
AGUA 9: Pesca ilegal con explosivos	44
Residuos peligrosos 1: Residuos o productos peligrosos depositados ilegalmente en la superficie de un vertedero	50
Residuos peligrosos 2: Residuos peligrosos de una curtiembre enterrados ilegalmente en un vertedero	57
Residuos peligrosos 3: Residuos peligrosos que se intentan exportar ilegalmente	62
Suelo 1: Contaminado con petróleo crudo o con petróleo, diésel o gasolina tratados o de desecho	67
Suelo 2: Contaminado con pesticidas agrícolas	70
Suelo 3: Contaminado Con Sangre Y Desechos De Un Matadero	73
Aire 1: Quema a cielo abierto de residuos no peligrosos	77
Aire 2: Residuos Peligrosos Desechados E Incinerados Ilegalmente	80
Aire 3: Residuos (médicos) peligrosos desechados o incinerados ilegalmente	86

2 PLANIFICACIÓN EN RELACIÓN CON LAS MUESTRAS Y DOCUMENTACIÓN

93

2.1	Fuentes de Información	96
2.2	Consulta – expertos legales, técnicos y de laboratorios	96
2.3	Evaluación preliminar del sitio	97
2.4	Estrategia para la toma de muestras judiciales y selección del lugar de la toma de muestras	100
2.5	Garantía De Calidad Y Control De Calidad De Las Muestras	112
2.6	Planificación En Materia De Salud Y Seguridad	125
2.7	Documentación Sobre El Sitio Y Las Muestras	140
2.8	Informes De Expertos Y Sobre El Terreno	147
2.9	Tablas de Información	149
2.10	Acrónimos	171
2.11	Factores de conversión	173
2.12	Abreviaciones de unidades de medida	174
2.13	Lista de verificación del equipamiento para la toma de muestras de campo	176
2.14	Cálculos y fórmulas	181

A. INTRODUCCIÓN

INTERPOL es la organización policial internacional más grande del mundo, con 195 países miembros. Creada en 1923, facilita la colaboración policial transfronteriza, y apoya y asiste a todas las organizaciones, autoridades y servicios cuya misión es prevenir o combatir la delincuencia a escala internacional.

Su objetivo es facilitar la cooperación policial internacional aun cuando no existan relaciones diplomáticas entre determinados países. Sus actuaciones se ajustan a las leyes existentes en los diversos países y a la Declaración Universal de Derechos Humanos. El Estatuto de INTERPOL le prohíbe “toda actividad o intervención en cuestiones o asuntos de carácter político, militar, religioso o racial”.

B. ANTECEDENTES Y PROPÓSITO

Los delitos contra el medio ambiente se consideran delitos graves. Muchas veces son perpetrados por el crimen organizado, y pueden tener un impacto extremadamente nocivo en el planeta, la biodiversidad, la economía mundial y la vida humana. INTERPOL ha observado que este tipo de actividad constituye uno de los ámbitos delictivos en mayor progresión a escala internacional.

En 2010, el Comité de INTERPOL sobre Delitos contra el Medio Ambiente, ahora denominado Comité de INTERPOL de Jefes de Servicios encargados del Cumplimiento y la Ejecución de las Normas Ambientales, propuso un nuevo proyecto sobre la investigación forense de los delitos de contaminación, que fue aprobado en Lyon en la 7ª Conferencia Internacional sobre Delincuencia contra el Medio Ambiente, reconociendo que la utilización de la investigación forense es un crucial para el éxito de los enjuiciamientos por delitos contra el medio ambiente.

Este comité instituyó un grupo de trabajo con el cometido de crear y mantener una red de expertos forenses y técnicos medioambientales, promover el intercambio de buenas prácticas con la comunidad profesional en relación con la investigación forense ambiental, condensar esta información en manuales, y distribuirla a través de los canales globales y los talleres de capacitación de INTERPOL. En 2011, los 50 representantes de 17 países miembros reunidos en Lakewood, Colorado (EE.UU.) determinaron el diseño conceptual de un manual de investigación forense sobre el medio ambiente. En 2012 se ratificó el diseño del manual durante un encuentro más importante que tuvo lugar en Bangkok.

El propósito de este manual es dar a conocer los principios básicos y las técnicas para la inspección y la investigación forense sobre el medio ambiente y facilitar a los países miembros los recursos técnicos para mejorar sus programas de control de los delitos cometidos en este ámbito.

INTERPOL desea expresar su gratitud a los 43 países participantes y a sus agencias y a las 16 compañías y organizaciones no gubernamentales por sus aportaciones a este manual. Su participación ha sido un excelente ejemplo de cómo la colaboración mundial puede llevar a la protección de los ciudadanos del mundo y del medio ambiente. Ver **AGRADECIMIENTOS**

INTERPOL desea especialmente expresar su agradecimiento a Environment Canada, cuyo Inspector's Field Sampling Manual (manual para la toma de muestras sobre el terreno) sirvió como basal para el presente manual, y cuyo personal trabajó con gran dedicación en el diseño general del proyecto y en la gestión que hizo posible el desarrollo de este manual de INTERPOL.

C. DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Buenas prácticas: Este manual se elaboró para ofrecer una base de buenas prácticas para las inspecciones forenses ambientales y para las investigaciones que llevan a cabo los funcionarios de las fuerzas del orden y otras personas encargadas de recoger muestras, tanto funcionarios como civiles (de ahora en adelante denominados “los investigadores”). Las técnicas y los protocolos descritos en este manual están basados en un resumen de buenas prácticas, pero no representan necesariamente las políticas oficiales de los países miembros de INTERPOL. INTERPOL no exige a sus países miembros o a las agencias nacionales que sigan los procedimientos, prácticas o recomendaciones que se presentan en este manual.

Limitación de responsabilidad: Este manual se ofrece únicamente a título informativo y como recurso de capacitación. Ni INTERPOL ni los participantes externos que han contribuido a la realización del manual asumen ningún tipo de responsabilidad legal por cualquier cuestión o daño que pueda resultar de la utilización de las técnicas o protocolos descritos o representados en este manual.

SIN GARANTIA

Precisión de la información: Este manual reconoce que la investigación forense medioambiental evoluciona continuamente y que está sujeta a mejoras. Aunque este manual fue compilado basándose en el ámbito legislativo relativo al medio ambiente en el momento de su publicación, y si bien se han tomado todos los recaudos necesarios para asegurar que la información contenida en él sea correcta, INTERPOL no puede garantizar o asegurar su precisión, fiabilidad o integridad.

Toma de muestras con fines jurídicos: Este manual se centra en las técnicas para recoger pruebas medioambientales adecuadas para su uso en un tribunal cuando se necesitan muestras en inspecciones, investigaciones y respuestas de emergencia, y ofrece ejemplos de cómo se puede presentar las pruebas en una acción penal. Pero estas técnicas son meramente recomendaciones. La toma de muestras medioambientales es un asunto complejo, y la tecnología evoluciona rápidamente. El investigador debe mantenerse informado respecto a los cambios que se produzcan en las leyes, normativas, métodos y prácticas, tanto a nivel internacional como en su propia jurisdicción. Por esto, INTERPOL no ofrece ninguna garantía sobre la aceptación por parte de un servicio de aplicación de la ley o tribunal de las técnicas de toma de muestras descritas en este manual.

Adopción de procedimientos y estándares: En los casos en los que existen estándares, procedimientos y criterios de análisis nacionales, se recomienda que los investigadores los sigan y que utilicen los criterios presentados en este manual como información de referencia suplementaria. Si no existen procedimientos o estándares nacionales, las autoridades del país pueden adoptar los procedimientos y estándares descritos en este manual.

Salud y seguridad: En este manual se facilitan algunas advertencias sobre los peligros que pueden presentar los procedimientos de toma de muestras, e indicaciones sobre el modo general de proceder a un análisis de los riesgos que presentan determinadas tareas de inspección e investigación en cada situación. Los investigadores deben además conocer y cumplir las disposiciones de salud y seguridad impuestas por cada país.

La mención no significa aval: La mención de nombres comerciales, empresas o marcas registradas no significa el aval de INTERPOL.

D. ESTRUCTURA DEL MANUAL

Este manual está diseñado para asistir al investigador a lo largo del proceso de investigación forense medioambiental, desde la recepción inicial de información sobre una posible violación de la ley, hasta la planificación e implementación del proceso de recogida de pruebas y la preparación y presentación de datos y pruebas en un expediente de procesamiento.

Escenarios: La primera sección consiste en escenarios comunes de investigación y presenta por pasos la recogida de pruebas. El escenario Agua 1 es un escenario completo que ofrece un ejemplo de la manera de recoger la prueba y presentarla en un expediente de procesamiento. Todos los escenarios subsiguientes ofrecen variaciones e ilustraciones de la estrategia de recogida de pruebas, y elementos particulares específicos de cada escenario. Algunos escenarios también ofrecen ejemplos sobre cómo se puede presentar pruebas medioambientales en un formato comprensible para personas que no tienen formación científica.

Referencias: A continuación de los escenarios se ofrece material de referencia, en un orden que suele seguir la lógica, para la preparación y puesta en marcha de una investigación forense medioambiental. Estos capítulos pueden servir para obtener información más detallada sobre cómo efectuar un paso particular en la investigación, o cómo presentar información básica científica o de ingeniería que explique por qué se debe utilizar una técnica, un procedimiento o un equipo.

E. ACCESO POR INTERNET AL MANUAL

Pueden acceder a este manual desde la página de la unidad de Seguridad Medioambiental de INTERPOL:

<https://www.interpol.int/Crimes/Environmental-crime/Pollution-crime>



F. PRINCIPIOS PRECAUTORIOS

Para evaluar peligros medioambientales o llevar a cabo acciones de aplicación de la ley en respuesta a un delito contra el medio ambiente, deben aplicarse principios precautorios que tengan en cuenta lo siguiente:

- la toxicidad de los productos químicos industriales y su daño potencial;
- la toma de medidas preventivas para reducir el daño en caso de incertidumbre científica;
- el examen de alternativas de reparación, incluida la posibilidad de no hacer nada;
- el estudio del costo total de las repercusiones en el medio ambiente y en la salud a largo plazo;
- el aumento de la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones;
- el traslado al promotor de la responsabilidad de demostrar que la acción no es dañina;
- la posibilidad de que una acción o una política que puedan presentar riesgos cause daño al público o al medio ambiente;
- la participación de los ciudadanos y del promotor en la evaluación y la gestión del riesgo.

G. RECOMENDACIONES DE LA AUTORIDAD REGULADORA Y DE LA AGENCIA DE APLICACIÓN DE LA LEY EN EL ÁMBITO MEDIOAMBIENTAL

A fin de establecer un programa acreditado y cualificado de aplicación de la ley en el ámbito medioambiental, se recomienda que las agencias nacionales encargadas de esta actividad cuenten con disposiciones legislativas que habiliten tanto a su personal policial como científico para actuar, y que el departamento establezca los estándares mínimos de capacitación para ese personal. A continuación se facilitan ejemplos de redacción general de tales documentos habilitantes:

Disposiciones legislativas

"[Insertar el número del artículo] El [Ministro, Director, etc.] puede designar a personas o clases de personas como [inspectores, agentes, analistas] para administrar y aplicar esta ley."

Documento sobre la política departamental en materia de medio ambiente con miras a designar inspectores, agentes o analistas

Las calificaciones básicas de un inspector o agente de aplicación de la ley sobre el terreno en el ámbito medioambiental son las siguientes:

- poseer un diploma o grado de una escuela o universidad reconocida en ciencias, química, biología, ciencias ambientales o ingeniería;
- haber completado cursos de capacitación internos sobre técnicas de aplicación de la ley, derecho medioambiental y regulaciones específicas;
- haber completado cursos de capacitación internos sobre salud y seguridad, toma de muestras con fines judiciales, recogida de pruebas, técnicas de entrevistas, redacción de expedientes de procesamiento, entrada a sitios peligrosos y utilización de vehículos, embarcaciones o vehículos todoterreno.

Las calificaciones básicas para un analista son las siguientes:

- poseer un diploma o grado de una escuela o universidad reconocida en ciencias, química, biología o toxicología;
- haber completado cursos de capacitación internos sobre manejo de pruebas, técnicas analíticas, y testimonios de testigos expertos;
- haber completado cursos de capacitación internos sobre la salud y la seguridad en el laboratorio.





1

ESCENARIOS

Escenarios

El éxito del procesamiento de un caso de delito contra el medio ambiente implica cuatro pasos principales:

1. Recoger las evidencias apropiadas;
2. Velar por la continuidad jurídica de las evidencias pruebas;
3. Organizar y documentar las pruebas;
4. Presentar las pruebas a diversos destinatarios (mandos policiales, policías, fiscales, jueces y tribunales).

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Estos escenarios tratan situaciones en las que la fuente de la descarga ilegal puede ser visible o invisible, y peligrosa para la vida o la salud. Cada situación es distinta y se deben utilizar estos escenarios como guías para ayudar en situaciones reales.

ESCENARIO AGUA 1: Presenta ejemplos de cómo se puede recoger y presentar la evidencia para hacerla más entendible, especialmente para un público con conocimientos científicos o técnicos limitados. Este caso simulado de contaminación presenta a un transportador de residuos cloacales o de fosas sépticas que, en lugar de descargar los residuos en un sitio de desecho autorizado en una planta de tratamiento de aguas residuales, los descarga en un arroyo cercano para evitar pagar los costos correspondientes. La toma de muestras y el análisis permiten determinar que también hay cadmio en los residuos. Se ofrecen varios ejemplos a continuación sobre cómo presentar la información sobre el caso en un expediente de procesamiento.

En **AGUA 1** se ofrecen varios ejemplos sobre cómo presentar la información, que se pueden utilizar en los escenarios subsiguientes para la elaboración de un expediente de procesamiento y para la presentación del caso. Para cada escenario véanse las **SECCIONES 2.0-2.6** para información sobre la planificación de la toma de muestras y los requisitos de salud y seguridad. Para detalles sobre equipamiento, técnicas de toma de muestras, consideraciones de ingeniería, botes y conservantes, véanse las **SECCIONES 3 A 12**.

ANTES DE LLEGAR AL LUGAR DE LOS HECHOS

- > Obtener toda la información posible sobre la descarga y el tipo de contaminantes o productos químicos presentes.
- > Contactar a los servicios contra incendios, la policía u otros servicios que puedan tener relación con el caso, a fin de:
 - Identificar posibles testigos del evento y obtener informes de las primeras personas en llegar al sitio;
 - Ayudar a aislar la zona para evitar la entrada de ciudadanos o animales que puedan alterar las pruebas;
 - Mantener la seguridad del sitio considerando los riesgos de incendio, explosión o contaminación de la población.

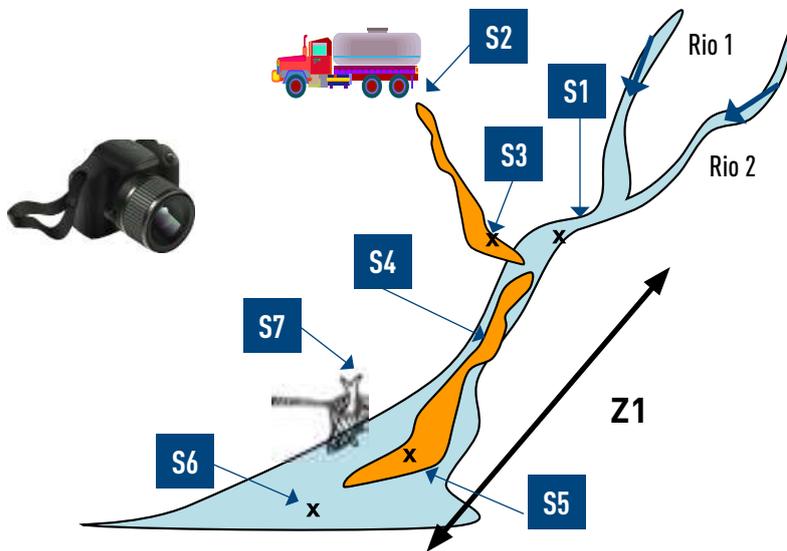
SOBRE EL TERRENO 

1. Utilizando prismáticos u otros medios, intentar identificar el tipo de residuos examinando etiquetas o marcas en los desagües, contenedores o vehículos (si los hay).
2. Establecer zonas de seguridad: Si no ha recibido formación para entrar a sitios peligrosos, contacte con el equipo de intervención para materiales peligrosos, o con cualquier otra persona capacitada para entrar a sitios peligrosos. **[Ver: RESIDUOS PELIGROSOS 1, 2 Y 3, Y SECCIÓN 2.6]**
3. De ser necesario, establecer zonas de descontaminación y otras para el equipamiento/el lavado.
4. Entrar al lugar de los hechos **solamente cuando sea seguro hacerlo.**

AGUA 1: ELIMINACIÓN INAPROPIADA DE LÍQUIDOS CLOACALES EN MASAS DE AGUA

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

1. Medir la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad, el olor, la turbidez, los nitratos, los fosfatos y coliformes, los metales y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).
2. De ser posible, para reducir el riesgo de la contaminación cruzada de muestras, recogerlas en orden, empezando por la menos contaminada y acabando con la más contaminada. Las muestras se deben tomar en el siguiente orden: S1, S6, S5, S4, S3, S2, S7



- S1:** Recoger una muestra o efectuar una prueba río arriba respecto al lugar de los hechos.
- S6:** Recoger una muestra o efectuar una prueba río abajo, suficientemente lejos como para que los análisis de campo reflejen los datos de S1.
- S5:** Efectuar una prueba río abajo respecto al lugar de los hechos.
- S4:** Efectuar una prueba en un sitio mixto río abajo.
- S3:** Efectuar una prueba en el punto de descarga.
- S2:** Efectuar una prueba en la posible fuente de descarga, si se conoce.
- S7:** Recoger o fotografiar pruebas materiales de peces o animales muertos o plantas dañadas.
- Z1:** Medir la zona de impacto.

3. Tomar las coordenadas GPS de todos los sitios donde se recojan muestras y fotografiarlos desde al menos cuatro direcciones y desde un punto lo más elevado posible.
4. Obtener copias de todos los registros disponibles.
5. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
6. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez.

EQUIPAMIENTO NECESARIO

1. Anteojos de seguridad
2. Guantes protectores
3. Cuaderno
4. Termómetro, papel indicador de pH o sondas multiparámetros
5. Botellas
 - Coliformes (frascos de vidrio de 100 mL)
 - Metales (frascos de plástico de 100 mL)
 - DBO5 (frascos de vidrio o plástico de 1 litro)
6. Conservante – Ácido Nítrico
7. Cámara fotográfica

Veáse en SECCIÓN ES 2.0 A 2.6 más detalles sobre seguridad y equipamiento

INFORME DEL INSPECTOR

1. Nombre, cargo y dirección de los inspectores.
2. Introducción: Redactar una descripción del caso.
3. Información sobre el sitio: Quién, qué, cuándo, dónde y cómo. Observaciones detalladas, panorama, ruidos, olores, ubicación de los sitios de la toma de muestras, pruebas, peces/aves/organismos muertos, ubicación, dirección, carteles de tráfico, etc., especialmente cualquier dato que sea relevante sobre el posible responsable.
4. Pruebas de los delitos:
 - > ¿Se ha identificado a un sospechoso o al responsable? Si la respuesta es afirmativa, dar toda la información disponible.
 - > Temperatura registrada en los sitios de toma de muestras.
 - > Datos químicos o biológicos en forma de tablas o de gráficos o diagramas ilustrados. Ver los ejemplos.
 - > Fotografías de los sitios de toma de muestras desde las cuatro direcciones y si es posible desde un punto elevado, para ofrecer una perspectiva y un contexto. Ver el siguiente ejemplo utilizando "Google Earth".
 - > Fotografías de peces, organismos acuáticos, animales y plantas muertos.
 - > Documentos entregados por las empresas, o registros de los procesos de vertido o eliminación de desechos.
 - > Declaraciones del capataz de la fábrica o de los testigos.
5. Informes presentados por testigos expertos, como por ejemplo ingenieros, químicos o biólogos, respecto a las pruebas, y estimación del daño causado y del coste de su reparación, pero solamente si se puede estimar razonablemente.
6. Lista de testigos – declaración del testigo nº1, del testigo nº 2...
7. Copias de los documentos que se puedan obtener: manifiestos, registros de envío, correspondencias, informes de laboratorio, etc.
8. Disposiciones legislativas:
 - > leyes
 - > normas
 - > permisos
9. Delitos imputables según criterio del inspector.

LOS DATOS ANALÍTICOS DEBE SER PRESENTADOS DE MANERA INTELIGIBLE

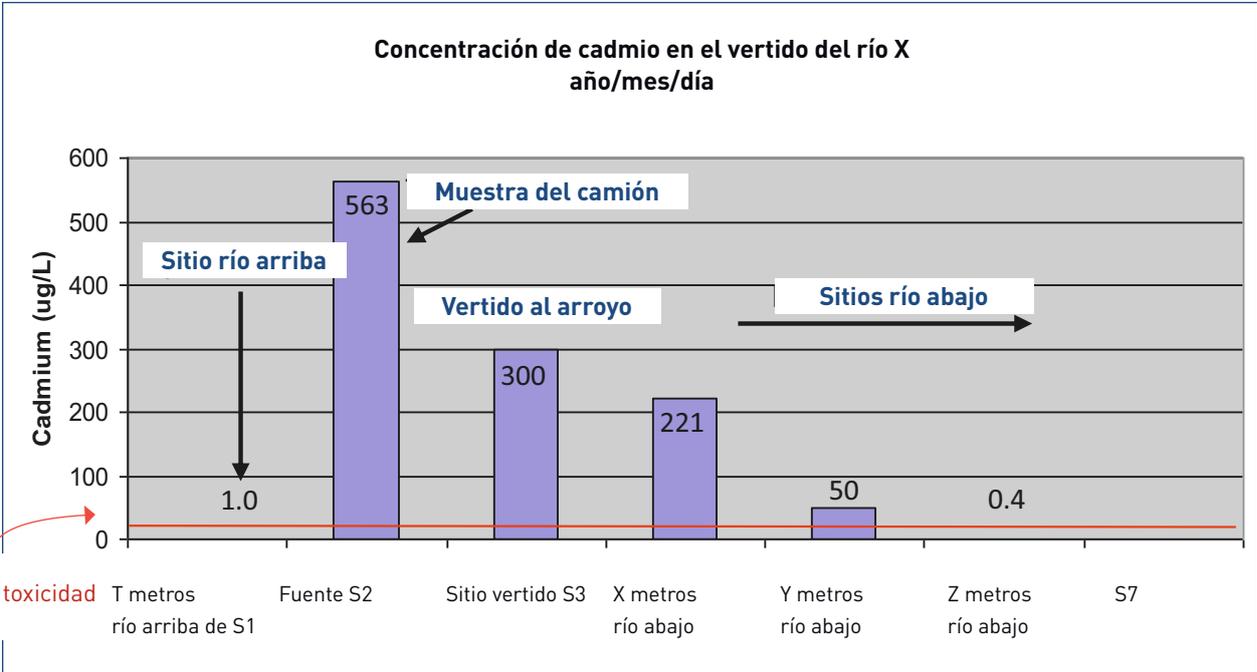
1. La numeración previa de las muestras, es decir, desde río arriba a río abajo (S1 a S6), permite la comparación de los datos analíticos mediante una tabla o un gráfico.
2. Los informes originales de los datos de laboratorio deben incluirse en el archivo.
3. Los datos químicos deben ser presentados como números enteros, en unidades en las que se expresa su toxicidad. Por ejemplo, si en las muestras de agua recogidas en los sitios S1 al S6 hay cadmio, por lo general los laboratorios indicarán los resultados en miligramos/litro (mg/l) o en partes por millón, y los datos del caso simulado podrían ser presentados de la siguiente manera:

SITIO	LIMITE DE TOXICIDAD	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Cadmio mg/l (disuelto)	0.0022	0.001	0.563	0.300	0.221	0.050	0.0004

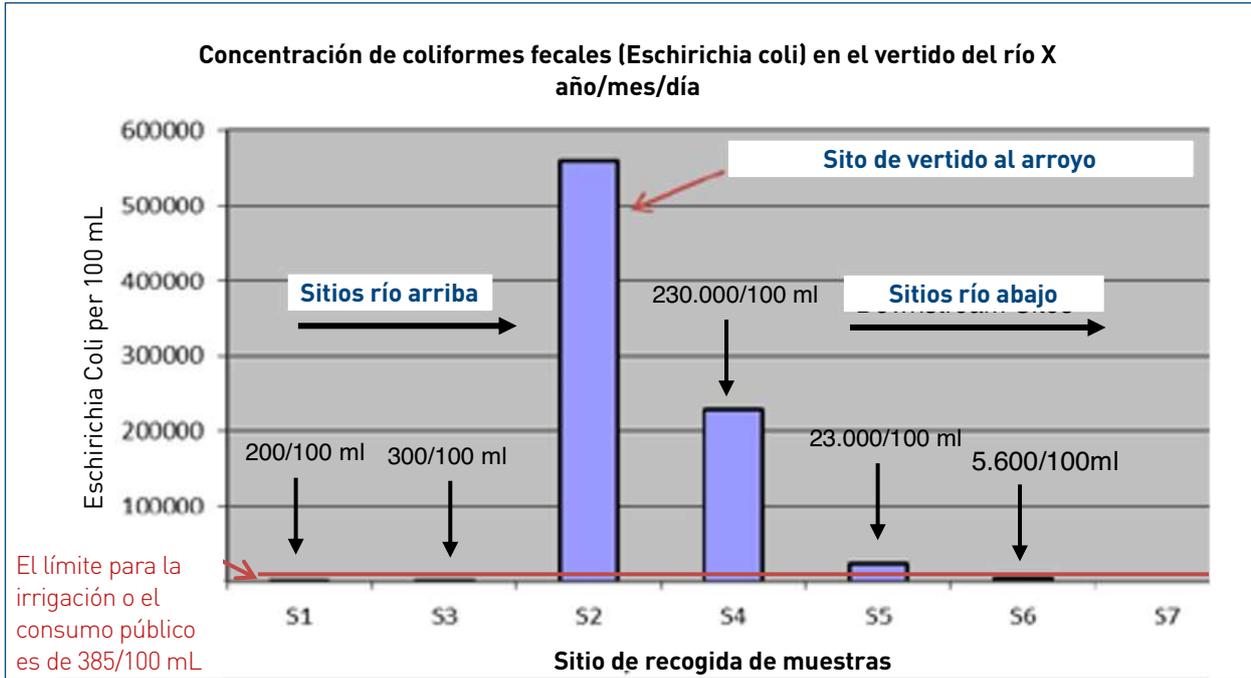
4. Le cadmium est sévèrement toxique chez les poissons vulnérables à une concentration de 2,2 microgrammes par litre (µg/L) ou parties par milliards. Par conséquent, il est possible de convertir les données de laboratoire de mg/L en µg/L pour les transformer en nombres entiers qui sont plus faciles à comprendre pour le personnel non spécialisé.

Los datos analíticos puede ser presentados en una tabla, pero la escala y el orden de magnitud son más comprensibles para un fiscal o para un juez cuando se presentan en forma de gráfico en el que se ofrezca una comparación con los niveles permitidos.

SITIO	LIMITE DE TOXICIDAD	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Cadmio µg/l (disuelto)	2.2	1.0	563	300	221	50	0,4



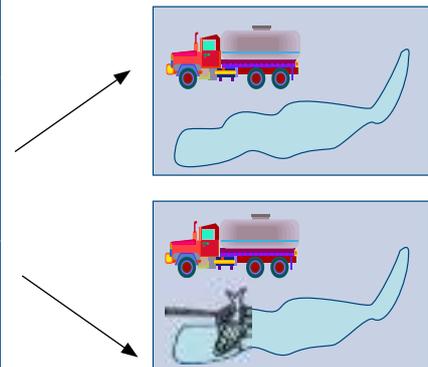
5. Si se trata de líquidos cloacales, los resultados generalmente se comunican como cantidad de organismos por 100 mililitros. Aunque se puede presentar un cuadro con los resultados del laboratorio directamente, la reconversión a un gráfico con algo de texto explicativo puede ayudar a ilustrar de una manera más clara la importancia del impacto.



SITIO	CONSUMO PÚBLICO	RÍO ARRIBA		SITIO DE VERTIDO S2	RÍO ABAJO		
		S1	S3		S4	S5	S6
Limite org/100 mL	385	200	300	560,000	230,000	23,000	5,600

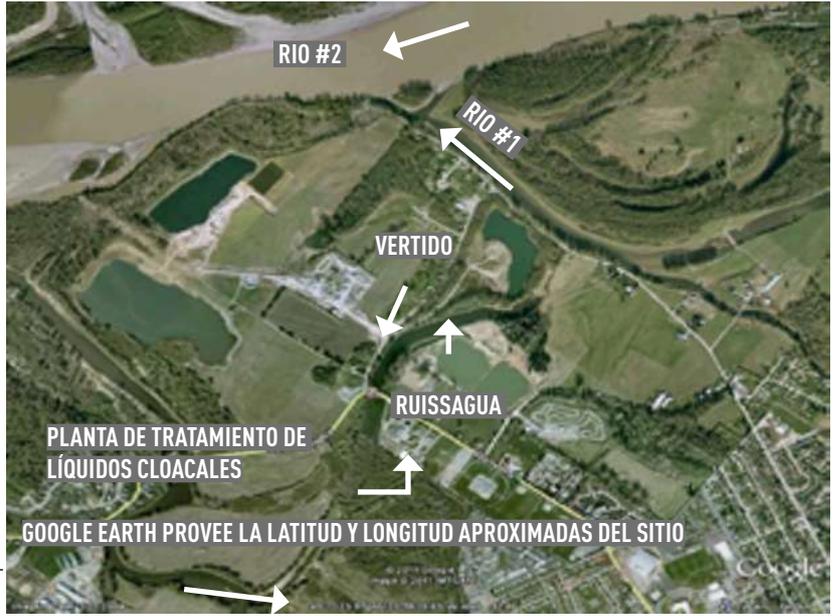
6. También se pueden emplear fotografías para explicar e ilustrar el caso.

FECHA (AÑO/MES/DÍA)	FOTÓGRAFO	NO. DE FOTO	ASUNTOS SIGNIFICATIVOS EN LA FOTO
2011-11-04	Inspector 1	001	Fotografía de un camión con líquidos cloacales estacionado cerca del arroyo
2011-11-04	Inspector 2	010	Fotografía de peces muertos recogidos agua abajo del vertido de líquidos cloacales



- Se debe incluir en el archivo un inventario de todas las fotografías y una descripción de lo que es significativo en cada una de ellas.
- Empezar con vistas grandes y seguir con vistas cada vez más pequeñas ayuda a introducir al lector en el contexto del caso. Las fotografías deben incluir puntos de referencia que ayuden a vincular una fotografía con la siguiente. Anótese la posición del camión en la primera fotografía, y el sitio de la toma de la muestra río abajo en la segunda. Las fotografías se pueden copiar en un programa gráfico simple de utilizar (como por ejemplo Microsoft Power Point), y se les pueden agregar los detalles del caso como texto, para ayudar a explicar pruebas importantes.
- Se puede tomar fotografías aéreas que ilustren el caso utilizando programas geográficos como Google Earth.

10. Google Earth puede servir para conseguir una vista aérea del lugar de los hechos y situar en un contexto la prueba que se ha recogido. En este caso simulado, un camión de bombeo de cámaras sépticas ignoró una planta de tratamiento de líquidos cloacales y vertió ilegalmente los residuos sépticos en un arroyo cercano.



11. Google Earth puede servir para medir distancias utilizando el menú "herramientas" y seleccionando "regla".



12. Acercando la imagen con el zoom se pueden ver más detalles. Se puede insertar la fotografía de Google con un programa gráfico como Microsoft Power Point para añadir información sobre el lugar en el que se recogió la prueba, por ejemplo.



13. Se pueden aportar más detalles del caso para ilustrar la explicación de las pruebas. En este caso simulado, el camión séptico no se paró en la planta de tratamientos de líquidos cloacales y vertió directamente los residuos en el arroyo para ahorrarse el pago de las tasas de descarga.



14. También deben utilizarse pruebas documentales para explicar e ilustrar el caso.
 15. En el expediente debe figurar un inventario de todos los documentos y lo significativo de cada uno de ellos.

FECHA (AÑO/MES/DÍA)	INSPECTOR QUE OBTUVO LA INFORMACIÓN	Nº DE DOCUMENTO	ASUNTOS SIGNIFICATIVOS EN EL DOCUMENTO
2011-11-04	Inspector 1	001	El libro de registro del camión séptico X en el que figuran los sitios de carga y el volumen de los líquidos cloacales
2011-11-04	Inspector 2	010	Recibos del inventario de la planta de tratamiento de residuos cloacales en los que se indica el número de descargas de líquidos cloacales del camión X y las fechas correspondientes

16. También deben aportarse como pruebas declaraciones que expliquen e ilustren el caso.
 17. En el expediente debe figurar un inventario de todas las declaraciones y lo significativo de cada una de ellas.

FECHA (AÑO/MES/DÍA)	INSPECTOR QUE TOMÓ	Nº DE DOCUMENTO	ASUNTOS SIGNIFICATIVOS EN EL DOCUMENTO
2011-11-04	Inspector 1	001	Declaración del chofer del camión séptico X, que indica que el gerente de la empresa le encargó que vertiera ilegalmente la carga.
2011-11-04	Inspector 2	010	Declaración del operador de la planta de tratamientos de residuos cloacales, que indica que, el día en cuestión, vio al camión X pasar ante la planta de tratamiento sin detenerse.

AGUA 2: VERTIDO DE PRODUCTOS QUÍMICOS O ACEITES DE DESECHO EN AGUAS O SUELOS SUPERFICIALES

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

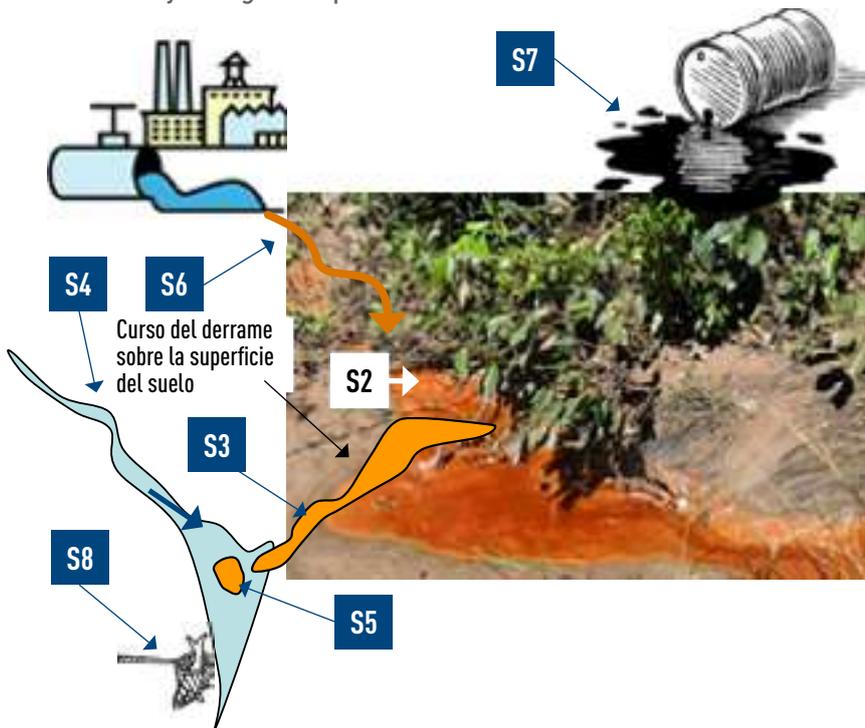
- Determinar el tipo de contaminación por productos químicos, aceites o desechos.
- Determinar la fuente de la contaminación, su amplitud y los riesgos sanitarios.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y recoger al menos una muestra basal (S1 o S4), una muestra de la fuente (S2, S6 o S7) y una muestra del medio receptor (S3 o S5) y de la fauna y flora silvestre impactada (S8).

1. Seleccione un procedimiento de muestra representativa según la situación

Opción 1: Contaminación con productos químicos o aceites solamente del suelo y el agua superficiales

Opción 2: Contaminación con productos químicos o aceites de suelos poco profundos y aguas subterráneas

Opción 1 Contaminación con productos químicos o aceite solamente del suelo y las aguas superficiales



Utilizar una cuchara limpia de acero inoxidable en cada uno de los sitios en el que se toman muestras:

- S1** – Muestra basal de suelo superficial. Si es posible, recogerla en primer lugar para evitar la contaminación cruzada a partir de otras muestras.
- S2** – Muestra de suelo superficial para determinar la contaminación en el sitio del vertido.
- S3** – Muestra de suelo adicional para ilustrar el impacto en los suelos superficiales del medio receptor.
- S4** – Muestra al azar de la columna compuesta de muestras basales de agua superficial.
- S5** – Muestra al azar de la columna compuesta de muestras de agua superficial de río abajo.
- S6 y S7** – Comparación con la posible fuente con miras a la caracterización analítica. Si es posible, recogerlas en último lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.
- S8** – Peces y especies de fauna y flora muertos o moribundos a causa del vertido.

EQUIPAMIENTO NECESARIO

1. Anteojos de seguridad (ver SECCIÓN 2.6)
2. Guantes, ropas, y botas de protección
3. Cuaderno
4. Botes metálicos o botellas de vidrio marrón oscuras para muestras, precintos (ver SECCIÓN 2.9.2)
5. Barrena de suelo, cuchara, pala, balde
6. Cronómetro
7. Heladera portátil
8. Cámara fotográfica

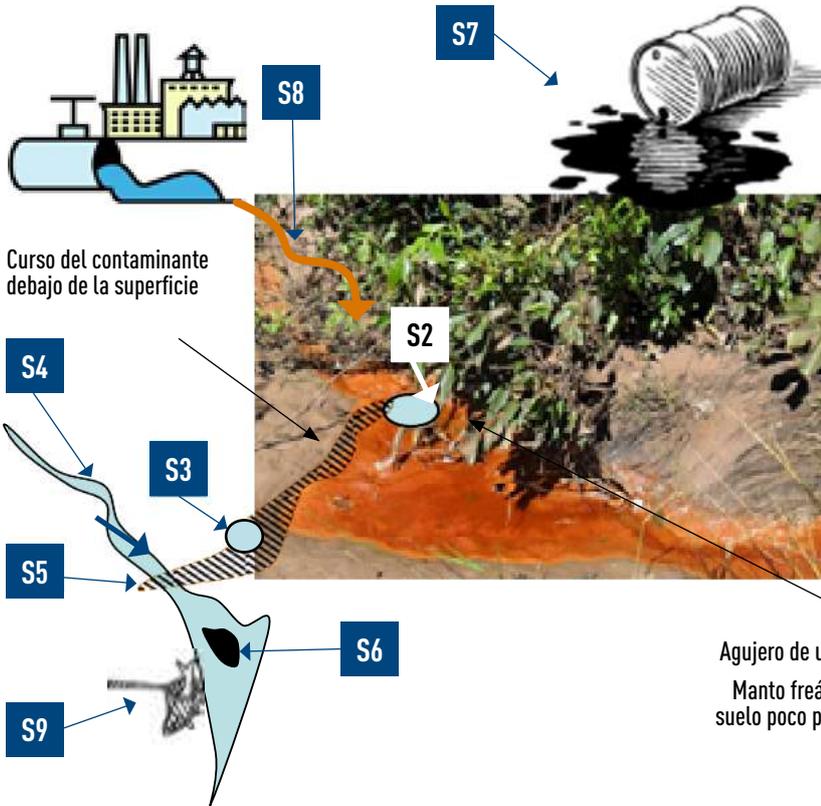
En casos de contaminación de agua (ver SECCIÓN 3)

1. Tiras de pH o pHmetro
2. Termómetro o medidor de temperatura
3. Kit o medidor de oxígeno disuelto
4. Para metales y sales: medidor de conductividad

S1 Muestra basal de un terreno que no haya recibido el vertido

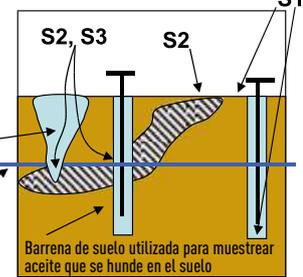


Opción 2 Contaminación con productos químicos o aceites de suelos poco profundos y aguas subterráneas



S1 Muestra basal de un terreno que no haya recibido el vertido

Vista de la superficie de suelo



Corte transversal del suelo

Utilizar una cuchara limpia de acero inoxidable en cada uno de los sitios en el que se toman muestras:

- S1 – Utilizar una cuchara y una barrena de suelo para determinar la contaminación basal en la superficie y a una profundidad similar a la profundidad a la que han penetrado los residuos. Si es posible, recogerla en primer lugar.
- S2 – Utilizar una cuchara para determinar la contaminación del suelo superficial.
- S2 y S3 – Utilizar una barrena de suelo o una pala para recoger al menos una muestra de subsuelo en el camino que han seguido los residuos.
- S4 – Al menos una muestra de un compuesto de muestras basales de agua.
- S5 – Al menos una muestra del afloramiento de agua de filtración (veáanse en AGUA 7 las técnicas para aguas subterráneas poco profundas).
- S6 – Al menos una muestra de un compuesto de muestras de agua profunda en caso de disolución, o una muestra superficial si los residuos están flotando en la corriente de agua, para ilustrar el impacto en el agua superficial del medio receptor.
- S7 y S8 – Al menos una muestra de la fuente para la comparación analítica de huellas entre las muestras de la posible fuente y las del medio receptor. Si es posible, recoger la muestra en último lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.
- S9 – Peces y especies de fauna y flora muertos o moribundos a causa del vertido.

2. Fotografiar el lugar de los hechos y la zona contaminada en relación con la fuente, si es posible. Fotografiar todos los sitios donde se han recogido muestras desde al menos cuatro direcciones, y si se puede desde un punto elevado.
3. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos y examinar todos los registros.
4. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver AGUA 1



AGUA 3: VERTIDO DE PRODUCTOS QUÍMICOS O ACEITES DE DESECHO EN SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL Y AGUAS SUPERFICIALES

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Se solicitará al investigador para que acuda al lugar del posible delito contra el medio ambiente cuando se haya observado algún tipo de daño (mortalidad de peces, mancha de aceite) en la masa de agua receptora. Al inicio de la investigación es posible que no se pueda determinar si el agua proviene de un sistema de drenaje pluvial. **Por este motivo, siempre es importante buscar caños de desagüe cuando se trabaja en casos de contaminación de agua.**

- Determinar el tipo de desecho que ha causado la contaminación.
- Determinar la fuente de la contaminación: entrevistar a testigos y a empleados presentes o pasados, y consultar planos de cloacaso en administración local o en fuentes industriales.
- Determinar la escala de la contaminación y los riesgos para la salud.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios, y recoger al menos una muestra basal, una muestra en la fuente y una muestra en el medio receptor. .

PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA EN SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL

- Si la contaminación procede de un caño de drenaje, el lugar real del vertido o la descarga no es el mismo que aquel en el que se observa la contaminación. Puede ser muy difícil encontrar la fuente original de la contaminación o el sitio donde se produjo, especialmente si el sistema de drenaje pluvial no está construido como un canal abierto, si no como un sistema subterráneo.
- Muchas veces, las salidas del drenaje hacia la masa de agua receptora están escondidas; por ejemplo, debajo de un puente. Es posible que el flujo de salida del caño de drenaje ya se haya detenido cuando el inspector llegue al lugar. Si el vertido desde la fuente original de la descarga ya ha cesado, posiblemente se deba recoger muestras residuales de zonas más profundas, en estructuras artificiales u otras áreas del sistema donde los líquidos pueden haber formado charcos.
- Los drenajes pluviales funcionan como tampón, generando demoras entre el momento del vertido o la descarga y la observación de la contaminación. Según la extensión del sistema de drenaje pluvial, el tiempo de retención antes de que la contaminación llegue a la masa de agua receptora puede variar de varios minutos a varias horas.
- En determinadas circunstancias, según el diseño del sistema de drenaje pluvial, la contaminación puede ser retenida dentro de este hasta que se produzca la próxima lluvia. En estos casos, será más difícil establecer el momento preciso en que ocurrió el vertido o la descarga.
- Las tormentas fuertes generalmente transportan mucha materia orgánica a las masas de agua receptoras (por ejemplo, restos del lavado de calles o sedimentos del sistema de caños de drenaje), y por lo tanto la demanda de oxígeno de las masas de agua generalmente se eleva después de las tormentas. En situaciones extremas es posible que la entrada de agua proveniente de sistemas de drenaje pluvial cause mortalidad de peces, aunque no se haya vertido o descargado ninguna sustancia ilegal. Esto puede ocurrir cuando se produce una

fuerte tormenta tras un largo período de sequía. Entre los factores que contribuyen a este fenómeno figuran las temperaturas altas del agua y las masas de agua que se mezclan mal.

- Las corrientes rápidas en las masas de agua receptoras pueden causar rápidos cambios en el lugar de los hechos. La prueba en el lugar de descarga en la corriente de agua puede ser llevada por la corriente y desaparecer; por lo tanto, es posible que se deba recoger muestras en el arroyo antes de iniciar la investigación sobre el origen o la fuente de la contaminación. Para conseguir pruebas, deben recogerse muestras lo antes posible.

TOMA DE MUESTRAS EN LA MASA DE AGUA RECEPTORA

- Si es posible, intentar parar la propagación de la contaminación (por ejemplo, mediante la instalación de barreras de absorción de aceites; solicitar asistencia de los bomberos y otros equipos de primeros auxilios).
- Evaluar las fuentes alternativas de contaminación (válvulas de entrada de fábricas, descargas de barcos, vertidos desde riberas, etc.).
- Si es posible, recoger las muestras desde el lugar menos contaminado hacia el más contaminado.

S1 - Muestra de referencia de aguas arriba.

S2 - Salida del caño de desagüe (agua, y si hay, sedimento del fondo del caño)

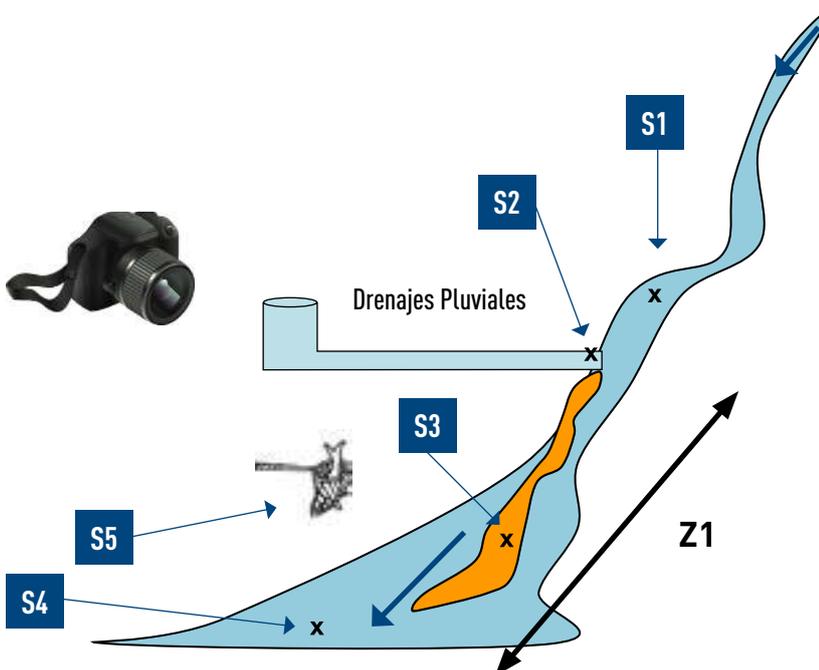
S3 - Sitio mixto río abajo.

S4 - Sitio más alejado río abajo, donde el análisis de campo refleje valores equivalentes a los del sitio S1

S5 - Recolectar o fotografiar pruebas de peces o animales muertos o de plantas dañadas.

Z1 - Medir la zona de impacto, es decir, desde S2 hasta S4.

- Tomar las coordenadas GPS de todos los sitios donde se han tomado muestras y fotografiarlos desde al menos cuatro direcciones y, si es posible, desde un punto elevado.
- Obtener copias de todos los registros disponibles.
- Entrevistar a todas las personas responsables y a los testigos.
- Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**



Con sistemas de drenajes pluviales de canal abierto, se ven todas las fuentes. Con sistemas subterráneos se deberá rastrear el origen de la contaminación.

RASTREO DEL ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN

1. Si es posible, contactar al departamento de ingeniería de la ciudad o del municipio, y consultar los mapas del sistema de cloacaso para conocer la zona de captación del sistema de drenaje pluvial.



Drenaje pluvial de canal abierto

2. Determinar si ha habido actividades sospechosas en la zona de captación. ¿Se ha informado de la presencia de vertidos, accidentes, o talleres o fábricas ilegales?



Drenaje pluvial subterráneo (caño de cemento)

3. Si no hay una fuente evidente de contaminación, destapar las entradas de los ● drenajes o las alcantarillas del sistema de drenaje pluvial empezando en la masa de agua donde se observó la contaminación y avanzar río arriba para rastrear el origen de la contaminación. Controlar los olores y colores, o utilizar dispositivos simples de campo; por ejemplo, papel indicador de pH, papel indicador de aceite, medidor de conductividad, medidor de oxígeno disuelto.

Nota: Las alcantarillas pueden ser lugares confinados y carentes de oxígeno. No se debe entrar en ellas al menos que se cuente con la capacitación adecuada, con oxígeno, y con personal de supervisión que pueda ayudar.



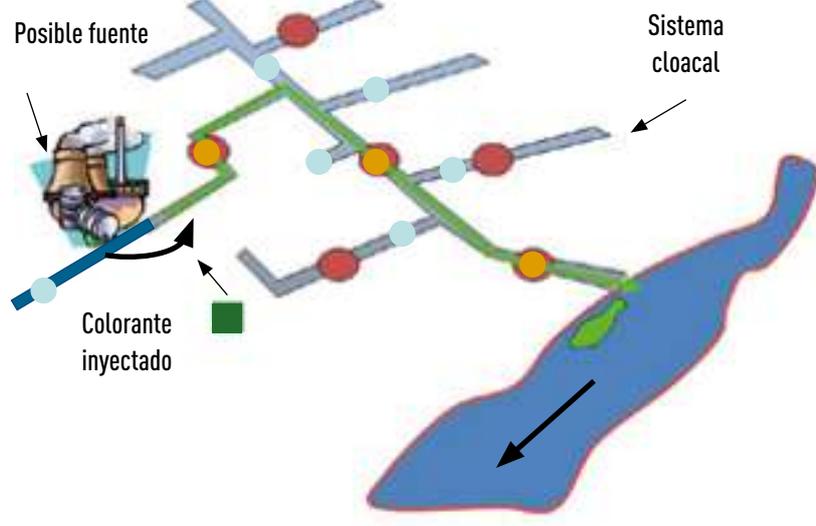
Alcantarilla abierta de un sistema cloacal

4. Para probar la presencia de depósitos, si es posible recoger muestras ● y aislar la fuente potencial. Si es posible, recoger muestras ● a lo largo del curso potencial del vertido antes de realizar una prueba con colorantes para determinar el camino seguido desde la fuente hasta el curso receptor.



Canales de cloacaso convergentes (vistos desde la boca de alcantarilla)

5. Realizar una prueba con colorantes, para determinar el camino, inyectando una solución diluida de Rodamina o Fluorescina ■ en la fuente de drenaje y seguir visualmente su curso a través del sistema de drenaje pluvial. Se pueden utilizar diluciones de sales en vez de colorantes y seguirlas posteriormente con medidores de conductividad.
6. Este procedimiento permite llegar directamente a la fuente de la contaminación o identificar los dos orificios entre los que la contaminación entró en el sistema de drenaje pluvial. En el segundo caso, debe existir una conexión en el subsuelo entre los sitios cercanos y la tubería principal del drenaje pluvial principal en algún punto entre el último orificio "limpio" y el primero "contaminado".



Realizar un examen con colorantes para determinar el curso del contaminante

AGUA 4: DESCARGA DE EFLUENTES CONTAMINADOS DESDE UN DESAGÜE CONOCIDO

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Cuando existen distintas fuentes de descarga, el plan de toma de muestras debe intentar determinar la fuente real. Debe estudiarse lo que aporta cada fuente. También deben tomarse muestras río arriba de todos los afluentes, para confirmar que no están contribuyendo a la contaminación.

Establecer un sistema de numeración de muestras río arriba a río abajo, en el sentido de la corriente.

1. Verificar la temperatura, el pH, la conductividad y el oxígeno disuelto tanto río arriba como río abajo y en las fuentes A, B, y C para estimar los posibles orígenes de la contaminación.
2. Si es posible, recoger muestras desde el punto menos contaminado hasta el más contaminado.



- S1 y S2 – Recoger las muestras río arriba para establecer si el agua está contaminada.
- S9, S10, y S11 – Recoger muestras río abajo para establecer si el agua está contaminada.
- S4 y S7 – Recoger muestras entre posibles fuentes para establecer si el agua está contaminada.
- S3, S5, y S8 – Recoger muestras en los puntos de descarga.
- S6 – Recoger muestras directamente en el sitio sospechoso.
- S12 – Recoger o fotografiar pruebas de peces o animales muertos, o de plantas dañadas.
- Z1 – Medir la zona de impacto, es decir, de S5 a S11.

3. Tomar las coordenadas GPS de todos los sitios donde se han tomado muestras y fotografiarlos desde al menos cuatro direcciones y, si es posible, desde un nivel elevado.
4. Obtener copias de todos los registros disponibles.
5. Entrevistar a todas las personas responsables y a todos los testigos.
6. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez.

Ver **AGUA 1**

EQUIPAMIENTO NECESARIO

1. Anteojos de seguridad
2. Guantes protectores
3. Cuaderno
4. Termómetro, papel indicador de pH o sonda multiparámetros (pH, temperatura, oxígeno disuelto)
5. Botellas
 - Coliformes (frascos de vidrio de 100 mL)
 - Metales (frascos de plástico de 100 mL)
 - Aceite/grasa (frascos de vidrio de 100 mL)
6. Conservante de metal – Ácido nítrico
7. Heladera portátil
8. Cámara fotográfica

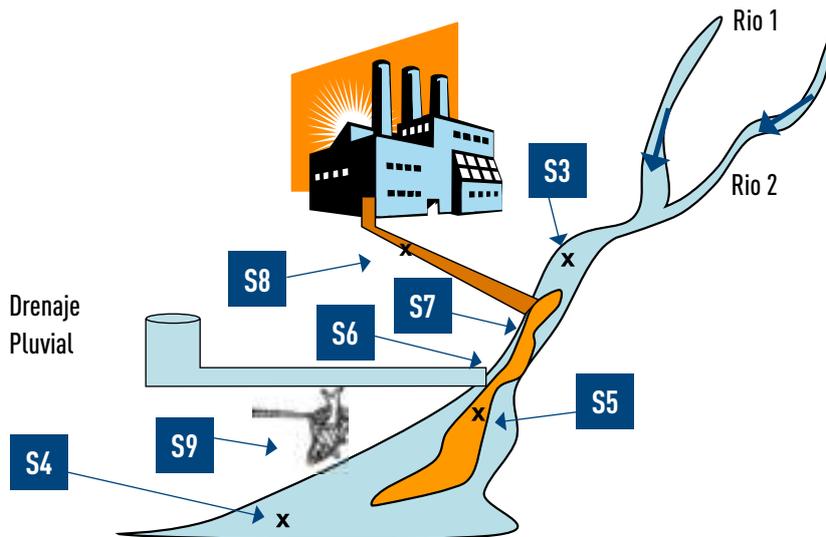
Ver en las **SECCIÓN ES 2.0 A 2.6** más detalles sobre la seguridad y el equipamiento.

AGUA 5: DESCARGA DE EFLUENTES CON ALTOS NIVELES DE DBO₅ O DQO

Los efluentes de una fábrica pueden presentar altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) o de demanda química de oxígeno (DQO).

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Determinar la fuente de la contaminación.
 - Determinar la amplitud de la contaminación y los riesgos sanitarios.
 - Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y recoger al menos una muestra basal (S3), una muestra de la fuente (S8) y una muestra del medio receptor (S7).
1. Si el material es muy visible, la prueba fotográfica es la prueba mínima que se debe recoger. Se deben fotografiar todos los sitios donde se han tomado muestras desde al menos cuatro direcciones y, si es posible, desde un punto elevado. (Ver **SECCIÓN 2.7.4** sobre la fotografía)
 2. Verificar la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH y la conductividad en cada sitio. Utilizar frascos limpios en cada sitio para recoger las muestras y verificar los niveles de DBO₅ y DQO en:



S3 – Muestras basales compuestas para determinar la contaminación basal del agua receptora. Si es posible, recoger en primer lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.

S4 y S5 – Sitios distantes. Recoger muestras compuestas del agua receptora para ilustrar el impacto de la contaminación.

S7 y S8 – Muestras de efluentes compuestos del sitio fuente para verificar la DQO y la DBO₅.

S6 – Efluente compuesto de los drenajes pluviales que pueden verse en la zona de impacto.

S9 – Fotografiar o recoger muestras de organismos muertos (peces) probablemente a causa del poco oxígeno disuelto (debido a altos niveles de DBO₅ o DQO).

3. Obtener registros del funcionamiento de la fábrica.
4. Entrevistar a ingenieros o capataces de la fábrica y hacer preguntas sobre el proceso de funcionamiento de la fábrica.
5. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

EQUIPAMIENTO NECESARIO

- Anteojos de seguridad
- Guantes protectores
- Cuaderno
- Termómetro, papel indicador de pH o sonda multiparámetros (pH, temperatura, oxígeno disuelto)
- Botellas
 - Botellas de vidrio marrón de 1L.
- Precintos
- Heladera portátil
- Cámara fotográfica

Véase en las **SECCIÓN ES 2.0 A 2.6** más detalles sobre seguridad y equipamiento

Véase también en la **SECCIÓN 2.9.2** más detalles sobre botellas y conservantes

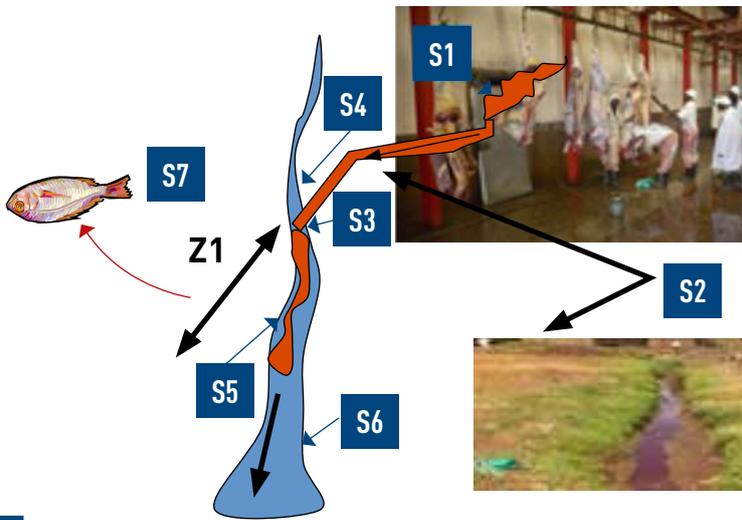
AGUA 6: DESCARGA DE SANGRE O DESECHOS DE UN MATADERO EN EL AGUA SUPERFICIAL

Los mayores riesgos son la reducción de oxígeno (alta demanda bioquímica de oxígeno-DBO₅) y la propagación en el agua receptora de bacterias y virus transmitidos por sangre.

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Determinar el tipo de contaminación.
- Determinar los puntos de toma de muestras.
- Determinar la magnitud de la contaminación y los riesgos para la salud.

1. Tomar muestras desde el sitio menos contaminado hacia el más contaminado.



S4 – Tomar muestras de la corriente en un punto río arriba de la descarga.

S6 – Tomar al menos una muestra del río en un punto situado más abajo de la zona contaminada.

S5 – Tomar al menos una muestra del río o del curso o masa de agua en un punto en la pluma de contaminación aguas abajo de la descarga.

S3 – Tomar muestras de la tubería de desagüe o de la zanja abierta en el punto de descarga en el río o en el curso o masa de agua.

S2 – Tomar muestras en la tubería que conduce los efluentes o lodos del matadero al caño de drenaje o zanja abierta que lleva al río o al curso o masa de agua.

S1 – Tomar muestras en la fuente de contaminación justo antes de los desagües del suelo.

S7 – Tomar muestras de peces y ejemplares de fauna y flora silvestre muertos.

Z1 – Medir la zona de impacto.

2. En cada sitio, recoger muestras para verificar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).
3. Verificar la temperatura, el pH, la conductividad y el oxígeno disuelto en cada sitio.
4. Estimar las velocidades de flujo de la descarga y de la corriente.
5. Tomar notas de cualquier traza de decoloración, olores, peces, ranas u otros animales muertos, probablemente a causa de la reducción de oxígeno. Mapear la zona de impacto "Z1".
6. Tomar las coordenadas GPS de todos los sitios donde se han tomado muestras y fotografiarlos desde al menos cuatro direcciones y, si es posible, desde un nivel elevado.
7. Obtener copias de todos los registros disponibles.
8. Entrevistar a todas las personas responsables y a los testigos.
9. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

EQUIPAMIENTO NECESARIO

- Anteojos de seguridad
- Guantes protectores
- Cuaderno
- Termómetro, papel indicador de pH o sondas multiparámetros (pH, temperatura, oxígeno disuelto)
- Coliformes – frascos de vidrio de 100 mL
 - BOD₅ – frascos de vidrio o de plástico de 1 l
 - COD – frascos de vidrio o de plástico de 1 l
 - Metales – frascos de plástico de 100 mL
- Conservantes – Ácido Nítrico
- Heladera portátil
- Cámara fotográfica

Ver en **SECCIÓN ES 2.0 A 2.6** más detalles sobre seguridad y equipamiento

AGUA 7: VERTIDO AL SUELO DE PRODUCTOS QUÍMICOS QUE PENETRAN EN EL AGUA SUBTERRÁNEA

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Seguridad: Utilizar equipamiento protector: mono desechable, guantes y botas adecuados para protegerse de materiales peligrosos, y dispositivos de flotación si se trabaja cerca del agua. Ver **SECCIÓN 2.4**

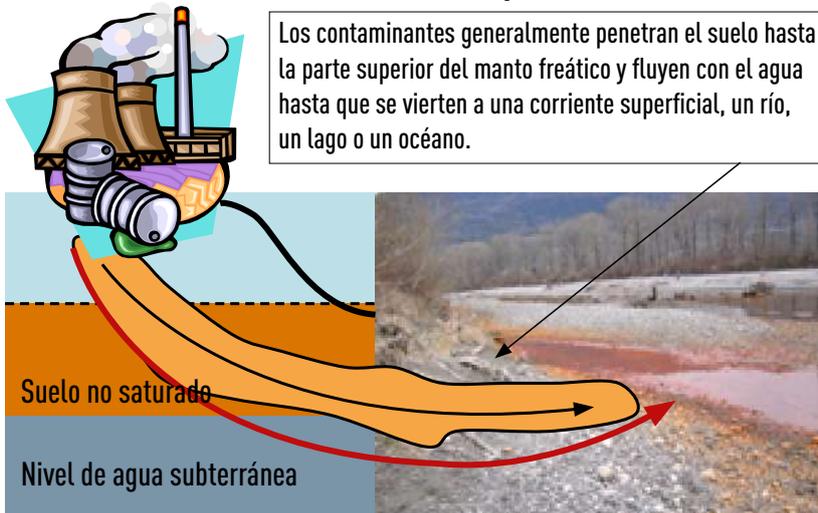
1. Definir los criterios de toma de muestras, los riesgos ambientales y los objetivos.
2. Fotografiar el lugar de los hechos y la zona contaminada en relación con la fuente, si es posible. Fotografiar todos los sitios donde se han tomado muestras desde al menos cuatro direcciones y si se puede desde un punto elevado.
3. Si se sospecha que hay residuos generadores de ácidos se debe inspeccionar la zona cercana a la costa. Buscar manchas (suelen ser rojas por el hierro o blancas por el aluminio, el manganeso o el zinc, y debidas a la precipitación de metales pesados). Buscar señales de crecimiento excesivo de algas debido a los nutrientes provenientes de las cloacas o al bajo nivel de oxígeno.



Mancha de hierro férrico causada por el enterramiento ilegal de desechos de madera y escombros orgánicos.

La descomposición de desechos de madera forma ácido carbónico, que filtra hierro de los suelos y lo deposita en el lecho del río como sólidos férricos rojos. Esos sólidos cubren el fondo de grava, destruyendo el hábitat de los peces y reduciendo el oxígeno del agua, lo que resulta en la formación de algas de bajo consumo de oxígeno. (Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.)

4. Verificar en las aguas de poca profundidad cercana a los sedimentos de fondo (zona epibéntica) el pH, el oxígeno disuelto, la temperatura y la conductividad. Los valores extremos de pH, la alta temperatura, una baja concentración de oxígeno disuelto y la alta conductividad pueden indicar una contaminación.
5. Sélectionner une Méthodo d'échantillonnage:



Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

5. Seleccionar un procedimiento de toma de muestras.

AGUAS POCO PROFUNDAS - Una inspección determina que el tipo de desechos o productos químicos puede estar penetrando en el área de poca profundidad cercana a la orilla de una masa de agua receptora.

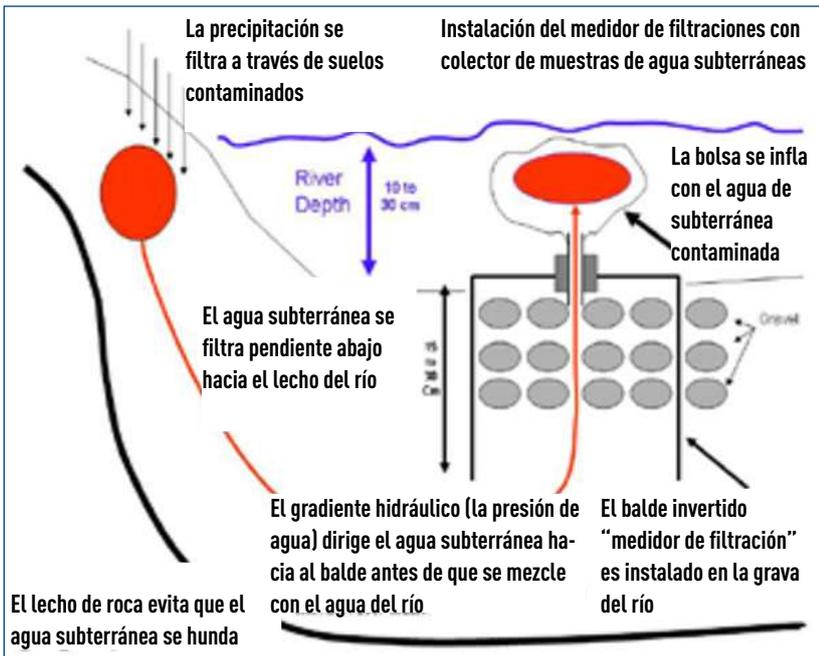
Opción 1: Toma de muestras utilizando medidores de filtraciones

Opción 2: Toma de muestras utilizando piezómetros para poca profundidad

AGUAS SUBTERRÁNEAS PROFUNDAS - Una inspección determina que el tipo de desechos o productos químicos puede estar penetrando en aguas subterráneas más profundas o en las aguas profundas de una masa de agua receptora.

Opción 3: Toma de muestras utilizando pozos profundos y piezómetros.

Opción 4: Toma de muestras utilizando piezómetros desplegados en aguas profundas.



Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

OPCIÓN 1 - Toma de muestras utilizando medidores de filtraciones

Los medidores de filtraciones son baldes invertidos y con agujeros en su fondo, utilizados para recoger agua subterránea que brota del suelo.

- a. Perforar el fondo del balde de manera que se pueda colocar un tapón de goma.
- b. Ensamblaje de bolsa y tubo: utilizando una banda elástica, pegar una bolsa de plástico al tapón de goma con un tubo en su centro.
- c. Hundir la boca del balde invertido en la arena o grava del lecho del curso de agua, hasta que se sumerja al menos 10 cm.
- d. Comprimir la bolsa para evacuar el aire que está en su interior para impedir la entrada de aire y de agua, e insertar el tapón de goma en el agujero del balde.
- e. El agua subterránea que surge del suelo fluye llenando el balde a través del tubo, y es capturada en la bolsa de plástico. Recoger la muestra justo antes de que la bolsa se llene por completo. Verter el agua en un contenedor apropiado al tipo de producto químico.
- f. Registrar el tiempo pasado desde la colocación de la bolsa de plástico hasta la recogida de la muestra de agua, así como el volumen de la muestra que se encuentra en la bolsa. La multiplicación "volumen X tiempo de recogida" permite estimar el flujo volumétrico de agua subterránea contaminada que se infiltra en el río.



Opción 2 Toma de muestras utilizando piezómetros poco profundos

Los piezómetros son tubos con puntas punzantes que se hunden en el lecho del río con martillos deslizantes o con mazas. Cuando se insertan dos o más puntas de piezómetros cercanas entre sí, una es insertada más profundamente que la otra. Se trata de los piezómetros anidados.

Cortesía del DOE de Canadá.

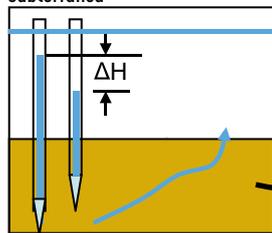
- a. Los niveles de agua subterránea en cada piezómetro son medidos utilizando una cinta métrica eléctrica.
- b. Cuando el nivel del agua en el piezómetro más profundo supera el nivel del medidor menos profundo, significa que la presión del agua subterránea en el piezómetro más profundo es más alta y que se está filtrando surgiendo hasta el fondo de la corriente de agua.
- c. Una vez colocado el piezómetro de menor profundidad, su contenido se puede bombear cuidadosamente utilizando una bomba peristáltica de velocidad variable para retirar el agua y los sedimentos provenientes de la inserción inicial. Una vez que se haya permitido que el piezómetro durante horas o días, se debe recoger la muestra. Previamente se debe etiquetar el contenedor de la muestra y esta se debe recoger y preservar según el tipo de prueba que se vaya a efectuar. Ver **SECCIÓN 2.9.2**

- Puntas de piezómetros
- Martillo Deslizante



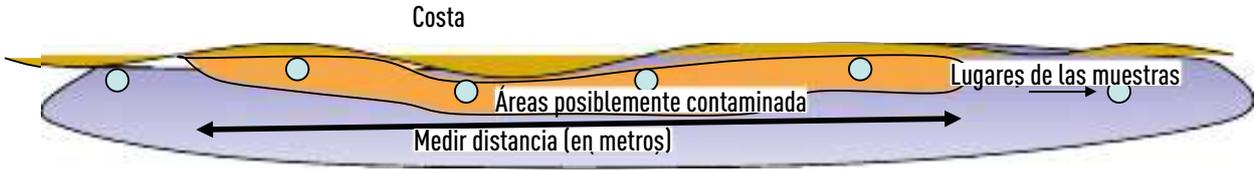
Medición electrónica a nivel de agua

Una altura mayor en las puntas hundidas más profundamente significa que está surgiendo agua subterránea



La bomba peristáltica de agua subterránea recoge una muestra

- d. Se deben recoger muestras a lo largo de la costa y analizar la calidad del agua para determinar la "zona de impacto" y los límites de la contaminación. Los lugares donde se han tomado las muestras deben registrarse utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS).



Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

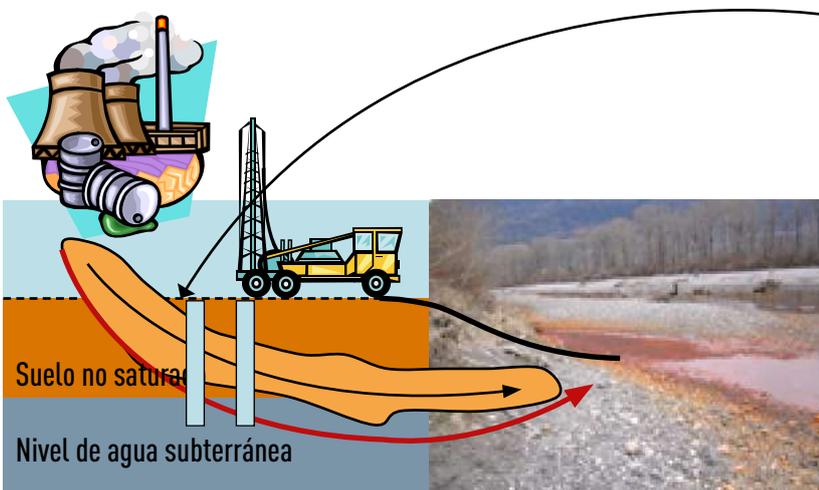
OPCIÓN 3 Toma de muestras utilizando pozos profundos y piezómetros

Los piezómetros para pozos profundos se diferencian de los piezómetros para pozos poco profundos en que los tubos son más largos y requieren equipamiento más pesado para hundirlos en el suelo por medios neumáticos o mediante perforaciones. En pozos muy profundos, posiblemente sea necesario cementar las tuberías con revestimientos especiales en el lugar, y pueden ser precisos practicar varios pozos en un solo orificio para recoger agua subterránea a diferentes profundidades o en varias zonas.

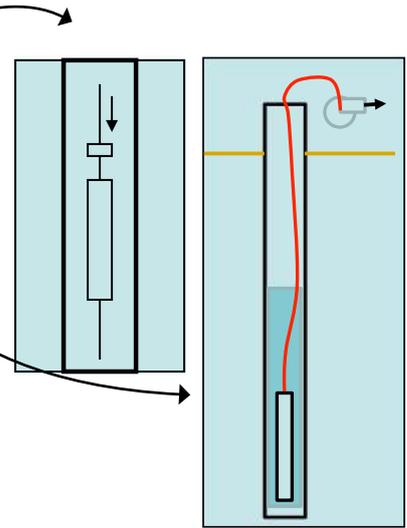
Posiblemente se deba contratar a un hidrogeólogo y a un especialista en toma de muestras de pozos para recoger muestras de pozos profundos. El encargado de recoger las muestras debe tomar precauciones por si los contaminantes generan vapores (como sucede, por ejemplo, en el caso de vertidos de carburantes) que podrían escaparse hacia las capas superiores del suelo, o que podrían evaporarse hacia el contenedor de la muestra cuando sean bombeados por el pozo. También hay que considerar el tipo de bomba utilizada y si se debe o no purgar el pozo antes de recoger la muestra. Si se extrae demasiada agua contaminada del pozo durante la purga, se deberá tomar medidas para desechar adecuadamente esta agua contaminada.

- a. Un método para recoger una muestra de un pozo sin necesidad de purgarlo es utilizar un tubo plástico plegable de toma de muestras con un peso de acero inoxidable.

Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.



- b. Para recoger una muestra de un pozo sin purgarlo se puede utilizar un tubo de toma de muestras con gatillo y tapón.
- c. Se puede bajar al pozo bombas manuales o eléctricas de pequeño diámetro para bombear las muestras de agua subterránea hasta la superficie.



Opción 4 Toma de muestras utilizando piezómetros desplegables de aguas profundas

Para muestrear agua subterránea contaminada que se filtre hacia el agua superficial desde 3 a 25 o más metros de profundidad se pueden utilizar piezómetros desplegables de aguas profundas y tomadores de muestras de tubo partido. El área de filtrado puede detectarse mediante pruebas en la zona epibentónica (capa de agua que se encuentra justo encima del sedimento del fondo) utilizando sondas multiparamétricas para comprobar el pH, la temperatura, la conductividad y el oxígeno disuelto.

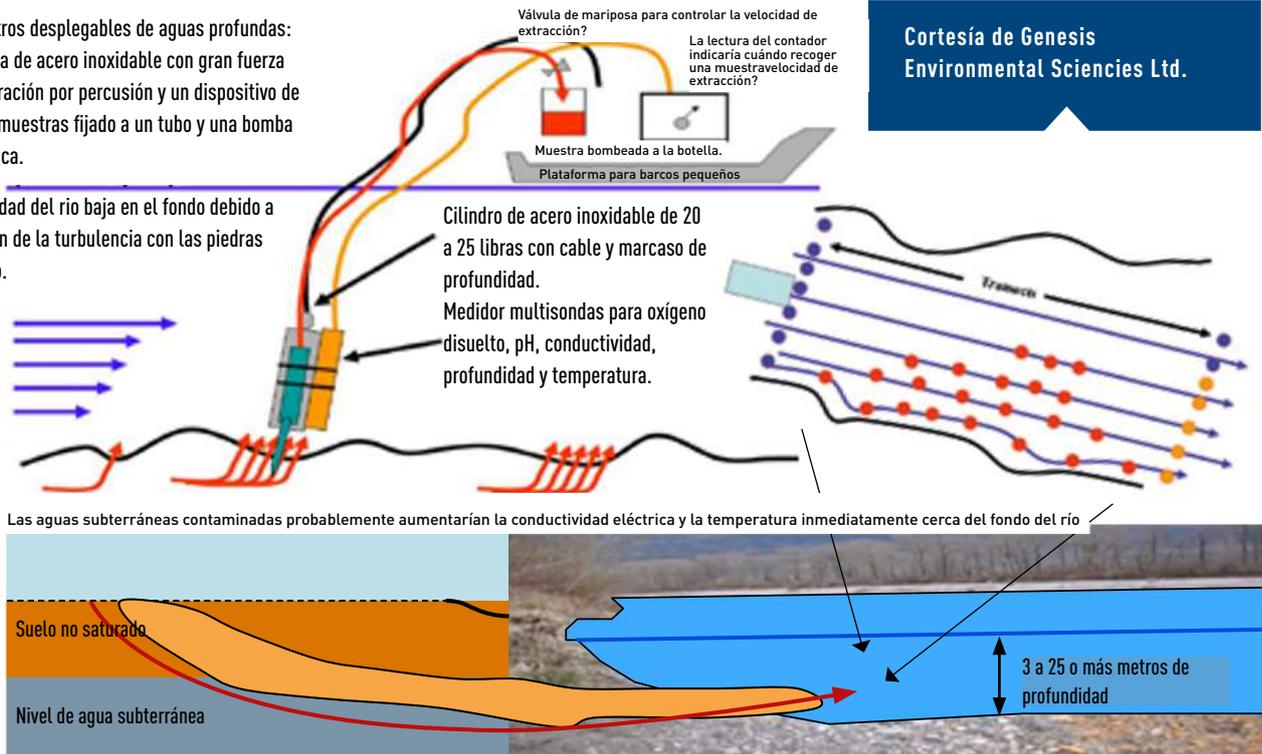
Utilizando una serie de transectos para medir la calidad del agua, seguidos de sondas de toma de muestras, se pueden recoger muestras de arenas gruesas y grava que permiten la extracción de agua subterránea. Si los sedimentos son muy finos, se puede utilizar un tomador de muestras de tubo partido con el cual se puede extraer el agua de los poros del sedimento y analizar esos sedimentos.

Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

Piezómetros desplegables de aguas profundas: una sonda de acero inoxidable con gran fuerza de penetración por percusión y un dispositivo de toma de muestras fijado a un tubo y una bomba peristáltica.

La velocidad del río baja en el fondo debido a la fricción de la turbulencia con las piedras del fondo.



- a. Se fija una sonda multiparamétrica a una sonda desplegable para inspeccionar la calidad de agua.
- b. Se vigila y registra el despliegue de la sonda.
- c. Una cámara sumergible permite observar las condiciones de fondo y el despliegue de las sondas.



Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

6. Elegir un método para ilustrar los datos.

Opción 1 Concentración de contaminantes

Un hidrogeólogo puede marcar sobre un mapa la concentración de contaminantes presentes en las diversas muestras, mostrando así las supuestas zonas concéntricas de contaminación. El identificador del sitio es una combinación única de letras y números; por ejemplo:

GW = Muestra de agua subterránea

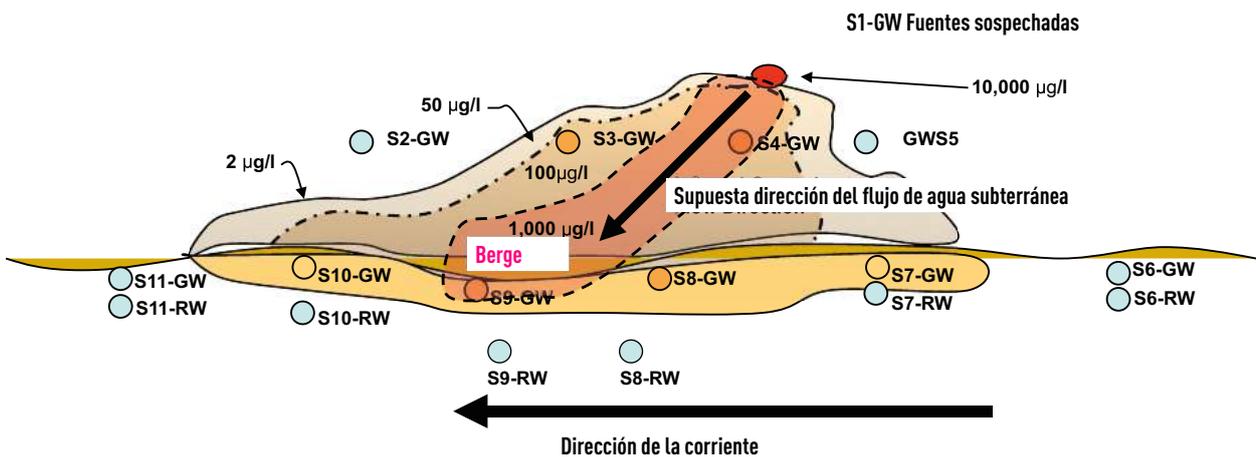
RW= Muestra de agua de río

GWS1 o S1 - GW = Muestra de fuente de agua subterránea del sitio nº 1

La concentración de contaminantes puede ser expresada por medio de texto (por ejemplo, partes por millón) o unidades de peso (por ejemplo, mg/l o µg/l). Las concentraciones químicas pueden ser etiquetadas de manera abreviada, por ejemplo:

- Una parte por millón en agua = 1.0 ppm = 1.0 miligramo por litro = 1.0 mg/l
- Una parte por miles de millones en agua = 1.0 ppb = 1.0 microgramo por litro = 1.0 µg/l
- Una parte por millón en suelo = 1.0 ppm = 1.0 miligramos por kilogramo = 1.0 mg/kg
- Una parte por miles de millones en suelo = 1.0 ppb = 1.0 microgramo por kilogramo = 1.0 µg/kg

Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

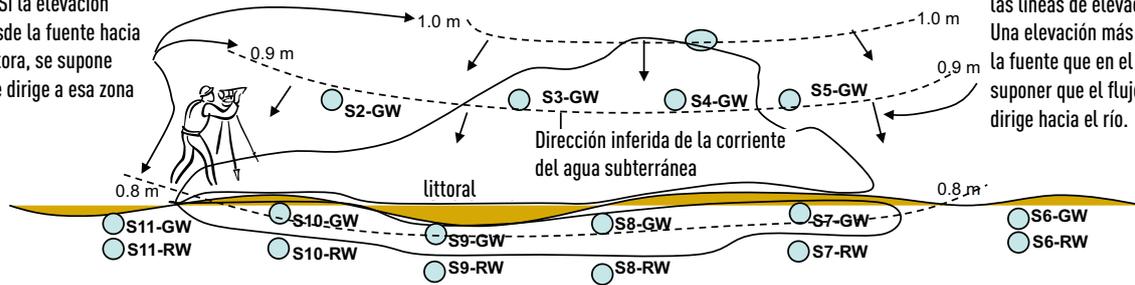


Los datos sobre la concentración se pueden marcar en un gráfico o en una fotografía del sitio para ayudar a ilustrar el contexto y la magnitud de la contaminación, así como su toxicidad relativa para organismos acuáticos, como por ejemplo para los peces.

Opción 2 Élévations de l'Agua

Utilizando métodos de prospección, un hidrogeólogo puede marcar las elevaciones de agua en un mapa indicando una supuesta dirección de flujo para ayudar a probar que los vertidos fluyen hacia el agua receptora.

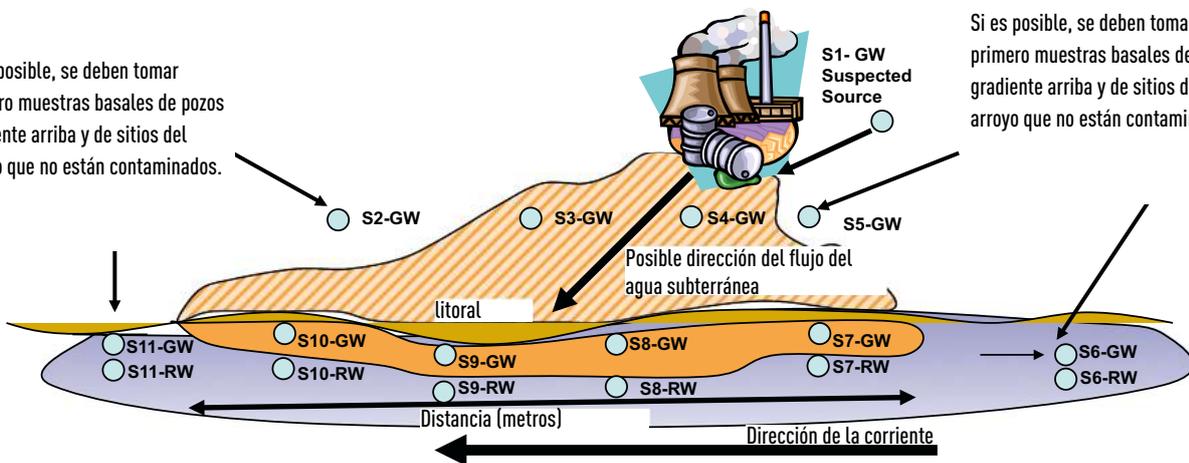
Se vigilan los niveles de agua en los pozos. Si la elevación disminuye desde la fuente hacia la zona receptora, se supone que el flujo se dirige a esa zona receptora.



La dirección de flujo del agua subterránea es siempre perpendicular a las líneas de elevación. Una elevación más alta en la fuente que en el río hace suponer que el flujo se dirige hacia el río.

Nota: Las muestras para las pruebas de calidad del agua deben recogerse empezando por las zonas menos contaminadas y acabando por las más cercanas a la fuente, siguiendo una dirección gradiente arriba. Si es posible, deben recogerse primero las muestras de los sitios de referencia de los pozos de la costa, seguidas de las de los sitios de referencia gradiente arriba, y luego de las del centro de la pluma y, por último, de las de la fuente misma, para minimizar el riesgo de contaminación cruzada.

Si es posible, se deben tomar primero muestras basales de pozos gradiente arriba y de sitios del arroyo que no están contaminados.



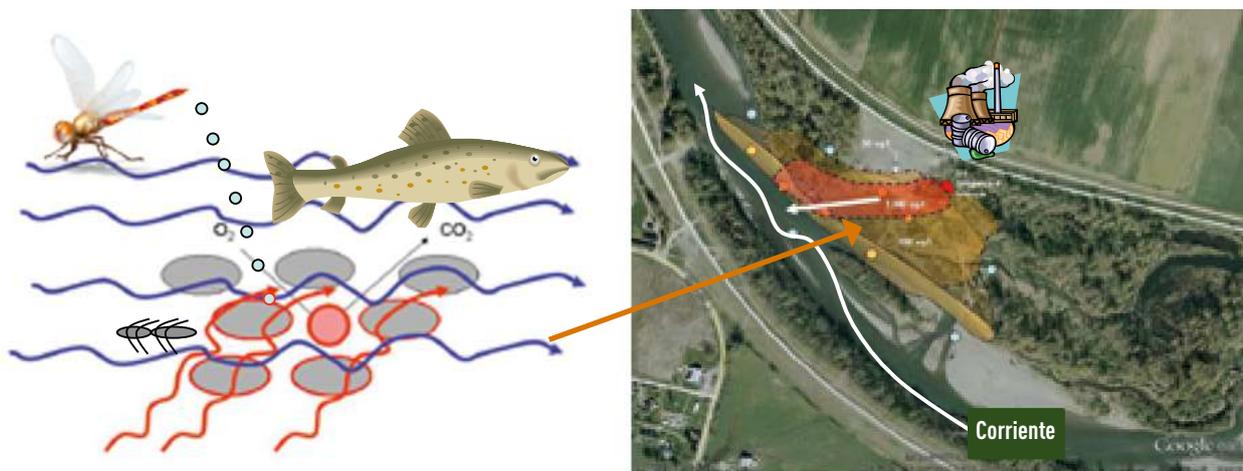
Si es posible, se deben tomar primero muestras basales de pozos gradiente arriba y de sitios del arroyo que no están contaminados.

Opción 3 Mapas aéreos

Se pueden utilizar mapas aéreos basados en análisis del lugar o en programas de geolocalización, tales como Google Earth, para generar diagramas ilustrativos que muestren el impacto del agua subterránea contaminada en las aguas receptoras.

Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

EFFECTOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS



El afloramiento de agua subterránea contaminada con metales pesados o con sales de calcio o magnesio pueden precipitar y sofocar los huevos, las larvas y las crías de peces e invertebrados bentónicos.

Este tipo de afloramientos también puede precipitar y consolidar los sedimentos de los fondos, o formar terrazas que endurecen los lechos de los arroyos, impidiendo el desove.



Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.

El bajo nivel de oxígeno disuelto puede sofocar los huevos y las larvas, e impedir que las crías de los invertebrados y los peces bentónicos sobrevivan dentro de los espacios intersticiales de la grava del río.

7. Obtener copias de todos los registros disponibles.
8. Entrevistar a todas las personas responsables y a los testigos.
9. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver: **AGUA 1**

AGUA 8: PESCA ILEGAL CON CIANURO

La pesca con cianuro es un método comúnmente utilizado para recoger peces que habitan en corales con miras al comercio bien de peces de acuario o bien de pescado para alimento. Estos pescadores utilizan soluciones de cianuro de sodio para aturdir a los peces, que luego son recogidos vivos. El cianuro desorienta a los peces, haciendo más fácil su captura con red. Esta pesca suele hacerse a pequeña escala, y el pescador utiliza un vaporizador para aplicar la solución de cianuro a determinados peces, o dispersa la solución en el arrecife para aturdir a todos los peces y luego recoger los que son de interés. Los peces muertos también suelen venderse en los mercados. El cianuro no permanece por mucho tiempo en el ambiente ya que es metabolizado rápidamente por organismos, lo que hace que el tiempo sea crítico cuando se recogen muestras en estas situaciones.

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- > El cianuro no tendría ninguna otra utilidad en un arrecife de coral, por lo que la presencia del producto químico en una embarcación pequeña sería una prueba significativa para sustanciar una sentencia condenatoria.
- > Son fundamentales las pruebas adicionales de apoyo en forma de herramientas para la dispersión de cianuro, tales como los vaporizadores de plástico con cianuro líquido disuelto y los cristales sólidos de cianuro de sodio que pueden obtenerse en el sector minero (particularmente en la minería del oro).
- > La presencia de una cantidad anormal de peces (y organismos marinos) muertos o moribundos, así como de arrecifes de coral decolorados deben ser documentados tomando muestras y haciendo fotografías del alcance del impacto, que son pruebas fundamentales.

SEGURIDAD

- > Debido a la alta toxicidad del cianuro de sodio, se deben tomar las precauciones necesarias en materia de salud y seguridad. Ver **SECCIÓN 2.6**
- > **El cianuro de sodio puede ser absorbido por la piel, los ojos, la boca o el sistema respiratorio. Por este motivo, se deben utilizar anteojos de seguridad, máscaras filtrantes de polvo, guantes y botas de goma protectores, y se recomienda el uso de monos protectores de tipo Tyvek o de papel plastificado.**
- > La plongée avec tuba pour prélever des échantillons d'Agua et trouver des traces de poissons morts (milieu biologique marin) dans un secteur où du cyanure de sodium a été dispersé **n'est pas recommandée** en raison de l'absorption par contact cutané, ingestion accidentelle ou en respirant en nageant dans l'Agua.

RECOGIDA DE PRUEBAS FÍSICAS

El tiempo es un elemento clave, ya que la dispersión y degradación del cianuro de sodio en el ambiente puede ser muy rápida. La prioridad es la recogida de las pruebas que se perderán primero, generalmente muestras de agua y peces muertos o afectados en la zona de impacto, y a ello seguirá la recogida de pruebas físicas en la embarcación. Teniendo en cuenta que las muestras de agua se diluyen más velozmente, son las primeras que se recogen.

EQUIPAMIENTO NECESARIO

- Anteojos de seguridad
- Guantes, ropa y botas de protección
- Máscaras filtrantes de polvo
- Cuaderno
- Botellas
 - Botellas de vidrio marrón oscuro o latas de muestra
 - Precintos legales
- Conservantes.
Ver **SECCIÓN 2.9.2**
- Red de malla pequeña con mango largo
- Mango extensible con pinza para toma de muestras
- Cámara digital sumergible
Tomador de muestras sumergible con dispositivo de gatillo para muestras de profundidad. Ver **SECCIÓN 4.4**
- Manguera con peso y bomba peristáltica
- En caso de contaminación de agua
 - Tiras o papel medidor de pH
 - Termómetro o medidor de temperatura
 - Kit o medidor de oxígeno disuelto
 - Medidor de conductividad
- Heladera portátil

1. Seleccionar un procedimiento de toma de muestras de agua.

Método 1: Botella con peso

- a. Utilizar un sostenedor de botella con peso con una cuerda e insertar en él una botella de 1 litro.
- b. Bajar la botella desde la superficie hasta el fondo del arrecife lo antes posible, de manera que la mayor parte de la muestra sea recogida en la zona que potencialmente presente la más alta concentración.
- c. Subir la botella una vez que hayan cesado de salir burbujas.
- d. Preservar las muestras tal como se indica a continuación.



Cortesía del DOE de Canadá



Nota: Con este método se recogerá agua de la totalidad de la columna de agua y probablemente se diluirá la muestra, por lo que se subestimarán las concentraciones de cianuro en el agua. Sin embargo, puede que solamente sea necesario demostrar la presencia de cianuro en el lugar. Así, la concentración es clave para demostrar los efectos, pero la prueba del depósito de cianuro se logra demostrando que está presente en el ambiente del arrecife en concentraciones mayores que las de referencia.

Método 2: Tomador de muestras de mango extensible

- a. Si el arrecife no es muy profundo, fijar una botella de 1 litro en un tomador de muestras de mango extensible.
- b. Insertar un tapón de corcho atado a un hilo en el cuello de la botella.
- c. Bajar la botella a la profundidad requerida y tirar del hilo para extraer el corcho.
- d. Subir la botella una vez que haya cesado la salida de burbujas.
- e. Conservar las muestras tal como se indica a continuación.



La cámara puede ser puesta en modo "video" para mostrar la condición del arrecife y para fotografiar pruebas de peces y organismos marinos muertos.

Rodillo de pintura adaptado para sostener la abrazadera, la cámara y la botella. (Cortesía del DOE de Canadá)

Mango extensible y pinza con botella de muestra y cámara. (Cortesía del DOE de Canadá)

Método 3: Pompe péristaltique et tuyau lesté

- a. Cortar una manguera de polietileno de longitud y diámetro adecuados y fijar un peso de plomo o de bronce a una extremidad.
- b. Fijar el otro extremo de la manguera a la sección de silicona de la bomba peristáltica y conectar dicha bomba a la batería (generalmente de 12 V).
- c. Fijar una longitud adecuada de manguera de polietileno al lado de descarga de la bomba, de tal manera que el agua sobrante pueda ser lanzada por la borda o a un recipiente de recogida de agua de desecho.
- d. Bajar la manguera con peso desde la superficie hacia el fondo del arrecife, hacia la zona que presente potencialmente una mayor concentración de cianuro.
- e. Encender la bomba durante un tiempo suficiente como para evacuar toda el agua que haya podido entrar en la manguera mientras se sumergía. Enjuagar la manguera con al menos 3 veces el volumen de la misma. Asegurarse de que el agua potencialmente contaminada con cianuro se descarga en el recipiente contenedor o se lanza por la borda.
- f. Recoger la muestra de 1 litro y preservarla tal como se indica a continuación.



d.

a./b.

c.

PESA DE BRONCE O PLOMO

Método 4: Tomador de muestras KIST

El tomador de muestras KIST utiliza una sonda con peso con un tubo de recogida de polietileno al cual se puede fijar una cámara.

- a. Ensamblar el tomador de muestras tal como se describe en el manual de operaciones.
- b. Cortar una manguera de polietileno de longitud y diámetro adecuados e insertarla en el tomador de muestras KIST, según las correspondientes instrucciones.
Nota: Insertar el tubo de manera que sobresalga apenas por la base del tomador de muestras. No se precisa ninguna salida adicional ya que el tomador de muestras solamente se utilizará para recoger una muestra de la columna de agua.
- c. Fijar la otra extremidad del tubo de recogida de polietileno a la sección de silicona de la bomba peristáltica y conectar la bomba a la batería (generalmente de 12 V).
- d. Fijar una longitud adecuada de manguera de polietileno al lado de descarga de la bomba, de tal manera que el agua sobrante pueda ser lanzada por la borda o a un recipiente de recogida de agua de desecho.
- e. Bajar el tomador de muestras KIST desde la superficie hacia el fondo del arrecife lo antes posible, para que la mayor parte de la muestra sea recogida en la zona que potencialmente presente una mayor concentración.
- f. Encender la bomba durante un tiempo suficiente como para evacuar toda el agua que haya podido entrar en la manguera mientras se sumergía. Enjuagar la manguera con al menos 3 veces el volumen de la misma. Asegurarse de que el agua potencialmente contaminada con cianuro se descarga en el recipiente contenedor o se lanza por la borda.
- g. Recoger la muestra de 1 litro y preservarla tal como se indica a continuación.



2. Preservación de la muestra: En cuanto se hayan recogido las muestras, deben ser analizadas para detectar la presencia de agentes oxidantes (principalmente sulfuros), que pueden destruir el cianuro y afectar la medición. Ver **TABLA 2.9.3.9** donde figuran las técnicas de test con papel de almidón y yoduro y de preservación de la muestra.



3. Recogida de cianuro líquido concentrado: Si hay cianuro de sodio disuelto, recoger muestras en vaporizadores. El agua que se encuentra en los vaporizadores que haya a bordo puede ser analizada también para ver si contienen cianuro. Conservar toda muestra de agua y de cianuro en una heladera con bloques helados. **No utilizar hielo, ya que al derretirse puede contaminar las muestras.**



4. Recogida de cristales de cianuro sólido concentrado: Si hay cristales de cianuro sólido, recoger muestras. Conservarlas en botes de vidrio de color ámbar de 100 mL.

Cortesía del DOE de
Canadá

5. Recoger peces vivos o muertos:
 - a. Recoger o incautar los peces vivos o muertos en el agua y los que están en posesión del presunto acusado.
 - b. Utilizar un salabre (red con un mango largo) para recoger muestras de peces.
 - c. Para preservar los peces, envolverlos en papel de aluminio.
 - d. Insertar los peces en una bolsa de plástico y sellarla, evacuando la mayor cantidad de aire posible.
 - e. Etiquetar la muestra indicando el lugar y el caso.
 - f. Las muestras de peces deben ser colocadas inmediatamente sobre bloques helados y se deben congelar lo antes posible. **Nota:** La congelación de los peces no afectará futuros análisis.

6. Tomar las coordenadas GPS y fotografiar la escena desde todos los ángulos. Se pueden utilizar cámaras fotográficas o digitales sumergibles de bajo costo para hacer fotografías bajo el agua. Lo más fácil es fijar la cámara a un mango de toma de muestras extensible y poner la cámara en modo video o realizar tomas individuales a intervalos predeterminados. Hacer descender la cámara y tomar panorámicas o de 360 grados de los peces muertos o moribundos y del lugar.

El cianuro también puede dañar el coral circundante, que adquirirá una apariencia blanca (decoloramiento). Tomar fotografías del sitio de control y del sitio dañado para poder compararlos. Fotografiar los accesorios relacionados que puedan encontrarse en la embarcación.

7. Entrevistar a todas las personas responsables y a todos los testigos.
8. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

AGUA 9: PESCA ILEGAL CON EXPLOSIVOS

La pesca ilegal con explosivos es un método que sirve para matar o aturdir a peces mediante una explosión bajo el agua, de modo que el pez puede ser recogido y vendido en el mercado. Estas bombas están fabricadas con dinamita o con explosivos casoeros hechos con nitrato de amonio, sulfato de amonio, nitrato de potasio, nitroglicerina y trinitrotolueno (TNT). La pesca mediante explosivos es un acto de corta duración y los peces muertos o aturridos pueden ser rápidamente recogidos por los autores de la explosión, o perderse en boca de los carroñeros presentes en el arrecife. Los residuos de las explosiones pueden dispersarse rápidamente debido a las corrientes de agua. Por este motivo, el tiempo es un elemento clave cuando se recogen pruebas y se toman muestras de este tipo de suceso.

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- > Los explosivos no se utilizan con ningún otro propósito en un arrecife coralino en el que no haya ningún permiso de construcción de proyectos marinos, por lo que la presencia de materias primas o de dispositivos explosivos en una pequeña embarcación sería una prueba importante para apoyar una sentencia condenatoria.
- > Hay otros elementos que constituyen pruebas de gran peso: los detonadores, las bombas casoeras o la dinamita que puede proceder de la actividad minera.
- > La presencia de una cantidad anormal de peces u organismos marinos muertos o moribundos, así como de arrecifes de coral explotados o dañados, debe ser documentada mediante la recogida de muestras y la fotografía del alcance del daño causado, que también constituyen importantes pruebas.

SEGURIDAD

- > Debido al carácter altamente reactivo y potencialmente inestable de los explosivos casoeros, deben tomarse medidas de precaución en materia de salud y seguridad. Ver **SECCIÓN 2.6**
- > **Los explosivos solamente deben ser manipulados por personal capacitado para manejar explosivos y materiales de demolición. Si no sabe usted manejar estos materiales, póngase en contacto con expertos policiales o militares.**
- > **No se recomienda** el buceo para la recogida de muestras de agua y de peces u organismos marinos muertos en áreas donde se han producido explosiones, salvo si se está entrenado para ello y solamente en presencia de un supervisor.

RECOGIDA DE PRUEBAS FÍSICASO

El tiempo es un elemento clave, ya que la dispersión en el ambiente de los residuos de la explosión y de los animales marinos muertos puede ser muy rápida. La prioridad es la recogida de las pruebas que se perderán primero, generalmente muestras de agua y peces muertos o afectados en la zona de impacto, y a ello seguirá la recogida de pruebas físicaso en la embarcación. Teniendo en cuenta que las muestras de agua se diluyen más rápidamente, suelen ser las primeras que se recogen.

EQUIPAMIENTO NECESARIO

- Guantes, ropa, botas y anteojos protectores, máscara filtrante de polvo y protección auditiva
- Cuaderno
- Red de malla pequeña con mango largo
- Mango de toma de muestras extensible
- Heladera portátil
- Cámara digital sumergible
- Tomador de muestras de agua sumergible con dispositivo de gatillo. Ver **AGUA 8**
- Manguera con peso y bomba peristáltica. Ver **AGUA 8**

Para contaminación de agua y muestras físicaso:

- Kit de prueba de campo para amoníaco
- Botella de muestra de metales, filtro de 0,45 µm, jeringa de 50 cc, botella de 250 mL, botella de nutrientes de 1 l, latas
- Precintos legales
- Conservantes – ácido nítrico. Ver **TABLA 2.9.3.13**
- Termómetro o medidor de temperatura
- Kit o medidor de oxígeno disuelto
- Medidor de conductividad

1. Seleccionar un procedimiento para tomar muestras de agua

Muestras de agua: Método 1 Botella con peso

- a. Utilizar un sostenedor de botella con peso con una cuerda e insertar en él una botella de 1 litro.
- b. Bajar la botella desde la superficie hasta el fondo del arrecife lo antes posible, de manera que la mayor parte de la muestra sea recogida en la zona que potencialmente presente la más alta concentración.
- c. Subir la botella una vez que hayan cesado de salir burbujas.
- d. Preservar las muestras tal como se indica a continuación.

Nota: Con este método se recogerá agua de la totalidad de la columna de agua y probablemente se diluirá la muestra, por lo que se subestimarán la concentración de explosivos en el agua. Sin embargo, puede que solamente sea necesario demostrar la presencia de este tipo de productos químicos en ese lugar. Para ver la imagen, consúltese: **AGUA 8**

Muestras de agua: Método 2 Tomador de muestras de mango largo

- a. Si el arrecife no es muy profundo, fijar una botella de 1 litro en un tomador de muestras de mango largo.
- b. Insertar un tapón de corcho atado a un hilo en el cuello de la botella.
- c. Bajar la botella a la profundidad requerida y tirar del hilo para extraer el corcho.
- d. Subir la botella una vez que haya cesado la salida de burbujas.
- e. Preservar las muestras tal como se indica a continuación.

Para ver la imagen, consúltese **AGUA 8**

2. Prueba de campo para detectar la presencia de compuestos de amonio y de nitrógeno

- a. Enjuagar tres veces un recipiente de 250 mL de polietileno de alta densidad con una muestra de agua. Téngase en cuenta que el amonio se volatizará y por lo tanto hay que tener cuidado en minimizar la introducción de burbujas de aire durante la toma de la muestra, y la prueba de campo debe ser realizada lo antes posible tras la recogida de la muestra.
- b. Para determinar la presencia de amonio, realizar una prueba de campo utilizando una tira colorimétrica. Recoger muestras de 250 mL en un recipiente de polietileno de alta densidad para facilitar subsiguientes análisis. Debe dejarse poco espacio con aire en el recipiente que contiene la muestra para evitar que el amonio disuelto se evapore en forma de gas, lo que afectaría al análisis.



Kit colorimétrico de presencia de amonio
(Cortesía del DOE de Canadá)

3. Prueba para la presencia de potasio (metales). Se utiliza el mismo procedimiento que para recoger muestras de metales.
 - a. Para muestras de metales disueltos, utilizar un filtro de 0,45 micrones en una jeringa nueva de plástico de 50 mL y extraer una muestra de agua de una de las siguientes maneras: 1) succionando el agua por el filtro hacia la jeringa; o 2) llenando la jeringa y luego pasando al agua por el filtro.
 - b. Depositar la muestra en otro recipiente de 250 mL de polietileno de alta densidad y preservarla utilizando unas pocas gotas de ácido nítrico (para una muestra de 100 mL, utilizar 1 mL de ácido nítrico al 35 % mL) de pH 2.0. La muestra debe mantenerse fría (4° C) y debe ser transportada al laboratorio lo antes posible para su análisis. Ver **TABLA 2.9.3.13**



4. Recoger peces vivos o muertos

El tiempo es clave ya que la dispersión y pérdida de peces muertos o lastimados en el arrecife puede ser muy rápida. La recogida de pruebas del coral dañado puede hacerse algo más tarde.

Recoger o incautar los peces vivos o muertos en el agua y los que están en posesión del presunto acusado. Utilizar un salabre (red con mango largo) para recoger muestras de peces. Para preservar los peces, envolverlos en papel de aluminio o en bolsas de plástico que puedan sellarse, evacuando la mayor cantidad de aire posible. Etiquetar la muestra indicando el lugar y el caso.

Cortesía del DOE de Canadá



Cortesía del DOE de Canadá

TEMAS RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE TEJIDOS DE PECES O ESPECIES SILVESTRES EN CASO DE EXPLOSIÓN

Congelar los peces solo si es necesario para confirmar visualmente el daño provocado por las explosiones.

Nota: Si es preciso realizar un análisis de la estructura del tejido de los peces, estos no pueden ser congelados, ya que los cristales de hielo dañaran las células. Por este motivo, hay que guardarlos poco tiempo a 4°C y examinar la estructura de las células lo antes posible. Para guardarlos más tiempo, hay que conservarlos primero en una solución de formaldehído, que luego habrá que drenar y reemplazar por una solución de etanol. Se deben recoger peces de áreas tanto impactadas como no impactadas, y la estructura de sus tejidos puede ser utilizada para demostrar que los peces de las áreas no impactadas no presentan células dañadas, mientras que los del área impactada por los explosivos sí que las presentan.



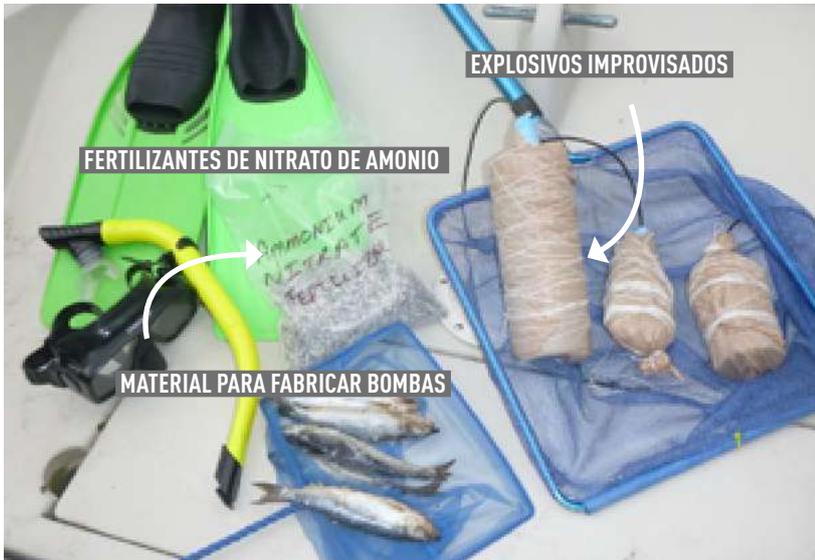
5. Recoger muestras del material utilizado para las explosiones
Es fundamental reconocer y recoger pruebas procedentes de los materiales utilizados para la explosión. En el caso de que no haya más pruebas (peces o agua), posiblemente baste con recoger y documentar los materiales explosivos para obtener una sentencia condenatoria, ya que no hay otra razón para estar en posesión de esos materiales en una zona de arrecifes si ningún proyecto de construcción para el que se necesiten explosivos ha sido autorizado en la zona.

Los dispositivos explosivos improvisados para la pesca pueden presentar varias formas. Dos de las más frecuentes son las botellas y las bolsas de plástico llenas de un oxidante (fertilizantes a base de nitrato de amonio o de fosfato de amonio) y combustibles carbonados (generalmente tipo diésel), y con un detonador conectado a una mecha de seguridad. Sobre estas líneas se ofrecen dos ejemplos.

- Recipientes de nitrato de amonio y pastillas o gránulos de fosfato.
- Diésel o combustible, detonadores y mechas, dispositivos explosivos improvisados.

Seguridad: No manipular si no se está capacitado para ello.

- Respirador o compresor tipo narguilé, utilizado para proveer aire a los pescadores mientras se sumergen a recoger los peces.
- Equipamiento de buceo con tubo.



Cortesía del DOE de Canadá

6. Tomar las coordenadas GPS y fotografiar el lugar de los hechos desde todos los ángulos. Se pueden utilizar cámaras fotográficas o digitales sumergibles de bajo costo para hacer fotografías bajo el agua. Lo más fácil es fijar la cámara a un mango de toma de muestras extensible y poner la cámara en modo video o realizar tomas individuales a intervalos predeterminados. Hacer descender la cámara y tomar panorámicas o de 360 grados de los peces muertos o moribundos y del sitio.

Las explosiones también pueden dañar el coral circundante, que se romperá o presentará cráteres. Tomar fotografías del sitio de control y del sitio dañado para poder compararlos. Fotografiar los accesorios relacionados con esta actividad que puedan encontrarse en la embarcación.

7. Entrevistar a todas las personas responsables y a todos los testigos.
8. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

RESIDUOS PELIGROSOS 1: RESIDUOS O PRODUCTOS PELIGROSOS DEPOSITADOS ILEGALMENTE EN LA SUPERFICIE DE UN VERTEDERO

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Determinar el tipo de residuos peligrosos causantes de la contaminación.
- Determinar la fuente de la contaminación. Entrevistar a testigos, a empleados actuales o pasados, consultar las fuentes históricas de mapeo aéreo ya sean gubernamentales, de departamentos universitarios de geografía, de catastros, de servicios municipales o de la comunidad local.
- Determinar la escala de la contaminación, los riesgos para la salud y el daño al ambiente (vegetación, cultivos, suelos, fauna y flora silvestre, cursos de agua).
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y recoger al menos una muestra base, una muestra de la fuente y una muestra en el medio receptor.

ATENCIÓN: Los sitios con residuos peligrosos requieren precauciones especiales. En la SECCIÓN 2.6 se presentan los equipamientos sanitarios y de seguridad

Los siguientes escenarios presumen que se cuenta con un equipo de intervención en casos de materiales peligrosos, especializado en la toma de muestras y debidamente capacitado y equipado.

- > **Caso 1:** Un informante se queja sobre la contaminación proveniente del supuesto o verificado vertido de residuos peligrosos en un establecimiento autorizado. No hay riesgo ni para el agua superficial ni para la subterránea.
- > **Caso 2:** Un informante se queja del vertido o enterramiento de residuos peligrosos en un establecimiento no autorizado. Hay riesgo para el agua superficial.
- > **Caso 3:** Un informante se queja sobre el vertido o enterramiento de residuos peligrosos en un establecimiento no autorizado. Hay riesgo tanto para el agua superficial como para la subterránea.
- > **Caso 4:** Se sospecha o se sabe que hay residuos radioactivos en un vertedero o enterramiento de residuos peligrosos, en un establecimiento autorizado o no. Puede haber un riesgo tanto para el agua superficial como para la subterránea profunda.

En todos los casos:

1. Contactar a un equipo de intervención de emergencia para sustancias peligrosas. En algunos lugares, el departamento de bomberos puede contar con uno de estos equipos. Si ni el departamento de bomberos ni la agencia de medioambiente cuentan con un equipo tal, entrar en contacto con el organismo nacional responsable de estos asuntos, establecer para dicho caso cual sería.

Para el **Caso 4:** Contactar con la agencia nacional responsable de la gestión de residuos radioactivos.

2. Impedir el paso al lugar.

Hacer todo lo necesario para impedir la entrada en el lugar con el fin de preservar las evidencias y evitar la entrada de personas y animales.

EQUIPO BÁSICO NECESARIO

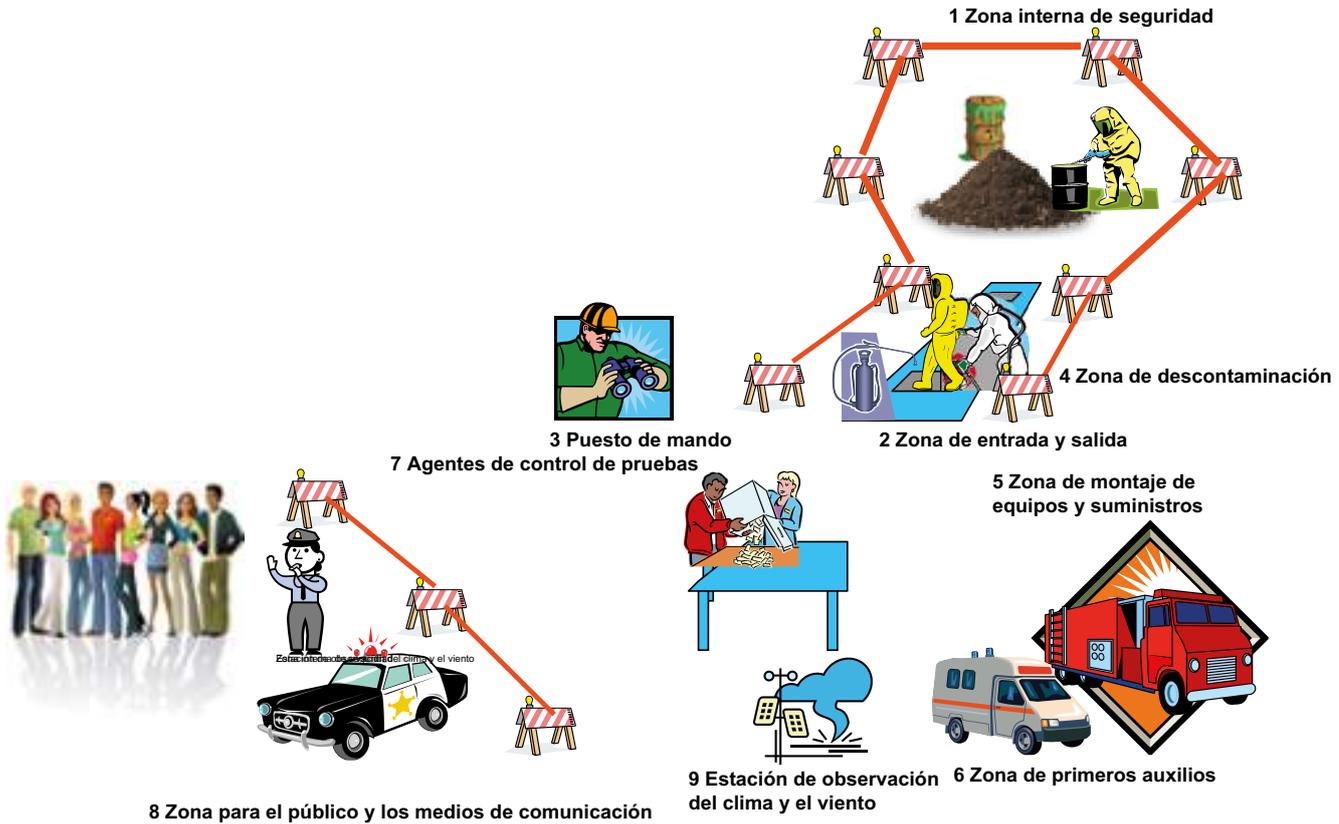
- Casco de protección
- Anteojos de seguridad
- Guantes de protección
- Calzado de protección
- Respirador de protección adaptado al tipo de desecho
- Indumentaria de protección adaptada al tipo de desecho
- Cuaderno
- Bolígrafo
- Cámara

MATERIAL DE ANÁLISIS SOBRE EL TERRENO NECESARIO

- Si se trata de agua: medidores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura y turbidez
- Si se trata de gases: tubos de muestra para gas o detectores de fotoionización
- Si se trata de sólidos: diversos recipientes, en función del tipo de desecho, o ver **SECCIÓN 2.9**



Se deberán adaptar las precauciones de seguridad en función de la extensión, el tamaño y el tipo de los residuos peligrosos. El agente de la oficina ambiental o del equipo especializado de toma de muestras que se enfrente a esta situación deberá tomar como mínimo las medias siguientes:



1. Asegurar el sitio con barreras, carteles con advertencias o cintas de señalización.
2. Establecer una zona segura de entrada y salida. Si se trata de un problema importante, que pone en peligro la seguridad pública, pueden ser necesarios los pasos siguientes.
3. Establecer un puesto de mando (que, según el tamaño del sitio, puede variar desde un solo vehículo hasta una unidad de intervención a gran escala).
4. Establecer una zona de descontaminación.
5. Establecer una zona de equipamiento y suministros.
6. Establecer un puesto de primeros auxilios.
7. Establecer una zona de control de evidencias.
8. Establecer una zona para el público y los medios de comunicación.
9. Establecer una estación de observación del clima y el viento.

((Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd)

3. Seleccionar un procedimiento de toma de muestras representativo en función del lugar, las condiciones y el tipo de residuo.

Caso 1 Contaminación originada por el supuesto o verificado vertido de residuos peligrosos en un establecimiento autorizado.

No hay riesgo ni para el agua superficial ni para la subterránea.

Una vez asegurado el lugar:

- a. Obtener todos los registros relacionados con el residuo e identificar el tipo de residuo.
- b. Identificar el tipo de equipamiento y recipientes necesarios para tomar las muestras. Ver **SECCIÓN 10 ET 2.9**
- c. Instruir a la persona que toma las muestras sobre cómo y dónde debe tomarlas.
- d. Recoger las muestras. Consultar con el laboratorio para consultar el protocolo hay que aplicar, o ver **SECCIÓN 2.9**

S1 – Muestra base de suelo no contaminado próximo al sitio. Si es posible, recogerla en primer lugar para evitar la contaminación cruzada.

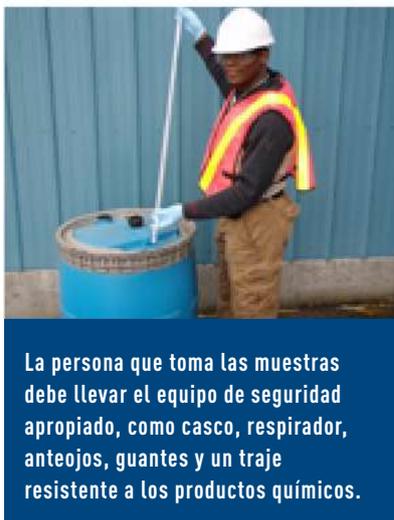
S2 – Muestra compuesta de cada tipo de residuo peligroso.
 - Utilizar una pipeta de muestra de barril con líquidos desconocidos.
 - Utilizar cucharas de acero inoxidable para recoger sólidos y semisólidos.

(Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd)



S1 Muestra basal de una calle o campo no-impactados por residuos peligrosos

NOTA: en algunos países se requieren tres muestras de cada prueba: una para la agencia medioambiental, una para el departamento de defensa y otra para los tribunales. Hay que asegurarse de que se recoja la cantidad correcta de muestras en cada sitio según las disposiciones de cada lugar.



Caso 2 Vertido o enterramiento de residuos peligrosos en un establecimiento no autorizado.

Hay riesgo para el agua superficial.

- Obtener todos los registros relacionados con el residuo e identificar el tipo de residuo.
- Identificar el equipamiento y los botes necesarios para recoger las muestras. **SECCIÓN 2.9**
- Instruir a la persona que toma las muestras sobre cómo y dónde debe tomarlas.
- Recoger las muestras. Consultar con el laboratorio para saber qué protocolo de ese país hay que aplicar, o ver **SECCIÓN 2.9**



S1 Muestra basal de una calle o un campo no afectados por residuos peligrosos

(Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd)

S1 – Muestra base de suelo no contaminado próximo al sitio. Si es posible, recóglala en primer lugar para evitar la contaminación cruzada.

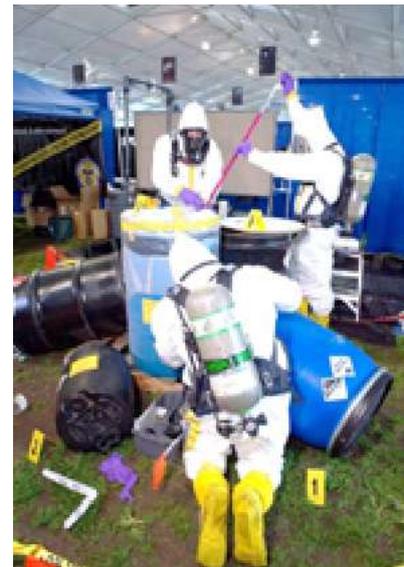
S2 – Muestra compuesta de cada tipo de residuo peligroso.
 - Utilizar una pipeta de muestra de barril con líquidos desconocidos.
 - Utilizar cucharas de acero inoxidable para recoger sólidos y semisólidos.

S3 – Si no se corre el riesgo de perder otra prueba importante, recoger primero una muestra compuesta de agua corriente arriba para evitar la contaminación cruzada.

S4 – Recoger una muestra compuesta de agua antes del punto de entrada en la corriente.

S5 – Recoger una muestra compuesta de agua justo después del punto de entrada en la corriente.

S6 – Recoger o fotografiar peces y animales muertos o moribundos que puedan estar afectados por los residuos.



(Cortesía EPA de los Estados Unidos)

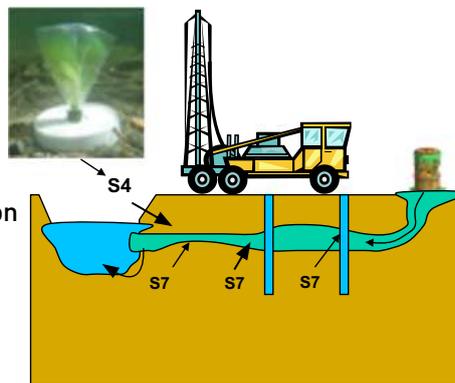
Caso 3 Un informante se queja sobre el vertido o enterramiento de residuos peligrosos en un establecimiento no autorizado.

Hay riesgo tanto para el agua superficial como para la subterránea.

- Obtener todos los registros relacionados con el residuo e identificar el tipo de residuo.
- Determinar el tipo de equipamiento y recipientes necesarios para tomar las muestras. Ver **SECCIÓN 2.9**
- Instruir a la persona que toma las muestras sobre cómo y dónde debe tomarlas.
- Recoger las muestras. Consultar con el laboratorio para saber qué protocolo hay que aplicar, o ver **SECCIÓN 2.9**



S1 Muestra basal de una calle o un campo no afectados por residuos peligrosos



(Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd)

S1 – Muestra base de suelo no contaminado próximo al sitio. Si es posible, recóglala en primer lugar para evitar la contaminación cruzada.

S2 – Muestra compuesta de cada tipo de residuo peligroso.

- Utilizar una pipeta para muestra de barril con líquidos desconocidos.
- Utilizar cucharas de acero inoxidable para recoger sólidos y semisólidos.

S3 – Recoger una muestra compuesta de agua arriba si es posible, para proceder a su análisis químico y al bioensayo de peces. Si es posible, recóglala en primer lugar para evitar la contaminación cruzada.

S4 – Recoger una muestra compuesta de agua subterránea para análisis químico (y si es posible bioensayo de peces) antes del punto de entrada en la corriente. Utilizar un medidor de filtraciones o un piezómetro de poca profundidad. Ver **SECCIÓN 6.7.1 Y 6.7.2**

S5 – Recoger una muestra compuesta de agua para análisis químico (y si es posible bioensayo de peces) justo después del punto de entrada en la corriente.

S6 – Recoger o fotografiar peces y animales muertos o moribundos que puedan estar afectados por los residuos.

S7 – Recoger muestras de suelo y de agua subterránea utilizando un equipo de perforación para establecer el curso de los residuos peligrosos en el agua subterránea hacia el agua superficial. Recurrir a un experto en aguas subterráneas.

Caso 4 Se sospecha o se sabe que hay residuos radioactivos en un vertedero o enterramiento de residuos peligrosos, en un establecimiento autorizado o no.

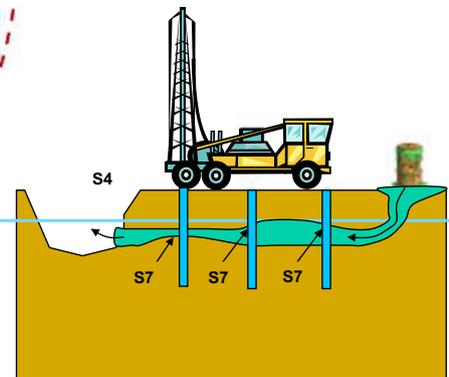
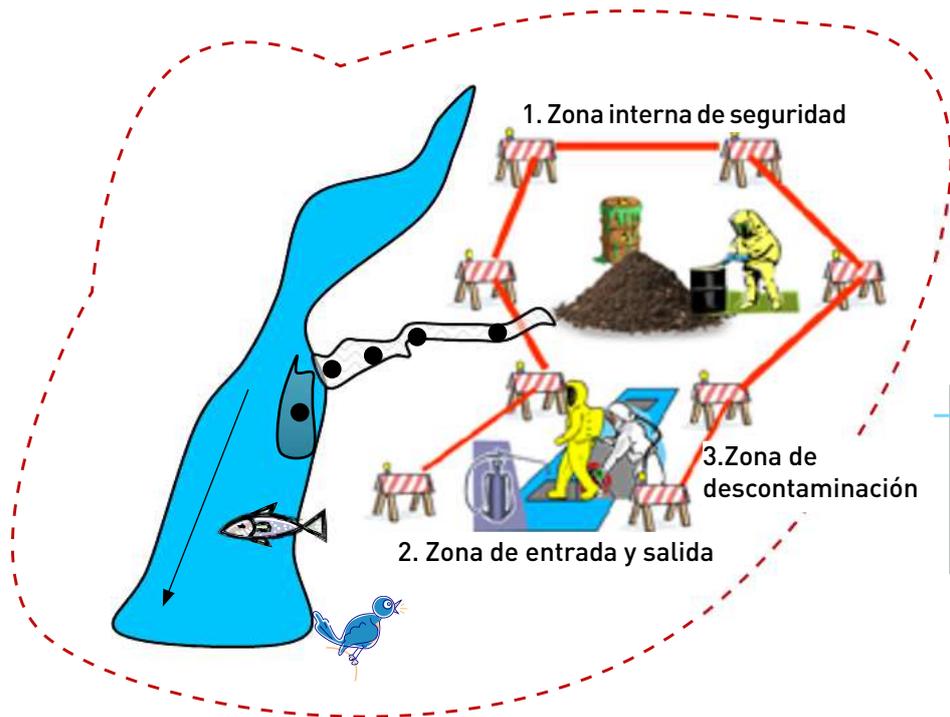
Puede haber un riesgo tanto para el agua superficial como para la subterránea profunda.

- Aumentar la seguridad. Establecer una amplia zona de exclusión, a la que no se deje entrar a nadie salvo a las personas esenciales encargadas de la toma de muestras y de la limpieza.
- Contactar a la institución nacional encargada de recoger y procesar residuos nucleares. Si no hay una institución nacional encargada de ello, contactar con INTERPOL.
- Asegurar un alto nivel de seguridad y encargar a técnicos especializados que lleven a cabo un control de la radioactividad, con objeto de establecer zonas de seguridad y de descontaminación. Poner en marcha la vigilancia médica del personal participante en la recogida de pruebas.
- Recoger las muestras que sean necesarias dependiendo de la situación; ver ejemplos en **CASO 1, 2, 3**.
- Preparar una estrategia de limpieza consultando a la institución nacional para el control de residuos radioactivos o al organismo que indique INTERPOL.

(Cortesía EPA de los Estados Unidos)



S1 Muestra basal de una calle o un campo no afectados por residuos peligrosos



(Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd)

- Presentar muestras de residuos, suelos y agua para proceder a análisis específico si se conoce su composición. Si la composición es desconocida, presentar muestras para escaneo con objeto de detectar materiales orgánicos y metales pesados. Ver **SECCIÓN 2.9**
- Presentar muestras de desechos líquidos, agua subterránea contaminada y agua del arroyo contaminada para bioensayo de peces. Ver **SECCIÓN 6.8**
- Fotografiar la escena y cualquier evidencia de contenedores que pueda ayudar a identificar la fuente de los residuos o a los dueños actuales o anteriores.
- Marcar las coordenadas GPS de la escena y fotografiarla, así como los puntos críticos de toma de muestras, desde los cuatro puntos cardinales y, si es posible, tomar también alguna vista aérea.

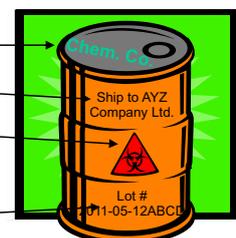


Fabricante

Información sobre el transporte

Señal de peligro

Números de lot ou de fabrication



8. Recoger documentos y papeles que pueden haberse abandonado en el sitio y que podrían servir para identificar el contenido de los residuos o a su propietario.
9. Determinar si el propietario conocía la naturaleza de los residuos y el potencial peligro del vertido.
10. Determinar la responsabilidad financiera, del propietario si es posible, y dar instrucciones u órdenes, según la legislación local, para estudiar y limpiar el sitio.
11. Determinar si hubo ganancia financiera gracias al vertido inapropiado o ilegal.
12. Determinar la responsabilidad legal y los cargos y penalidades que se aplican, basados en la legislación local.
13. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
14. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

RESIDUOS PELIGROSOS 2: RESIDUOS PELIGROSOS DE UNA CURTIEMBRE ENTERRADOS ILEGALMENTE EN UN VERTEDERO

Los residuos de las curtiembres pueden contener gran cantidad de materia orgánica con un alto nivel de toxicidad a causa de metales pesados, incluyendo el cromo. Por este motivo puede resultar muy tóxicos para los peces, la fauna y flora silvestre y los seres humanos. También pueden presentar una alta demanda de oxígeno químico y, por este motivo, contaminar el agua subterránea y superficial, agotar su oxígeno y matar a los organismos acuáticos.

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Confirmar el tipo de contaminación (si son productos de desecho de curtiembres o no).
- Determinar la fuente de la contaminación. Entrevistar a testigos, a empleados actuales o pasados y a la agencia ambiental local. Consultar fuentes históricas de mapeo aéreo (fotografías aéreas de departamentos universitarios de geografía o de catastros).
- Determinar la escala de contaminación y los riesgos sanitarios.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios.
- Recoger al menos una muestra basal, una muestra en la fuente y una muestra en el medio receptor.

Seguridad: Según el tipo de desecho y las condiciones ambientales, el sulfuro de hidrógeno gaseoso (H₂S) puede generar un problema de seguridad cuando se trata de residuos de curtiembres. Ver **RESIDUOS PELIGROSOS 1** para más información.

- Definir el área afectada por el H₂S gaseoso utilizando un detector apropiado de gas.
- Consultar la normativa del lugar sobre salud y seguridad para establecer una zona de seguridad respecto a la concentración atmosférica de H₂S.
- Impedir la entrada del público y los animales en la zona de peligro.
- Consultar la normativa del lugar sobre salud y seguridad para determinar el equipamiento de seguridad apropiado, como trajes protectores y aparatos de respiración autónomos, para entrar en la zona de peligro. Si no se cuenta con capacitación en la utilización de trajes de protección y de aparatos de respiración autónoma se debe conseguir la asistencia de un equipo experto en sustancias peligrosas. Ver **RESIDUOS PELIGROSOS 1, SECCIÓN 2.6**, Planificación desde el punto de vista de la salud y la seguridad, y **SECCIÓN 10** Toma de muestras de residuos peligrosos
- Antes de entrar en un área contaminada con H₂S:
 - > Una persona cualificada debe verificar la presencia y la concentración de H₂S utilizando equipos de vigilancia, tales como tubos detectores de H₂S o un medidor de gases.
 - > También se debe verificar con un medidor de gases explosivos si se precisan precauciones contra incendios o explosiones.
 - > Si se comprueba la presencia de H₂S gaseoso o gases explosivos, la zona debe ser aireada continuamente para evacuar el gas. Si el gas no se puede evacuar, utilizar la protección respiratoria correspondiente y los equipos de protección Personal (EPP), de rescate y de comunicación que sean necesarios.
- Un nivel de H₂S gaseoso de 100 partes por millón (ppm) o más hace que la zona sea inmediatamente peligrosa para la vida y para la salud. Solo se puede entrar en estas zonas utilizando un respirador autónomo por presión de máscara completa, o un aparato respiratorio por presión de máscara completa combinado con una fuente de aire autónoma auxiliar.

EQUIPO BÁSICO REQUERIDO

- Guantes protectores.
- traje, botas, gafas protectoras.
- Cuaderno de notas.
- Receptor de GPS.
- Cámara de fotografía.
- Binoculares.
- Conductímetro, pHmetro, medidor de OD, portátil medidor de potencial Redox (Eh).
- Magnetómetro.
- Equipo de muestreo
 - Bareno.
 - Muestreador de subterráneas.
 - Muestreador de suelos.
 - Taladro.
 - Bombas peristálticas y mangueras o muestreadores de pozo.
 - Aparato de extensión con botella muestreadora.
- Muestreador de fuelle.
- Botellas para análisis de métodos
- Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO), demanda química de Oxígeno (DQO), amonio y nitratos.
- Preservantes para las muestras.
- Equipo de detección de H₂S
- Equipo de detección de explosivos
- Protección respiratoria en caso que haya H₂S



Si los niveles de H₂S están por debajo de 50ppm, se puede utilizar un respirador purificador de aire, siempre que el cartucho o recipiente del filtro sea apropiado para el sulfuro de hidrógeno.



Si las concentraciones en el aire son elevadas, las irritaciones en los ojos puede ser un grave problema. Con una concentración de 50 a 70 ppm, un aparato respiratorio de máscara completa prevendrá esa irritación de los ojos.



Un nivel de H₂S gaseoso de 100 a 300 ppm o más hace que la zona sea inmediatamente peligroso para la vida y para la salud. Solamente se puede entrar en estas zonas utilizando un respirador autónomo de máscara completa.



Se pueden portar monitores de bolsillo para detectar determinados gases y advertir sobre altos niveles de H₂S (u otros gases), produciendo una alerta sonora cuando se superen los límites establecidos. (Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)

Incompatibilidad: Los materiales que hay que evitar son: ácido nítrico concentrado, ácido sulfúrico y otros oxidantes fuertes. Las condiciones que hay que evitar son: calor, llamas u otras fuentes de ignición.

- Los vapores arderán espontáneamente cuando se mezclen con cloro, trifluoruro de nitrógeno o vapores de trifluoruro de oxígeno. El olor distintivo de sulfuro de hidrógeno puede ser enmascarado por altas concentraciones de vapores o gases de otros químicos.
1. Seleccionar un procedimiento de toma de muestras representativo en función de las condiciones del lugar y el tipo de residuos.
 - > **Caso 1** Un vertedero que contiene principalmente residuos de una curtiembre está descargando lixiviado al agua o al suelo superficiales. Las corrientes, el suelo profundo y el agua subterránea no corren peligro.
 - > **Caso 2** Un vertedero que contiene residuos peligrosos (como los residuos de una curtiembre) está descargando lixiviado al agua superficial, o contaminando el suelo o el agua subterránea debido a procedimientos inadecuados de contención del vertedero. El agua superficial y el agua subterránea corren peligro.

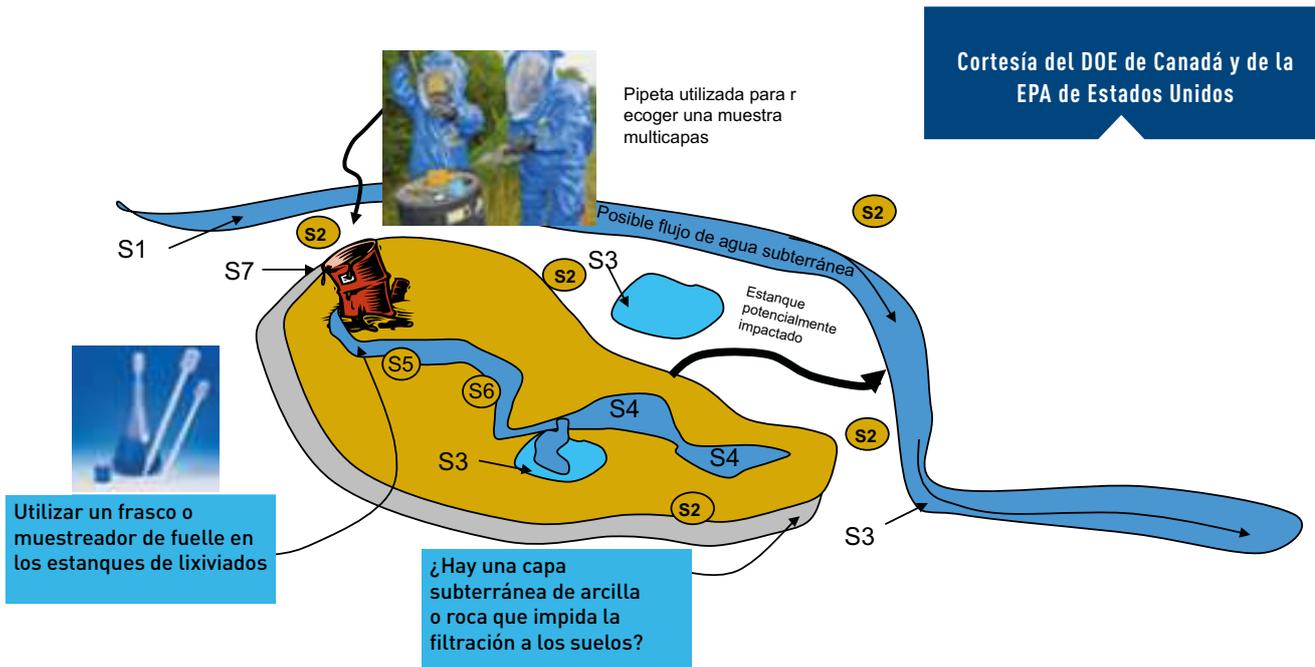


Caso 1 Un vertedero que contiene principalmente residuos de una curtiembre está descargando lixiviado.

El agua superficial y el suelo de poca profundidad están en riesgo. El suelo profundo y el agua subterránea no corren peligro.

Tras verificar que el sitio es seguro en lo que respecta a las concentraciones atmosféricas de H₂S:

- a. Obtener los permisos y otros documentos que pueden ayudar a identificar el tipo de residuos y la situación jurídica del establecimiento.



- b. Realizar un estudio ambiental del sitio respecto a:
 - Topografía: determinar de qué manera los contornos superficiales y el tipo de suelo pueden haber causado que los líquidos vertidos hayan circulado sobre la superficie del suelo.
 - Hidrografía: ¿son permeables los suelos? Por ejemplo, si hay mucha arcilla los líquidos no se absorben, pero si el suelo es arenoso o tiene grava los líquidos pueden filtrarse más profundamente.
 - Geología: ¿existen formaciones rocosas con capas de arenisca que puedan impedir que los líquidos penetren al suelo y al agua subterránea?
- c. Medir el sitio potencialmente afectado contando pasos, con un metro o preferentemente con un GPS.
- d. Los analizadores de fluorescencia de rayos X portátiles son caros pero si están disponibles pueden definir rápidamente los límites de la zona de contaminación por metales.
- e. Recoger las muestras basales primero para minimizar el riesgo de la contaminación cruzada. **Nota:** Posiblemente sea necesario tomar múltiples muestras para establecer los límites de la zona contaminada¹. Si es posible, recoger las muestras basales primero para evitar la contaminación cruzada.

S1 – Muestras basales de agua superficial no contaminada cercana al sitio (elegir un punto corriente arriba respecto al flujo de agua subterránea. Esta fluirá generalmente desde un punto alto del terreno hacia un punto bajo, en dirección a un estanque, arroyo, lago o río).

S2 – Muestras basales de suelo del exterior de la zona contaminada.

S3 – Muestras de agua superficial recogidas aguas abajo del punto de vertido del agente contaminante.

S4 – Muestras de agua superficial de la zona contaminada.

S5 – Muestras de desechos líquidos de la curtiembre vertidos cerca de la fuente.

S6 – Muestras de suelos saturados de residuos de la curtiembre.

S7 – Muestras compuestas de las fuentes de contaminación; para

caracterizarlas como peligrosas¹, utilizar una pipeta Muestra de barril para toma de muestras de contenedores de desechos líquidos o lodos y hacer otros análisis².

Ver también **RESIDUOS PELIGROSOS 1** y **SECCIÓN 10**

- f. Presentar para análisis prioritario de cromo (Cr), pero también puede incluirse el plomo (Pb), el cadmio (Cd) el zinc (Zn) y el cobre (Cu).

Caso 2 Un vertedero que contiene residuos peligrosos (como los residuos de una curtiembre) está descargando lixiviado al agua superficial, o contaminando el suelo o el agua subterránea debido a procedimientos inadecuados de contención del vertedero.

El agua superficial y el agua subterránea corren peligro.

Tras garantizar que el sitio es seguro con respecto a la concentración atmosférica de H₂S:

- a. Realizar un estudio ambiental del sitio respecto a la topografía, hidrografía y geología, así como a las fuentes de contaminación, registrando los rastros, las trayectorias, puntos de referencia, y los caminos con un GPS para poder dibujar el mapa del área afectada o potencialmente impactada.
- b. Utilizar un "magnetómetro" (detector portátil de metales) para determinar si hay recipientes metálicos enterrados o compuestos metálicos diseminados.
- c. Seleccionar los lugares donde se tomarán muestras de agua subterránea y suelos en relación con el flujo de agua subterránea. Ver **AGUA 7**
- d. Determinar el tipo de equipamiento y los botes necesarios para tomar muestras. Para más detalles sobre los metales, DQO, DBO, amonio y nitratos, ver SECCIÓN 2.9.
- e. Seleccionar los puntos de toma de muestras y recoger un número mínimo de muestras para definir la zona contaminada. Si es posible, recoger primero las muestras basales para evitar la contaminación cruzada.

S1 – Muestras basales de suelo y de agua subterránea hidráulicamente contra gradiente respecto al punto de vertido.

S2 – Suelo y agua subterránea recogida aguas abajo del punto de vertido del contaminante.

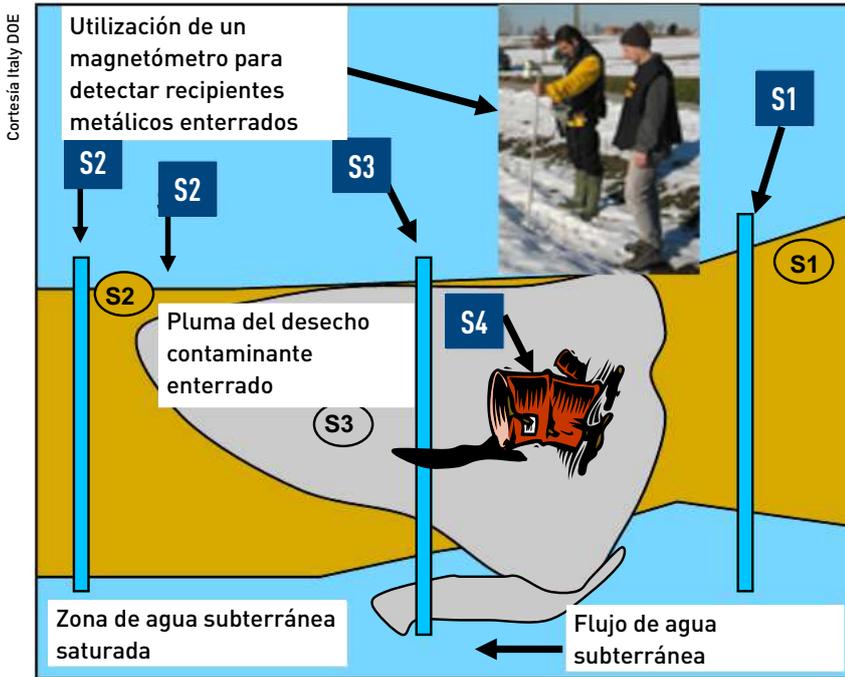
S3 – Muestra compuesta del agua subterránea contaminada y muestra compuesta de suelos contaminados cercanos a la fuente.



La toma de muestras puntual con un analizador de fluorescencia de rayos X portátil puede ayudar a determinar rápidamente las zonas contaminadas con metales. (Cortesía de la EPA de Estados Unidos)

¹ Antes de tomar la muestra hay que medir parámetros auxiliares tales como la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto, el pH y el potencial de oxidación – reducción en sitios de referencia y contaminados, para ayudar a entender el resultado de los análisis.

² Se pueden incluir otros análisis tales como la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el contenido de amonio y nitratos de las muestras de agua.



(Cortesía del DOE de Canadá)

S4 – Muestra compuesta de la fuente de contaminación, es decir, el tanque, barril o líquido estancado del sitio de vertido. Utilizar una pipeta para tomar muestras de tanques o barriles o utilizar un frasco o muestreador de fuelle en estanques de lixiviado.

- f. Enviar para realizar análisis de metales: la prioridad es el cromo (Cr) pero también puede incluirse el plomo (Pb), el cadmio (Cd), el zinc (Zn) y el cobre (Cu), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), el amonio y los nitratos.
- g. Presentar muestras de desechos líquidos, agua subterránea contaminada y agua de las corrientes contaminadas para bioensayos de peces. Ver **SECCIÓN 6.8**

2. Fotografiar la escena y cualquier evidencia presente en contenedores que pueda ayudar a identificar la fuente de los residuos o a los dueños actuales o anteriores.
3. Marcar las coordenadas GPS de la escena y fotografiarla, así como los puntos críticos de toma de muestras, desde los cuatro puntos cardinales y, si es posible, tomar también alguna vista aérea.
4. Recoger documentos y papeles que pueden haberse abandonado en el sitio y que podrían servir para identificar el contenido de los residuos o a su propietario.
5. Determinar si el propietario conocía la naturaleza de los residuos y el potencial peligro del vertido.
6. Determinar la responsabilidad financiera, del propietario si es posible, y dar instrucciones u órdenes, según la legislación local, para estudiar y limpiar el sitio.
7. Determinar si hubo ganancia financiera gracias al vertido inapropiado o ilegal.
8. Determinar la responsabilidad legal, los delitos imputables y las posibles multas, basados en la legislación local.
9. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
10. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

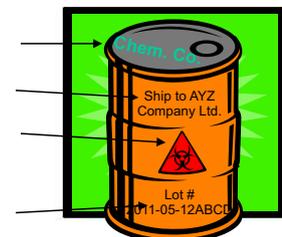


Fabricante

Información sobre el transporte

Señal de peligro

Número de lote o de fabricación



RESIDUOS PELIGROSOS 3: RESIDUOS PELIGROSOS QUE SE INTENTAN EXPORTAR ILEGALMENTE

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Identificar los residuos (categorización).
 - Determinar el volumen de los residuos.
 - Determinar la trazabilidad (pertenencia, procedencia y destino).
 - Determinar ganancias ilegales o ahorros de costos.
 - Determinar el daño ambiental si ha habido una descarga
1. Cuando el sitio sospechoso no está en “situación de emergencia” y no hace falta entrar y tomar muestras inmediatamente:
 - Puede ser necesario montar una unidad de vigilancia para determinar las operaciones, las fuentes y los destinos de los residuos peligrosos, así como su categoría.
 - Cuando sea posible, se deberá trabajar con los representantes locales del Ministerio de Medio Ambiente encargados de la eliminación de residuos.
 - Iniciar consultas con agencias de control de fronteras encargadas de importaciones y exportaciones, especialmente en relación con los registros de importación y exportación de residuos peligrosos, en particular en cuanto se refiere a empresas o personas sospechosas.
 - Obtener copias de registros relacionados con la empresa vigilada por las agencias de control de fronteras encargadas de importaciones y exportaciones, especialmente en relación con los registros de importación y exportación de residuos peligrosos.
 - Identificar las personas responsables del transporte (transportistas, camioneros), el dueño de los residuos, los mayoristas, los negociantes y la clasificación de los presuntos residuos.
 - Contactar a las autoridades encargadas de la importación y la exportación en los países potencialmente receptores para conseguir información relacionada con los registros históricos de la empresa en cuestión.
 - Desarrollar un plan de búsqueda en cuanto se refiere a locales, documentación y computadoras, con la asistencia de las fuerzas de seguridad locales (policía, aduanas) y los equipos forenses.
 - Desarrollar un plan de toma de muestras con ayuda de especialistas en residuos peligrosos tales como el equipo de residuos peligrosos (departamento de bomberos), o con el equipo químico-biológico-radiológico-nuclear (NRBQ) o consultar a especialistas contactados mediante INTERPOL, la Organización Mundial de la Salud o el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
 - Garantizar que los equipos de protección y los procedimientos de descontaminación adecuados están en marcha y cumplen las exigencias locales de salud y seguridad. Ver **SECCIÓN 2.6** y **RESIDUOS PELIGROSOS 1**.
 - Consultar con asesores jurídicos departamentales respecto a la obtención tanto de los documentos legales para autorizar la entrada al sitio como de las órdenes de registro.
 - Si la salud pública está en peligro, informar a las autoridades locales sobre cualquier acción. Mantener la confidencialidad.
 - Establecer la función de los diversos equipos de registro, incautación y toma de muestras.



Carga de residuos para la exportación ilegal. (Cortesía de la ILT (Inspección de Medio Ambiente y Transporte) de Países Bajos)



Búsqueda de gases tóxicos utilizando un detector de gases por fotoionización, antes de abrir un contenedor de envío. (Cortesía de la ILT de Países Bajos)



Establecer un sitio de descontaminación cuando es posible, que haya una exposición a materiales tóxicos (Cortesía de la EPA de Estados Unidos)

EQUIPO 1: BÚSQUEDAS (EN LOS LOCALES ADMINISTRATIVOS)

- > Responsabilidad: Buscar documentos sobre la trazabilidad (seguimiento de residuos y comprobantes de entrega, nota de envío), tránsito y destino, origen de los residuos.
- > Volumen e inventario: Inspeccionar las existencias y los registros con el fin de evaluar la cantidad de residuos durante un determinado periodo de tiempo.
- > Identificación de la categoría del residuo: Inspeccionar el laboratorio de la empresa para determinar si se han realizado análisis para clasificar los peligros relacionados con los residuos.
- > Finanzas: Una vez que se ha determinado la existencia de tráfico de residuos, ver si se han generado ganancias. Comparar el costo de los residuos recuperados o reciclados apropiadamente con los gastos pagados por la empresa de eliminación de residuos.
- > Informática: Utilizar un analista de sistemas para copiar los archivos y correos electrónicos. Es posible que deba retornar semanas o meses más tarde a la empresa para copiar archivos adicionales generados durante ese tiempo.

EQUIPO 2: SEGURIDAD (VIGILANCIA DE ENTRADAS Y SALIDAS)

- > La vigilancia previa a la entrada al sitio puede dar una idea de lo que entra y sale de la empresa.
- > ¿Se mezclan los residuos ilegales con los envíos legales?
- > ¿Se recuperan o reciclan los residuos que salen de la empresa?

EQUIPO 3: ENTREVISTAS Y DECLARACIONES

- > Realizar entrevistas con los dirigentes de la empresa y con sus empleados sobre los procesos, la manera en que se tratan los residuos, su destino y los documentos que los acompañan.
- > Realizar entrevistas con los dirigentes de la empresa sobre la estructura corporativa de la misma y lo que puedan saber respecto a los delitos cometidos.
- > Obtener declaraciones firmadas utilizando los correspondientes formularios en papel o bien una grabadora, a partir de la cual se hará una transcripción a los formularios en papel y firmarán los testigos.

EQUIPO 4: SEGURIDAD Y TOMA DE MUESTRAS

Ver **SECCIÓN 2.6** sobre seguridad.

Ver **RESIDUOS PELIGROSOS I** y **SECCIÓN 10** para detalles sobre la toma de muestras.

2. Cuando una situación se produce una situación de emergencia y es necesario entrar inmediatamente para tomar muestras y buscar documentos:

- Iniciar una búsqueda o incautación de documentación y tomar declaración a los testigos simultáneamente al plan de toma de muestras.
- Utilizar suficiente personal de seguridad para asegurar y vigilar las entradas y salidas de los locales, edificios y piezas donde se realizará la investigación durante todo el período de la búsqueda o la toma de muestras.
- Asignar al menos una persona como funcionario de control de evidencias pruebas para receptor y registrar todas las evidencias legales (documentos, medios electrónicos, muestras).
- Establecer una zona de control de evidencias para receptorlas, almacenarlas y registrarlas. Asegurar que se cuente con cajas con cerradura para las "pruebas secas" y con heladeras con cerradura para "muestras que sirven de pruebas".
- Buscar y recoger documentación y pruebas relacionadas con el tipo de residuos, la trazabilidad y el volumen de materiales. Transportar y registrar evidencias en colaboración con un funcionario de control de evidencias..
- Establecer una zona para identificar y entrevistar a los testigos.
- Identificar y entrevistar a los testigos.



(Cortesía de la EPA de Estados Unidos)



(Cortesía de la EPA de Estados Unidos)

3. Recoger evidencias apropiadas para evaluar una infracción o los criterios de contención, almacenamiento y limpieza. Obtener registros relativos a los residuos e identificar el tipo de residuos.

- a. Determinar el tipo de equipamiento y de recipientes necesarios para tomar las muestras. Ver también **SECCIÓN 2.9**
- b. Instruir a la persona que toma las muestras (preparada para manejar los residuos peligrosos) sobre cómo y dónde tomarlas.
- c. Recoger muestras:

S1 - Muestra basal de suelo no contaminado próximo al sitio. Si es posible, recogerla primero para evitar la contaminación cruzada.

S2 - Muestra compuesta de cada tipo de residuo peligroso.

- Utilizar una pipeta compuesta para barriles con líquidos desconocidos.
- Utilizar cucharas de acero inoxidable para recoger sólidos y semisólidos.

S3 - Pour les sites près de la zone touchée ou les échantillons d'AGUA de surface ou souterraines, Ver **RESIDUOS PELIGROSOS 2**

d. Presentar las muestras de residuos, suelos, y agua para su análisis específico si se desconoce la composición del residuo. Ver **RESIDUOS PELIGROSOS 1** y **SECCIÓN S 2.9 Y 10**

e. Presentar las muestras de desechos líquidos, agua subterránea contaminada y agua de arroyos contaminada para bioensayo de peces. Ver **SECCIÓN S 6.7 Y 6.8**

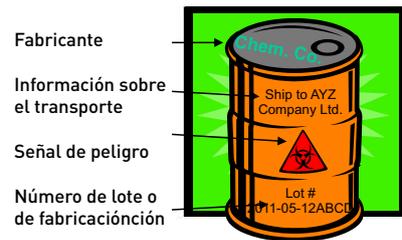
f. Marcar las coordenadas GPS y fotografiar la escena y cualquier evidencia tomada en contenedores que pueda ayudar a identificar la fuente de los residuos o a los dueños actuales o anteriores.

g. Recoger documentos y papeles que pueden haberse abandonado en el sitio y que podrían servir para identificar el contenido de los residuos o a su propietario.

h. Obtener copias de los registros de funcionamiento de la planta.

4. En el caso de que se sospeche o se haya denunciado que se ha cometido un delito:

- Aplicar los controles administrativos o las órdenes pertinentes según la legislación local para poder almacenar, desechar o exportar debidamente los residuos.
- Poner en marcha una revisión de archivos lo antes posible (en las siguientes 24 horas) para determinar si el caso solamente involucra a empresas locales que enviaron o recibieron residuos, o bien determinar si en él han participado empresas extranjeras y se deben realizar controles adicionales en otros países, con ayuda de sus correspondientes gobiernos o de INTERPOL.
- Estudiar la legislación local aplicable para buscar que opciones jurídicas se presentan (tal como un procesamiento), o las posibles sanciones o medidas administrativas, tales como instrucciones o sanciones civiles, de las que se dispone.



(Cortesía de la EPA de Estados Unidos)

5. Realizar entrevistas:
 - Preguntar al ingeniero o el encargado del sitio acerca del funcionamiento de la planta.
 - Preguntar al personal de contabilidad sobre el funcionamiento de las transacciones financieras y la facturación.
 - Preguntar al personal de gestión y de dirección sobre la estructura de la empresa y las cuestiones de propiedad.
6. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez.

Ver **AGUA 1**

SUELO 1: CONTAMINADO CON PETRÓLEO CRUDO O CON PETRÓLEO, DIÉSEL O GASOLINA TRATADOS O DE DESECHO

El fueloil o el petróleo de desecho pueden contaminar el suelo y el agua, tanto subterránea como superficial, utilizada para consumo humano; también pueden matar las aves y la vida acuática.

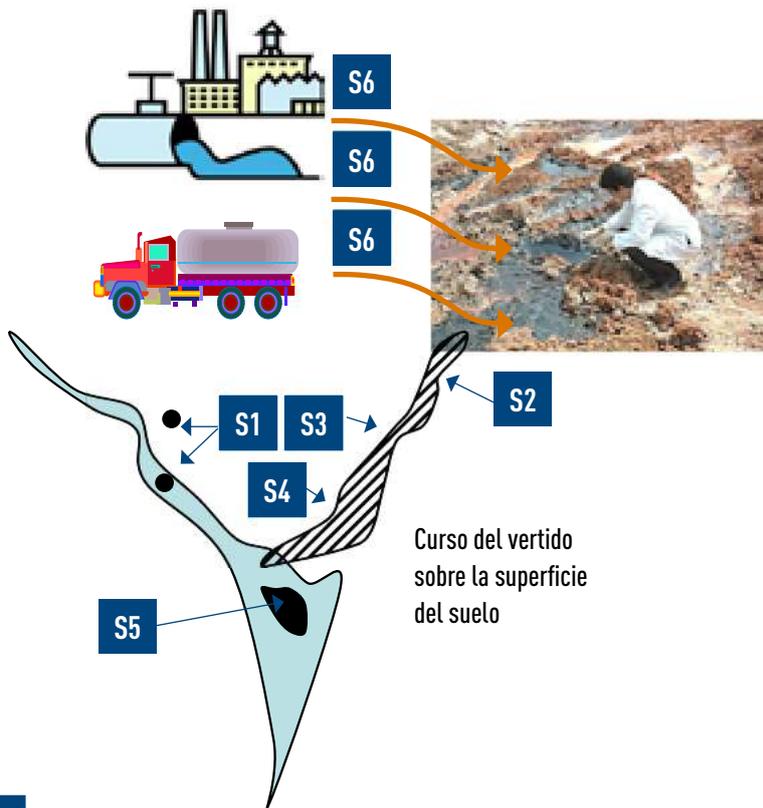
ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Determinar el tipo de contaminación por hidrocarburos.
- Determinar la fuente de la contaminación.
- Determinar la escala de la contaminación y los riesgos sanitarios.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y recoger al menos una muestra basal, una muestra de la fuente y una muestra en el medio receptor.

1. Seleccionar el caso representativo

CASO 1 El petróleo solamente contamina el suelo y el agua superficiales.

CASO 2 El petróleo contamina el suelo más profundo o el agua subterránea.



Caso 1 El petróleo solamente contamina el suelo y el agua superficiales.

Utilizar una cuchara de acero inoxidable limpia en cada lugar para recoger las muestras. Recoger primero las muestras basales para evitar la contaminación cruzada.

S1 - Muestra basal del agua superficial del arroyo y del suelo superficial.

S2 - Muestra de suelo superficial contaminado en la fuente del vertido.

S3 y S4 - Muestras adicionales de suelo superficial para ilustrar el impacto en los suelos del medio receptor.

S5 - Muestra superficial de agua receptora contaminada.

EQUIPAMIENTO NECESARIO

- Anteojos de seguridad (ver **SECCIÓN 2.6**)
- Guantes, ropa y botas de protección
- Cuaderno
- Botellas
- Botellas de vidrio marrón oscuro o latas de muestra (ver **TABLA 2.9.3.35**)
- Precintos legales
- Barrena de suelo y cuchara (ver **SECCIÓN 4.6**)
- Mango de muestreo
- Heladera portátil
- Cámara



(Cortesía Policía Federal de Brasil)

S6 - Échantillon source pour la caractérisation analytique. Si possible, prélever en dernier pour éviter la contamination croisée avec les autres échantillons.

Identificación de vertidos de petróleo y productos derivados.

- El petróleo crudo se compone de una mezcla única de moléculas orgánicas (basadas en el carbono) y metales procedentes de la fuente de donde es extraído. El refinado puede agregar moléculas particulares y el uso de aceite en las máquinas puede agregar otras partículas de metal, lo que le da al petróleo una "identidad química única".
- Si el petróleo se vierte en el agua o la tierra empieza a envejecer afectado por la luz del sol, el viento, la acción del agua y de las olas, la degradación bacteriana y la incorporación de sedimentos. Por este motivo, es importante recoger numerosas muestras, para vincularlas al vertido sospechoso.
- El petróleo de las muestras que se recolectan en puntos alejados de la fuente ha tenido más tiempo para deteriorarse y por ello se pierden los "picos". Sin embargo, es posible que existan características únicas suficientes en cada muestra para identificar la fuente basándose en el número de esas características químicas únicas que sobreviven el proceso de envejecimiento.

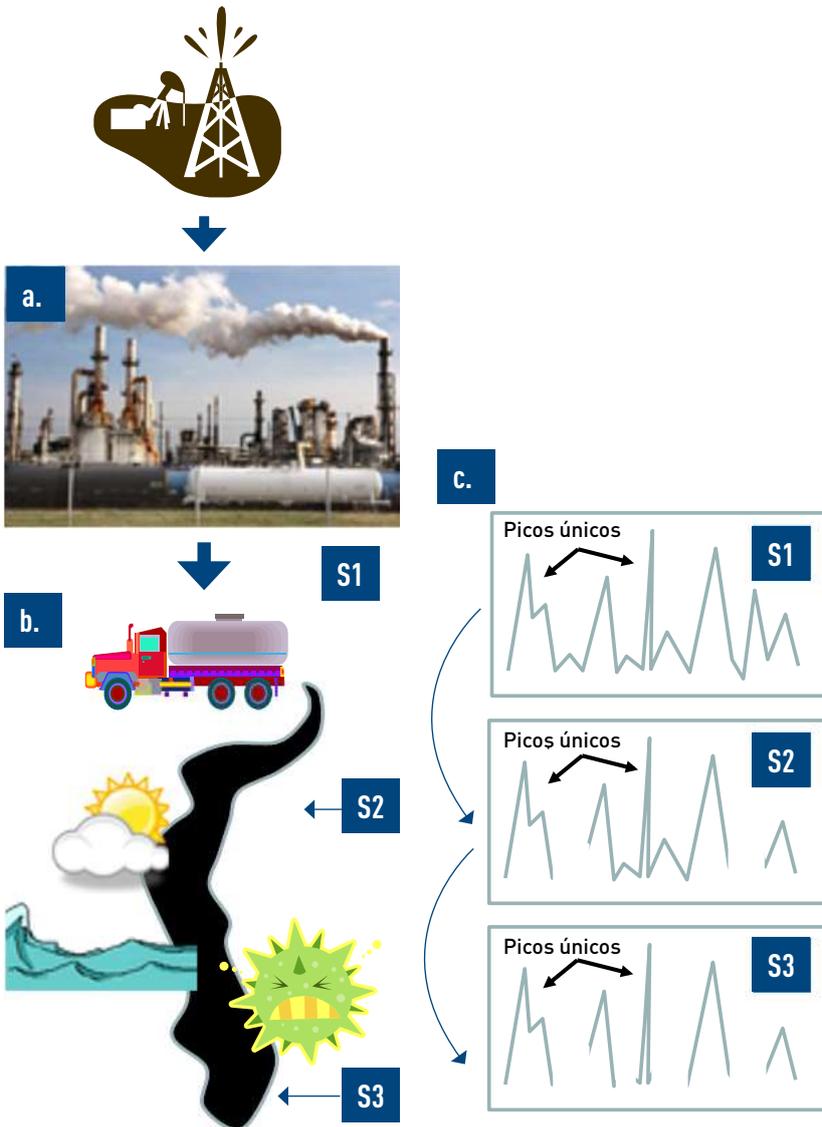
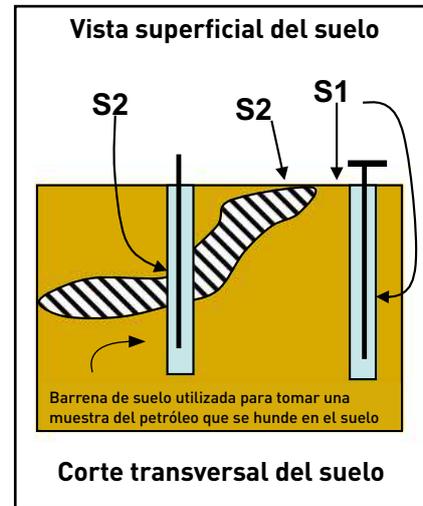
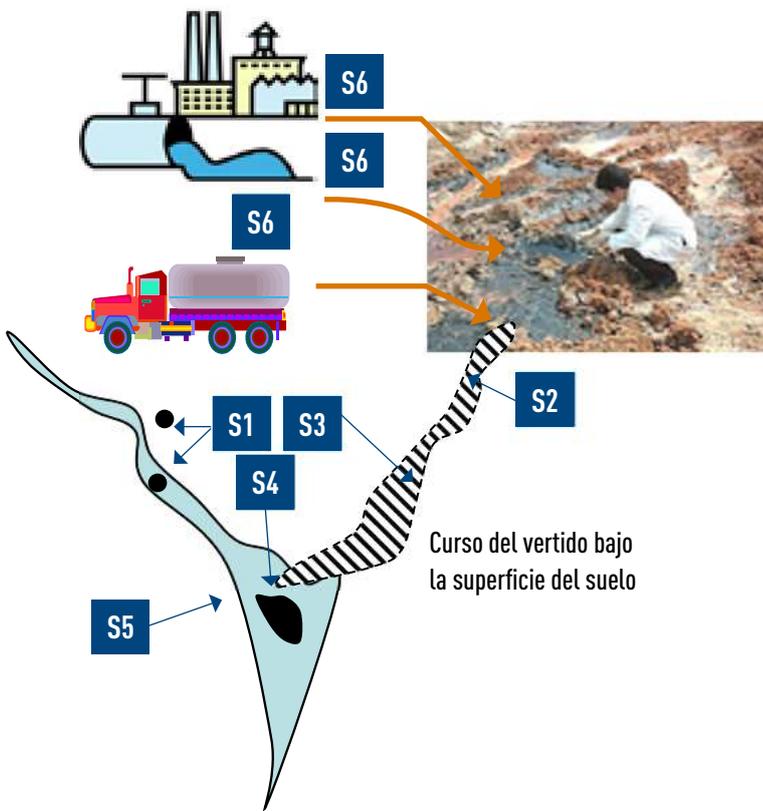


Foto: Cortesía de la EPA de Estados Unidos

Diagrama: Cortesía de Genesis Environmental Services Ltd.

Caso 2 El petróleo contamina suelo más profundo o agua subterránea.



(Créditos: Policía Federal de Brasil)



Utilizar una cuchara de acero inoxidable limpia y una barrena de suelo en cada sitio para recoger muestras.

S1 - Tomar muestra basales del suelo superficial a una profundidad similar a la que ha penetrado el petróleo. Recoger una muestra basal del agua superficial.

S2 y S3 - Utilizar una cuchara para determinar la contaminación del suelo superficial.

S2 y S3 - Utilizar una barrena de suelo para obtener al menos una muestra bajo la superficie a lo largo del camino seguido por el petróleo.

S4 - Al menos una muestra del afloramiento de agua. Ver **AGUA 7**

S5 - Al menos una muestra si el petróleo está flotando en el arroyo para ilustrar el impacto en el agua superficial del medio receptor.

S6 - Al menos una muestra de la fuente para la comparación de la identidad analítica entre las muestras de la posible fuente y las del medio receptor. Si es posible, recoger esta muestra en último lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.

2. Presentar las muestras para análisis con miras a la identificación de hidrocarburos.
Ver **TABLA 2.9.2.2**
3. Fotografiar el lugar de los hechos y la zona contaminada, si es posible en relación a la fuente. Fotografiar todos los lugares donde se tomarán muestras desde al menos cuatro direcciones y si se puede desde un punto elevado.
4. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
5. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

SUELO 2: CONTAMINADO CON PESTICIDAS AGRÍCOLAS

Los pesticidas y productos agroquímicos pueden contaminar el suelo, el agua subterránea y las fuentes superficiales de agua para consumo humano, causando enfermedades a las personas y la muerte de aves y vida acuática.

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Determinar el tipo de contaminación con pesticidas.
- Determinar la fuente de la contaminación. Leer las etiquetas (utilizar prismáticos si es necesario).
- Determinar la escala de la contaminación y el riesgo sanitario.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y recoger al menos una muestra basal, una muestra de la fuente y una muestra del medio receptor.

1. Seleccionar un procedimiento de toma de muestras representativo.

CASO 1 El pesticida solamente contamina el suelo y el agua superficiales.

CASO 2 El pesticida contamina suelos más profundos o agua subterránea.

Caso 1 El pesticida solamente contamina el suelo y el agua superficiales.

Pesticidas y productos agroquímicos abandonados



Fumigación excesiva o ilegal de pesticidas o productos agroquímicos



Utilice una cuchara de acero inoxidable limpia en cada sitio para recoger muestras en:

S1 - Muestra basal de un campo no afectado por la fumigación o el vertido para determinar la contaminación base del suelo superficial. Si es posible, recogerla primero para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.

S2 - Para determinar la contaminación del suelo superficial en el lugar de la fumigación o el vertido.

EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO

- Anteojos de seguridad
- Guantes, ropa y botas de protección
- Mascaras filtrantes para pesticidas
- Cuaderno
- Botellas de vidrio de color marrón oscuro o latas de muestra. Ver **SECCIÓN 2.9.2**
- Barrena para suelo, pala o recoge muestras. Ver **SECCIÓN 4.6**
- Barrena para suelo, pala o recoge muestras. Ver **SECCIÓN 2.6**
- Heladera portátil
- Cámara

S1 Muestra basal de una calle o de un campo no afectado por una fumigación o un derrame



S3 y S4 - Muestras adicionales de suelo para ilustrar el impacto en los suelos superficiales del medio receptor.

S5 - Muestra compuesta basal de la columna de agua.

S6 - Muestra compuesta contaminada de la columna de agua.

S7 y S8 - Utilizar el recogemuestras para recoger una muestra compuesta, o drenar directamente de los recipientes S7 y S8 para una posible comparación de fuentes con miras a la identificación analítica. Si es posible, recogerla en último lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.

S9 et S10 - Recoger o fotografiar ejemplares de fauna y flora silvestre muertos. Ver **SECCIÓN S 2.7.4 ET 9.4**

Caso 2 El pesticida contamina suelos más profundos o agua subterránea.

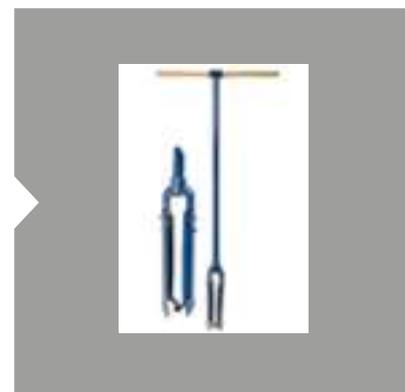
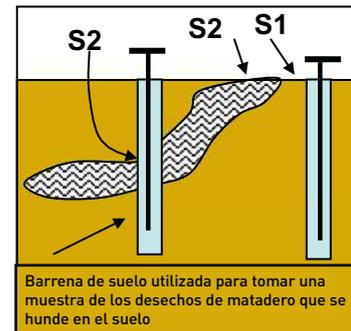
Pesticidas o productos agroquímicos abandonados



Fumigación excesiva o ilegal de pesticidas o productos agroquímicos



S1 Muestra basal de una calle o de n campo no afectado por la fumigación o el vertido



Utilizar una cuchara de acero inoxidable limpia y una barrena de suelo en cada sitio para recoger:

S1 - Utilizar una cuchara y una barrena de suelo para determinar la contaminación basal en la superficie y a una profundidad similar a la de penetración del pesticida o el producto agroquímico.

S2 Y S3 - Utilizar una barrena de suelo para tomar al menos una muestra bajo la superficie en el curso del pesticida o el producto agroquímico. Ver **SECCIÓN 4.6**

S4 - Al menos una muestra base de agua.

S5 - Al menos una muestra del afloramiento de agua.

Ver **AGUA 7 Y SECCIÓN 6.7**

S6 - Al menos una muestra compuesta de agua del arroyo para ilustrar el impacto en el agua superficial del medio receptor.

S7 Y S8 - Al menos una muestra de la fuente para la comparación de la identidad analítica química entre las muestras de la posible fuente

y las del medio receptor. Si es posible, hacer esta muestra en último lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.

S9 et S10 - Recoger o fotografiar ejemplares de fauna y flora silvestre muertos.

2. Fotografiar el lugar del delito y la zona contaminada, si es posible en relación a la fuente. Fotografiar todos los sitios de muestra desde al menos cuatro direcciones y desde un punto de vista elevado si es posible.
3. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
4. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez.

Ver **AGUA 1**

SUELO 3: CONTAMINADO CON SANGRE Y DESECHOS DE UN MATADERO

La descarga de sangre y tejido animal en agua y suelos superficiales representa un alto riesgo de dispersión de bacterias y virus que pueden contaminar las fuentes de agua potable y los suelos agrícolas, y propagar enfermedades en personas y en animales.

La descomposición bacteriana de la sangre y los tejidos animales en el agua provoca el agotamiento de oxígeno disuelto disponible, lo que puede matar los organismos acuáticos y los peces. Esto se denomina alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO). El grado de la demanda de oxígeno causado por los desechos puede medirse en una muestra de agua utilizando una prueba de demanda bioquímica de Oxígeno a 5 días, también conocida como prueba DBO_5 .

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

- Determinar el tipo de contaminación por residuos de matadero.
- Determinar la fuente de la contaminación.
- Determinar la amplitud de la contaminación y los riesgos sanitarios.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y recoger al menos una muestra basal, una muestra de la fuente y una muestra del medio receptor.

1. Seleccionar un procedimiento de toma de muestras representativo.

CASO 1 Los desechos de matadero solamente contaminan el suelo superficial.

CASO 2 Los desechos de matadero contaminan suelos más profundos, agua subterránea poco profunda o agua superficial.

CASO 3 Los desechos de matadero se descargan en cloacas pluviales, aguas subterráneas o agua superficial.

Seguridad: El riesgo de infección bacteriana y viral es alto. La persona que toma las muestras debe ir vestido con equipos de seguridad.

Ver **SECCIÓN 2.6.5**

EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO

- Anteojos de seguridad
- Guantes, ropa y botas de protección
- Desinfectante
- Cuaderno
- Botellas de vidrio marrón oscuro o latas de muestra
Ver **SECCIÓN 2.9.2**
- Barrena de suelo, cuchara, pala, balde, cronómetro
Ver **SECCIÓN 4.6**
- Heladera portátil
- Cámara

EN CASO DE CONTAMINACIÓN DE AGUA

- Tiras de pH o pHmetro, termómetro o medidor de temperatura
- Kit o medidor de oxígeno disuelto

Ver **SECCIÓN 2.6** y **SECCIÓN 10** para el muestreo de residuos peligrosos

Caso 1 Los desechos de matadero solamente contaminan el suelo superficial.

- a. Si el material es muy visible, las fotografías son las pruebas mínimas que deben ser recogidas. Ver **SECCIÓN 2.7.4** sobre fotografía.
- b. Utilizar una cuchara de acero inoxidable en cada sitio para recoger muestras en:

S1 - Tomar muestras basales de vertidos y suelos superficiales y analizar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) para determinar la contaminación basal en el vertido y los suelos superficiales. Si es posible, recogerlas en primer lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.

S2 - Vertido superficial de desechos de matadero y análisis DBO₅ para determinar la contaminación del suelo superficial en el lugar del derrame.

S3 y S4 - Muestras adicionales del vertido superficial de desechos de matadero para ilustrar el impacto sobre los suelos superficiales del medio receptor.



(Cortesía del DOE de Sudáfrica)

- c. Analizar la DBO₅ en los suelos. Si el sitio de la descarga está lejos de la supuesta fuente posiblemente se necesite recoger muestras de ADN para relacionar esta con el sitio de la descarga. Las técnicas de toma de muestras de ADN no están incluidas en esta versión del manual.

Caso 2 Los desechos de matadero contaminan suelos más profundos, agua subterránea poco profunda o agua superficial.

- a. 1. Si el material es muy visible, las fotografías son las pruebas mínimas que deben ser recogidas. Ver **SECCIÓN 2.7.4** sobre fotografía.
- b. Utilizar una cuchara de acero inoxidable en cada sitio para recoger muestras en:

S1 - Tomar muestras basales de vertidos y suelos superficiales. Analizar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) para determinar la contaminación basal en los suelos superficiales. Si es posible, recogerlas en primer lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras. Para suelos más profundos y agua subterránea de poca profundidad, utilizar una cuchara de acero inoxidable limpia, un tomador de muestras de núcleo o una pala en cada sitio para recoger muestras en:

S2 - Sitio fuente: tomar muestra de agua subterránea poco profunda y analizar la DBO₅ para determinar la contaminación del suelo a nivel del manto freático en el sitio del vertido.

S3 et S4 - Sitios distantes: recoger muestras de agua bajo la superficie y analizar la DBO₅, y muestras del vertido y nuevas muestras de suelo para ilustrar el impacto en los suelos superficiales del medio receptor.

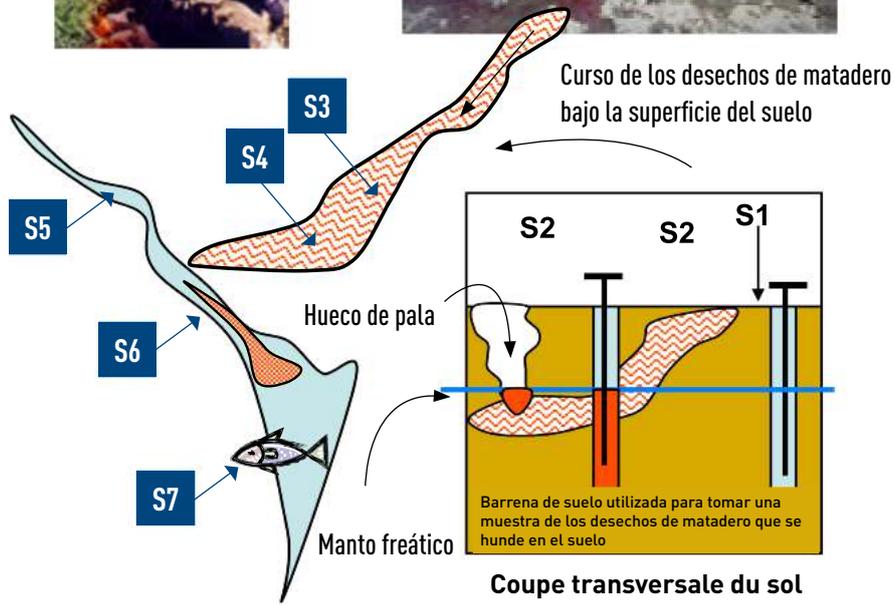
S5 - Muestras compuestas basales profundas de agua superficial para medir la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la DBO₅.

S6 - Muestras compuestas profundas de agua superficial contaminada para medir la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la DBO₅.

S7 - Fotografiar o recoger muestras de organismos muertos (peces) probablemente a causa del poco oxígeno disuelto (debido a una alta DBO₅).



S1 Muestra basal de una calle o un campo no afectados por desechos de matadero



Caso 3 Los desechos de matadero se descargan en cloacas pluviales, aguas subterráneas o agua superficial.

- a. 1. Si el material es muy visible, las fotografías son las pruebas mínimas que deben ser recogidas. Ver **SECCIÓN 2.7.4** sobre fotografía. Utilizar una cuchara de acero inoxidable en cada sitio para recoger muestras en:

S1 - Tomar muestras basales de vertidos y suelos superficiales y analizar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) para determinar la contaminación basal de los suelos superficiales. Si es posible, recogerlas en primer lugar para evitar la contaminación cruzada de otras muestras.

S2 - Sitio fuente: tomar una muestra superficial del vertido y analizar la DBO5 para determinar la contaminación superficial en el sitio del derrame.

S3 - Tomar una muestra superficial del vertido y analizar la DBO5 para determinar la contaminación de la superficie justo antes de la entrada desagüa la cloaca pluvial.

S4 - Descarga de la cloaca pluvial en el agua superficial: análisis de la DBO5.

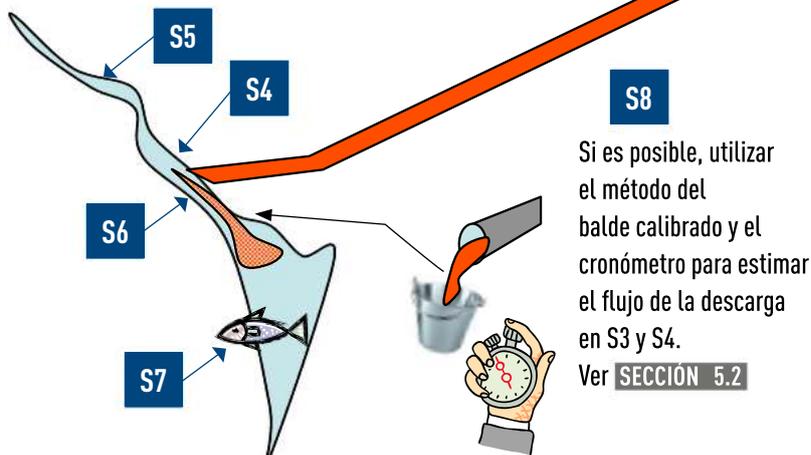
S5 - Muestra compuesta basal profunda de agua superficial y análisis de la DBO5.

S6 - Muestra compuesta profunda de agua superficial contaminada para medir la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la DBO5.

S7 - Fotografiar o recoger muestras de organismos muertos (peces) probablemente a causa del poco oxígeno disuelto (debido a una alta DBO5).

S8 - Si es posible, utilizar el método del balde calibrado y el cronómetro para estimar el flujo de descarga en S3 y S4.

Ver **SECCIÓN 5.2**



(Cortesía del DOE de Sudáfrica)

S1 Muestra basal de una calle o un campo no afectados por desechos de matadero

Si es posible, utilizar el método del balde calibrado y el cronómetro para estimar el flujo de la descarga en S3 y S4.

Ver **SECCIÓN 5.2**

2. Entrevistar a todas las personas responsables y a todos los testigos.
3. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

AIRE 1: QUEMA A CIELO ABIERTO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

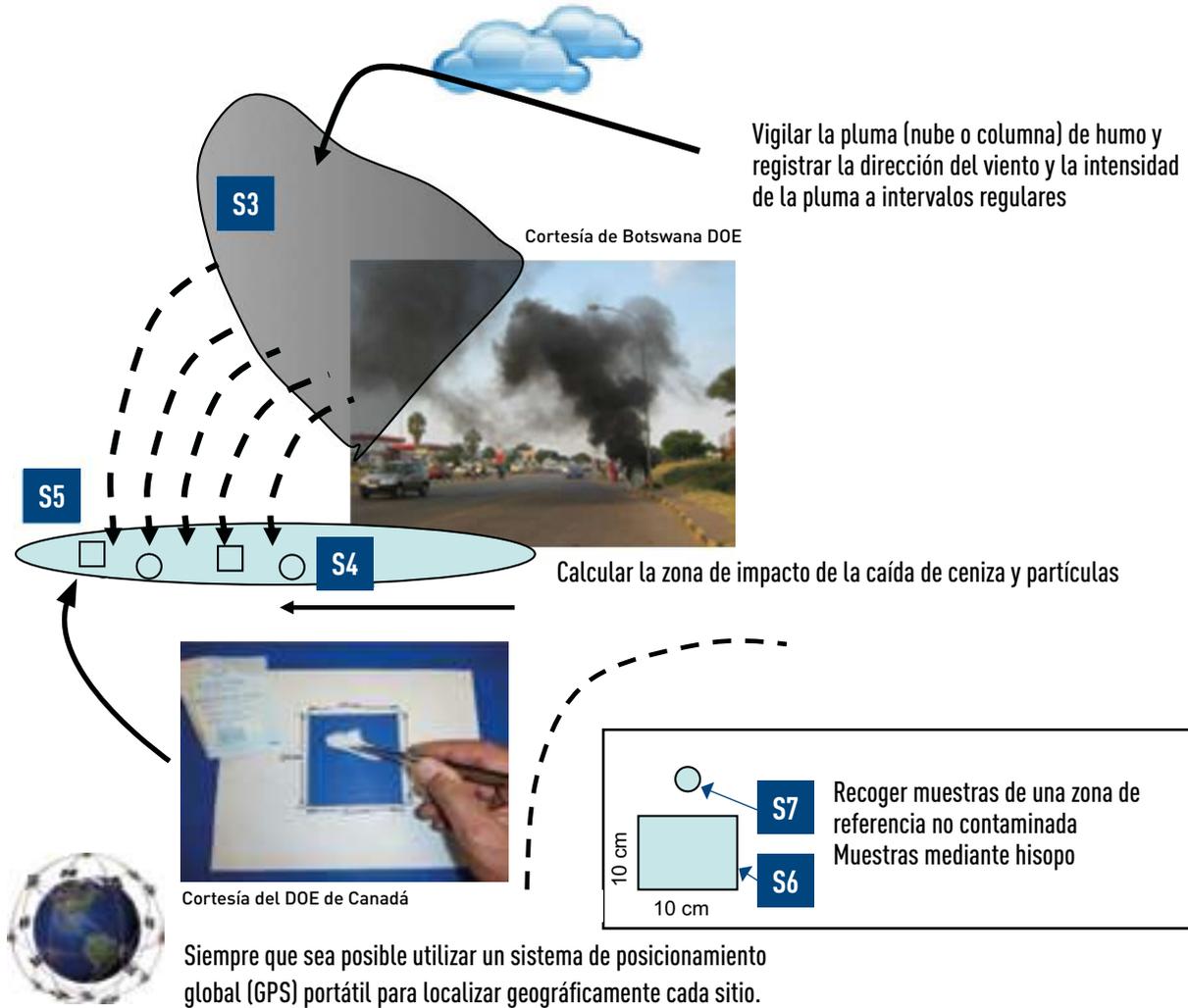
ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

La quema a cielo abierto de residuos no peligrosos puede tener repercusiones graves sobre la calidad del aire que causan un impacto en la salud de los humanos y los animales. Los productos de combustión, tales como las partículas finas en suspensión, pueden empeorar la situación de personas que sufren problemas cardíacos y pulmonares. La inspección determina que los residuos quemados no contienen materiales peligrosos.

Seguridad: Vestir equipos de protección – monos descartables, máscara filtrantes de polvo, guantes, botas adecuadas para proteger del polvo no peligroso. Ver **SECCIÓN 2.6**

1. Definir un plan de toma de muestras que permita evaluar el riesgo para las personas y el medio ambiente y los objetivos.
2. Fotografiar la quema a intervalos regulares (cada 10 a 15 minutos) para documentar la intensidad y dirección de la pluma de humo.
3. Vigilar y registrar la dirección del viento, tomar notas y hacer diagramas de la zona potencial de impacto de la caída de cenizas y partículas finas. Dependiendo de la legislación local, las fotografías y las notas pueden ser pruebas suficientes cuando se trata de la quema de residuos no peligrosos.
4. Fotografiar el lugar de los hechos y la zona contaminada, si es posible en relación a la fuente. Fotografiar todos los lugares donde se toman las muestras desde al menos cuatro direcciones y si se puede desde un punto elevado.

- Tomar las muestras en relación con los objetivos. Recoger las muestras basales antes de otras muestras para evitar la contaminación cruzada.

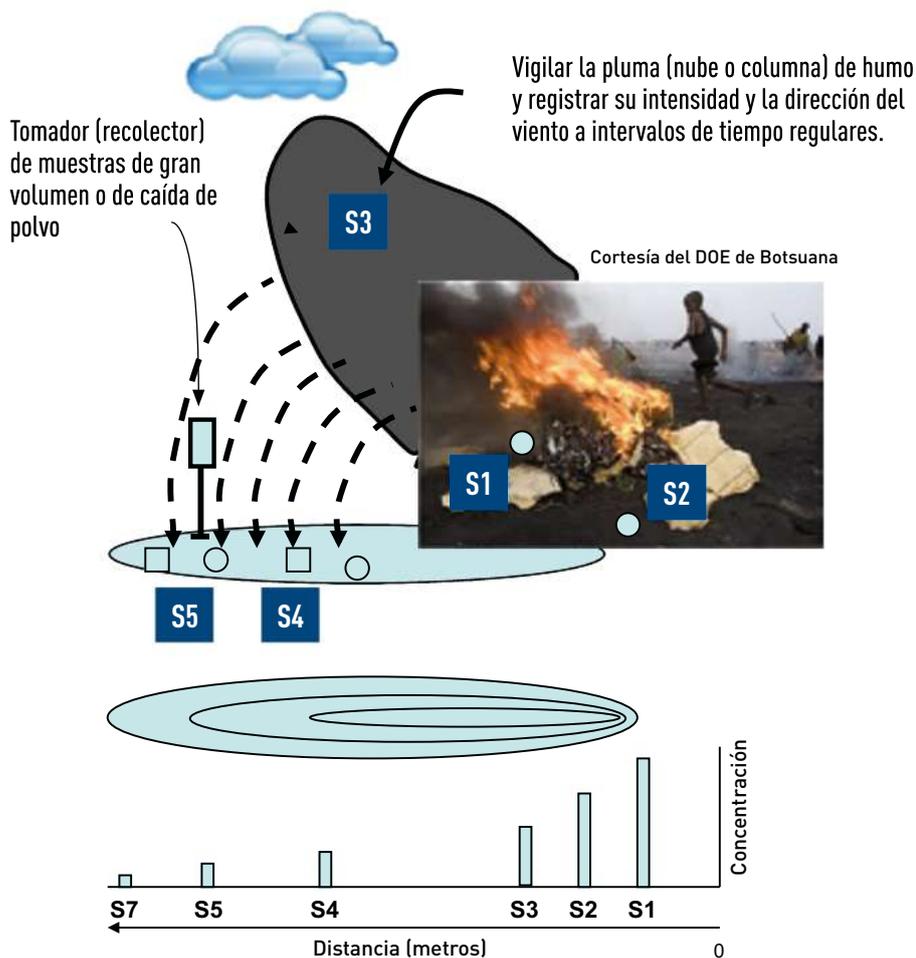


S6 and S7 - Recoger muestras superficiales de suelo y mediante hisopo en un sitio de referencia no contaminado (recogerlas en primer lugar para evitar la contaminación cruzada).

S4 and S5 - Recoger muestras superficiales de suelos y mediante hisopo a distancias cada vez mayores de la fuente del fuego (recogerlas desde el punto más lejano al más cercano para evitar la contaminación cruzada).

S3 - Vigilar la pluma de humo y registrar su dirección e intensidad a intervalos de tiempo regulares.

6. Recoger muestras de la zona de impacto desde la distancia más alejada hacia el centro del fuego para evitar la contaminación cruzada.



- S2** – Muestra de ceniza de la fuente del fuego (recogerla en último lugar si es posible, para evitar la contaminación cruzada).
- S1** – Muestra mediante hisopo de una superficie cercana a la fuente del fuego (recogerla en último lugar si es posible, para evitar la contaminación cruzada).
- S3** – Si se cuenta con el tiempo y la capacidad necesarios, o si se trata de un problema crónico, recoger polvo en un recipiente de caída de polvo o en otro tomador de muestras volumétricas o de gases. Ver **SECCIÓN 8**

7. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
8. Recoger los datos sobre la muestra, plotear cuadros o gráficos de las concentraciones en relación con la distancia desde la fuente.
9. Redactar órdenes de limpieza teniendo en cuenta, si procede, a las autoridades legislativas locales.
10. Trabajar con las autoridades sanitarias locales en caso de existir repercusiones sobre la salud humana.
11. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

AIRE 2: RESIDUOS PELIGROSOS DESECHADOS E INCINERADOS ILEGALMENTE

Los residuos peligrosos pueden ser desechados o incinerados ilegalmente en grandes cantidades, como por ejemplo en un incendio de un depósito, o en pequeñas cantidades, vertiéndolos a desagües, quemándolos en tambores metálicos de 200 litros o introduciéndolos en incineradores de basura domésticos. Los residuos pueden contener materiales orgánicos (productos químicos basados en el carbono) contaminados con cloro (policlorobifenilos (PCB), dioxinas y furanos), o metales pesados tóxicos tales como arsénico, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio y zinc. La quema a baja temperatura puede dar como resultado que productos químicos orgánicos formen compuestos tóxicos y persistentes en el medio ambiente, como dioxinas y furanos, o puede propagar metales pesados en el humo que se dispersa al azar con el viento. Las espumas para combatir el fuego y los derrames de agua pulverizada también representan un serio peligro para la vida y la salud humanas, así como para el ambiente. Esto puede contaminar casas, tierras, aguas y cultivos y envenenar a humanos, plantas, animales y vida acuática.



ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Si es posible, mantener a las personas y a los animales alejados de las zonas afectadas por los residuos peligrosos. Garantizar que el sitio sea seguro y que el fuego, si ha habido alguno, se ha apagado antes de entrar al sitio y de recoger las muestras.

- Si es posible, determinar la fuente de los residuos e identificar los peligros que representa.
- Determinar la amplitud de la contaminación y los riesgos sanitarios.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y reducir el riesgo de propagación de la contaminación de la fuente a la zona circundante.
- Definir un plan de toma de muestras según el cual se recoja al menos una muestra basal, una muestra de la fuente y una muestra del medio receptor, y recoger todas las pruebas disponibles que permitan definir el tipo de residuos y a quien corresponde la responsabilidad.

EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO

- Anteojos de seguridad
- Guantes, ropa y botas de protección
- Cuaderno
- Cuchara
- Tubos para muestra
- Tubos Dräger (para muestras de aire)
- Equipamiento para recogida de muestras mediante hisopos
- Heladera portátil
- Cámara
- Receptor de GPS portátil
- Botellas apropiadas, conservantes para muestras de metales o de materiales orgánicos

Ver **SECCIÓN 2.9.2**

Ver **SECCIÓN 2.6** sobre Seguridad

Operaciones ilegales de reciclado de metal, con humos cargados de productos orgánicos parcialmente quemados, entre otros PCB, dioxinas y furanos, y de metales pesados provenientes de materiales plásticos y metálicos. (Cortesía de la Inspección de Medio Ambiente y Transporte (ILT) de Países Bajos)

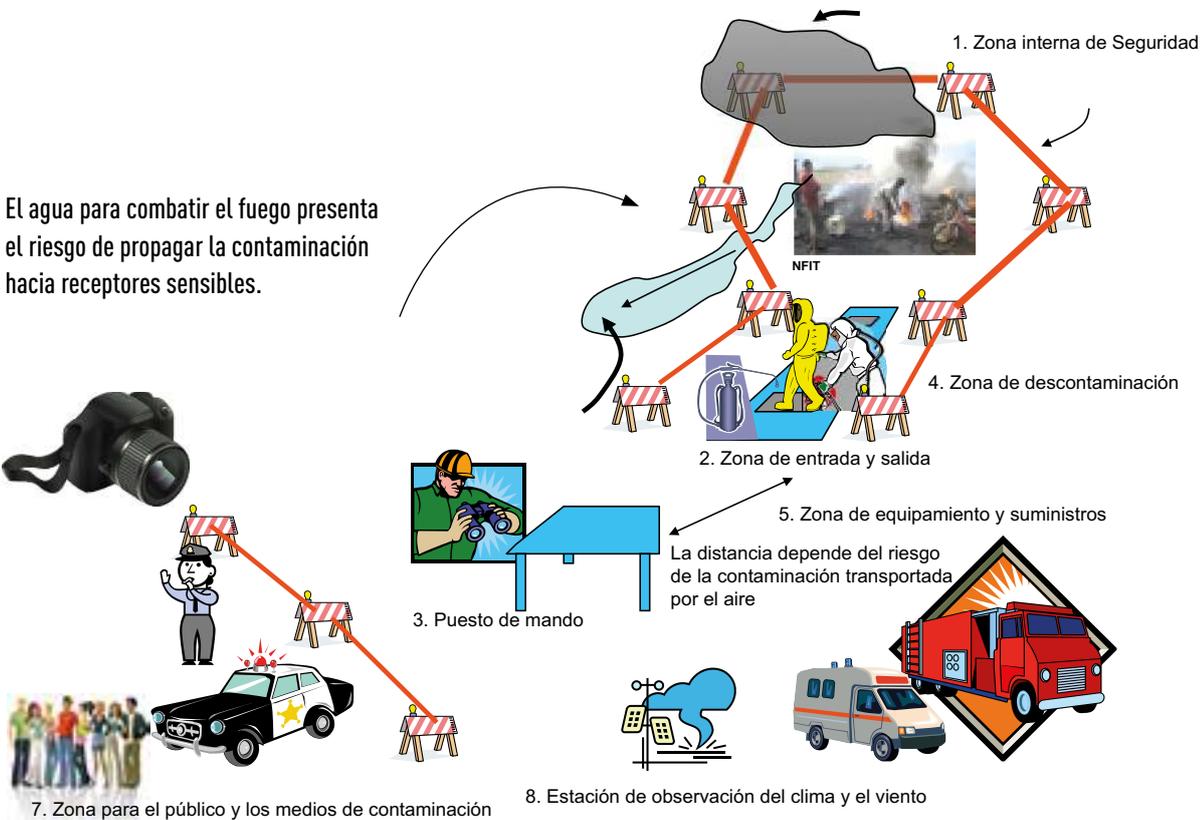
SEGURIDAD

Según la escala, el tamaño o el tipo de quema de residuos peligrosos, se ajustarán en consecuencia las medidas de seguridad. El agente de la autoridad medioambiental, en cooperación con el equipo de gestión de materiales peligrosos (HAZMAT) encargado de la situación, deberá establecer los siguientes criterios mínimos:

1. Asegurar el sitio con barreras o cintas de señalización.
2. Establecer una zona segura de entrada y salida basándose en la contaminación, segura o supuesta, del suelo, el riesgo de humo y el lanzamiento del agua utilizada para combatir el fuego. Si se trata de un problema importante, que pone en peligro la seguridad pública, pueden ser necesarios los pasos siguientes:
3. Establecer un puesto de mando (que, según el tamaño del sitio, puede variar desde un solo vehículo hasta una unidad de intervención a gran escala).
4. Establecer una zona de descontaminación.
5. Establecer una zona de equipamiento y suministros.
6. Establecer un puesto de primeros auxilios.
7. Establecer una zona para el público y los medios de comunicación.
8. Establecer una estación de observación del clima y el viento.

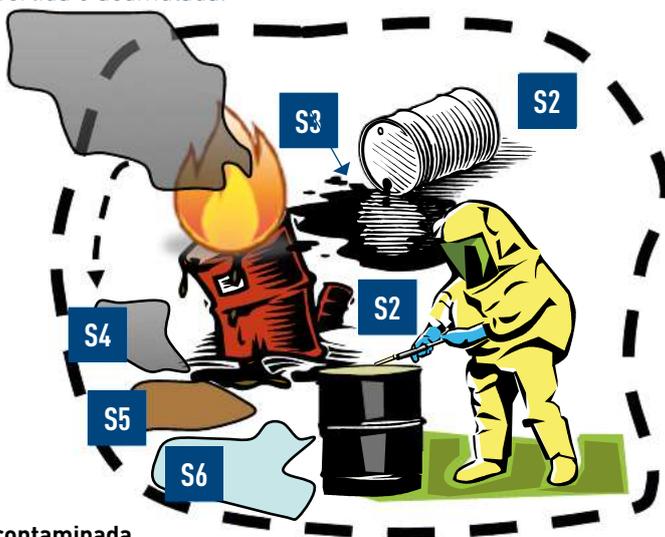
El humo presenta el riesgo de propagar la contaminación hacia receptores sensibles.

El agua para combatir el fuego presenta el riesgo de propagar la contaminación hacia receptores sensibles.



1. Dentro de la zona altamente contaminada: toma de muestras de líquidos y sólidos.
 - a. Evaluar la dirección del viento y la propagación de contaminación mientras se produce humo. Determinar la mejor ruta para acercarse al sitio de manera segura. Acercarse al sitio solamente cuando se hayan apagado los fuegos.
 - b. Establecer una zona de seguridad y marcar con una cinta de señalización. Mantener fuera de la zona al público y a los animales. No entrar en la zona contaminada si no se está formado y equipado para hacerlo. Para más información sobre la salud y seguridad, ver **SECCIÓN 2.6**.
 - c. Si no se ha recibido formación para entrar a sitios peligrosos, contactar al equipo de gestión de materiales peligrosos (HAZMAT), a los bomberos o a la agencia del gobierno con personal formado para entrar en sitios peligrosos.
 - d. Utilizar prismáticos u otros medios para determinar el tipo de residuos mediante el examen de las etiquetas o marcaciones de los contenedores.
 - e. Establecer un plan de toma de muestras. Ver **SECCIONES 2 Y 10**. En caso de fuego debe tenerse mucho cuidado con no llevarse el hollín contaminado desde el sitio de la quema a áreas no contaminadas.
 - f. Es probable que no haya muestras basales del interior de la zona muy contaminada y que la mayor parte de los materiales de desecho sean altamente tóxicos. Dar instrucciones para la toma de muestras basadas en las exigencias de la seguridad a la persona que entre al sitio con residuos peligrosos. Ver **SECCIÓN 2.6** y el tipo de muestras y recipientes que se necesitan. Ver **SECCIÓN 2.9** y los métodos de toma de muestras.

- S2** - Recoger muestras de los barriles, contenedores y depósitos.
- S3** - Recoger muestras de los productos químicos derramados.
- S4** - Recoger muestras de ceniza y de restos depositados para determinar si hay metales pesados o productos orgánicos clorados.
- S5** - Recoger muestras de suelos.
- S6** - Recoger muestras de agua utilizada para combatir el fuego vertida o acumulada.



Zona contaminada

- g. Tomar fotografías de todos los objetos y etiquetas relevantes y recoger toda la documentación que pueda haber disponible. Ver **SECCIÓN 2.7.4**
- h. Asegurar la descontaminación de todas las personas que salen de la zona.

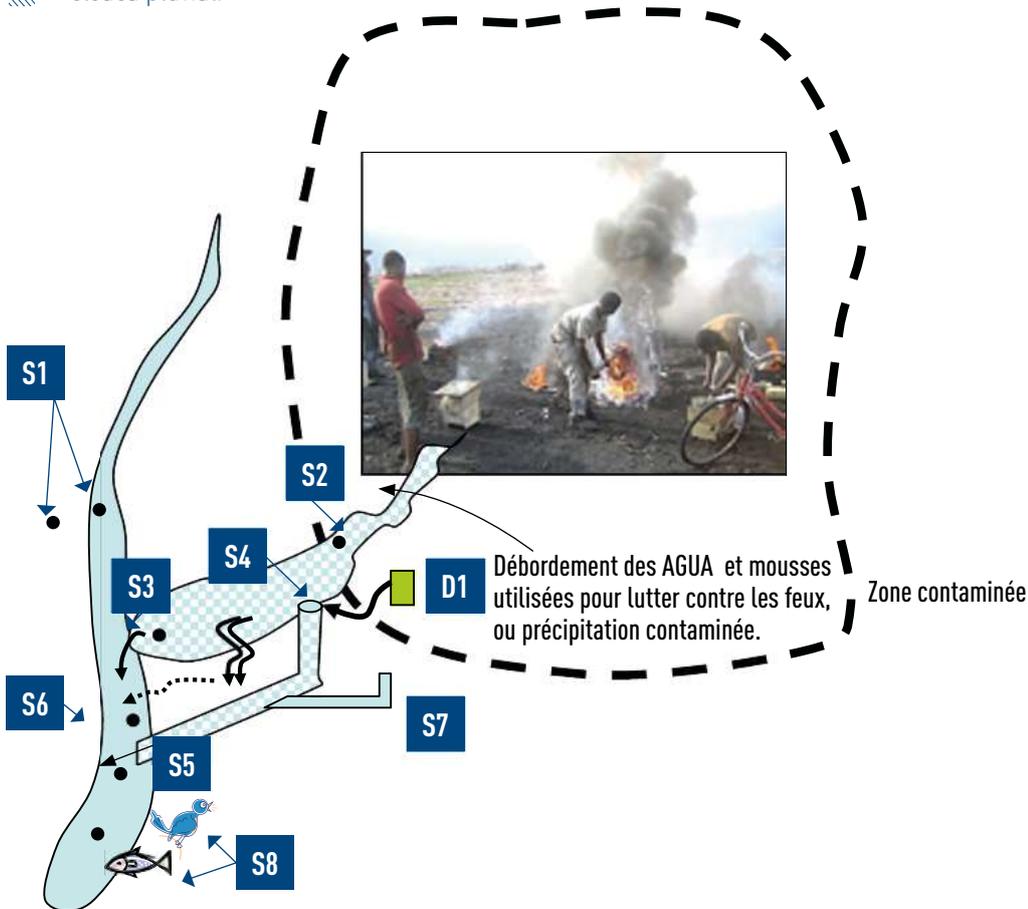
(Crédits: L'EPA des É.-U./Canada - DOE)



La muestra del líquido de los tambores es colocada en un frasco de vidrio para analizar los productos orgánicos. Una segunda muestra se puede ubicar en un frasco de vidrio claro para ver las diversas capas de productos químicos. Los residuos líquidos peligrosos más densos (generalmente orgánicos clorados) pueden estar ocultos bajo una capa inocua (a esto se le llama generalmente "cocktailing")

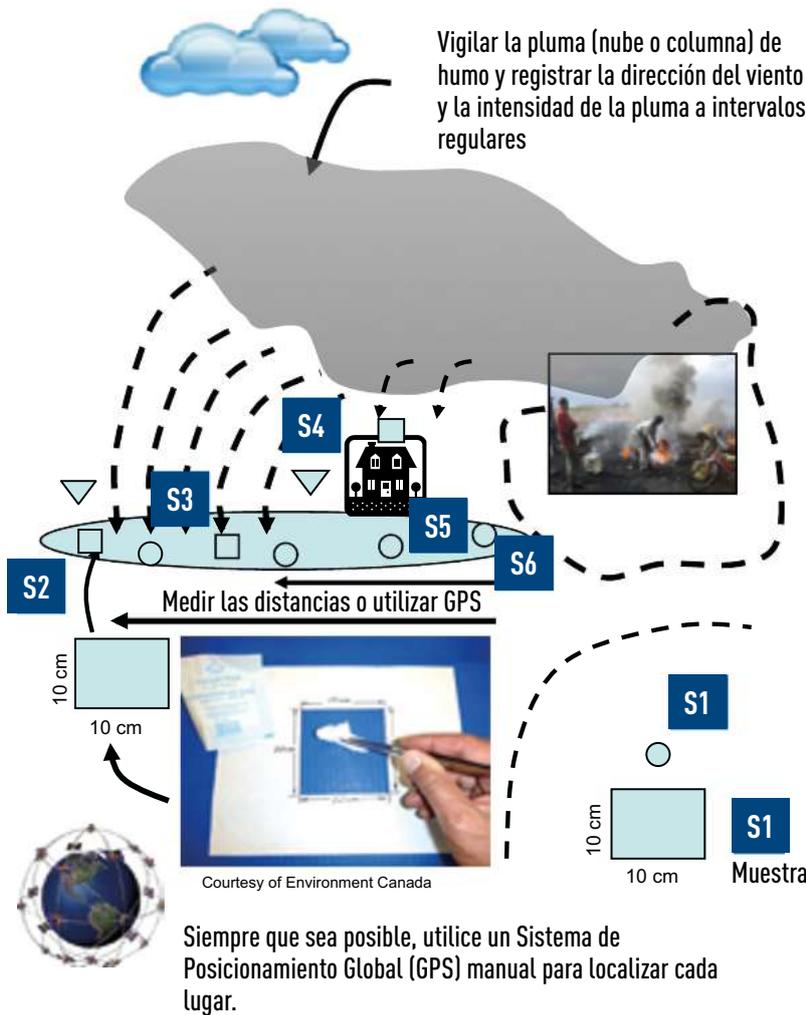
2. Secteur adjacent à la zone fortement contaminée: échantillon du ruissellement en surface (Agua et mousse dus à la lutte contre les feux).
 - a. Establecer zonas de seguridad y marcarlas con cinta de señalización. Mantener al público y los animales fuera de la zona. **No entrar en la zona contaminada a menos de estar formado y equipado para hacerlo.**
 - b. Determinar si el agua y la espuma utilizadas para combatir el fuego han entrado en las cloacas pluviales y si estas se vierten en arroyos locales.
 - c. Determinar si el agua y la espuma utilizadas para combatir el fuego han circulado sobre la superficie, saturado el suelo y entrado en el agua subterránea.
 - d. Recoger muestras:

- S1 – Muestras basales de arroyos y suelos.
- S2 – Muestras del flujo sobre la tierra.
- S3 – Muestras del flujo sobre la tierra justo antes del punto de entrada en el arroyo.
- S4 – Muestra del punto de entrada en la cloaca pluvial.
- S5 – Muestra de la salida de la cloaca pluvial.
- S6 – Muestra de agua subterránea emergente.
- S7 – Muestra de fluidos entrando a cualquier otro desagüe que pueda conectar con la cloaca principal.
- S8 – Peces, aves y biota afectados.
- D1 – Realizar una prueba colorimétrica para confirmar el vertido en la cloaca pluvial.



- e. Las pruebas colorimétricas deben realizarse cuando hay dudas sobre las posibles fuentes de contaminación, lo que puede complicar la evaluación de un sistema de drenaje. Ver **AGUA 3 Y SECCIÓN 3.9**

- f. Tomar fotografías de todos los objetos y etiquetas relevantes, recoger cualquier documentación disponible; fotografiar asimismo los sitios y la fauna y flora afectadas. Ver **SECCIÓN 2.7.4**
 - g. Asegurar la descontaminación de todas las personas que salen de la zona.
3. Fuera de la zona altamente contaminada, en los sitios afectados por el humo y por la caída de partículas. **Seguridad:** Vestir equipos de protección – Overoles desechables, máscaras filtrantes de polvo, guantes, botas adecuadas para proteger del polvo peligroso. Ver **SECCIÓN 2.6**
- b. Fotografiar la quema a intervalos regulares (cada 10 a 15 minutos) para documentar la intensidad y dirección de la pluma de humo.
 - c. Vigilar y registrar la dirección del viento, tomar notas y hacer diagramas de la zona potencial de impacto de la caída de cenizas y partículas. No entrar en esa zona de caída hasta que se haya apagado el fuego.
 - d. Tomar las muestras en relación con los objetivos. Recoger las muestras basales antes de otras muestras para evitar la contaminación cruzada.
 - e. Recoger las muestras desde las zonas menos contaminadas hasta las más contaminadas, es decir, S1, S2, S3, S4, S5, S6.
 - f. Asegurar la descontaminación de todas las personas que salen de la zona.



- 

Tomar muestras utilizando hisopos de algodón de 10 cm x 10 cm, con hexano si se trata de productos químicos orgánicos, o con ácido nítrico diluido si se trata de metales.
- 

Tomar muestras compuesta de suelo utilizando cucharas de acero inoxidable
- 

Quizás haya que colocar tomadores de muestras de caída de polvo para medir inmediatamente las partículas caídas o que vuelven a dispersarse por el viento (viento) y por la circulación de vehículos.
Ver **SECCIÓN 8** sobre el muestreo de caída de polvo

Calcular la zona de impacto de la ceniza y de caída de partículas

Recoger muestras basales de áreas no contaminadas

Muestras de hisopos

4. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
5. Presentar todas las muestras para su análisis. Las características de estos análisis dependerán del tipo de residuos y de los contaminantes que puede haber producido el fuego. Para más información sobre metales pesados ver **SECCIÓN 2.9.2.5**. Para productos más información sobre productos orgánicos clorados, tales como bifenilos policlorados y pesticidas (que pueden formar dioxinas y furanos), ver **SECCIÓN 2.9.3.10**
6. Recoger los datos sobre la muestra, plotear cuadros o gráficos de las concentraciones en relación con la distancia desde la fuente.
7. Redactar órdenes de limpieza teniendo en cuenta, si procede, a las autoridades legislativas locales.
8. Trabajar con las autoridades sanitarias locales en caso de existir repercusiones sobre la salud humana.
9. Interrogar al transportador, al ingeniero de la fábrica o al capataz sobre el funcionamiento de fábrica, el manejo de residuos, los envíos, etc.
10. Obtener copias de los registros del transportador y de los de funcionamiento de la fábrica si es posible.
11. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**

AIRE 3: RESIDUOS (MÉDICOS) PELIGROSOS DESECHADOS O INCINERADOS ILEGALMENTE

Los residuos médicos pueden ser almacenados, desechados o incinerados ilegalmente en grandes cantidades, como por ejemplo en un depósito, o en pequeñas cantidades, por ejemplo descargándolos en vertederos, o desechándolos o enterrándolos en granjas o en zonas rurales. Esto puede contaminar casas, tierras, aguas y cultivos y envenenar a humanos, plantas, animales y vida acuática.

Los residuos pueden contener:

- tejidos infecciosos humanos o animales, vendajes contaminados con sangre, cultivos bacterianos y virales patógenos (infecciosos);
- instrumentos afilados como jeringas, bisturís;
- metales pesados como arsénico, cromo, cadmio, plomo o mercurio;
- líquidos orgánicos tóxicos, como formaldehído, solventes, ácidos (Nota: el ácido pícrico es particularmente peligroso) o bases, película para rayos X o soluciones fijadoras de plata;
- productos para quimioterapia y equipos de rayos X que pueden contener o no materiales radioactivos, desechos o medicinas caducadas, pesticidas o funguicidas;
- equipamiento que contiene lámparas de sodio de alta presión y de vapor de mercurio, o pilas;
- pinturas y productos de limpieza y diversos productos químicos de laboratorio.

ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

En la medida de lo posible, mantener a personas y animales alejados de las zonas afectadas por residuos médicos. Garantizar que el sitio sea seguro y que el fuego, si ha habido alguno, se ha apagado antes de entrar al sitio y de recoger las muestras.

- Si es posible, determinar la fuente de los residuos e identificar los peligros que representa.
- Determinar la amplitud de la contaminación y los riesgos sanitarios.
- Definir un plan de toma de muestras con objetivos para minimizar los riesgos sanitarios y reducir el riesgo de propagación de la contaminación de la fuente a la zona circundante.
- Definir un plan de toma de muestras según el cual se recoja al menos una muestra basal, una muestra de la fuente y una muestra del medio receptor, y recoger todas las pruebas disponibles que permitan definir el tipo de residuos y a quien corresponde la responsabilidad.
- Se conocieron dos casos de disposición de residuos biológicos y no se toman muestra, sino se registra fotográficamente y por la empresa que se tenga contrato, se recoge el total de residuo, para su posterior incineración.

Seguridad: Según la escala, el tamaño o el tipo de residuos médicos, se ajustarán en consecuencia las medidas de seguridad. El agente de la autoridad medioambiental, en cooperación con el equipo de gestión de materiales peligrosos (HAZMAT) encargado de la situación, deberá establecer los siguientes criterios mínimos:

1. Asegurar el sitio con barreras o cintas de señalización.
2. Establecer una zona segura de entrada y salida basándose en los riesgos. Si ha habido fuego, tener en cuenta el impacto del agua utilizada para apagarlo y del humo. Ver **AIRE 2** sobre los asuntos relacionados con el fuego.

EQUIPAMIENTO BÁSICO NECESARIO

- Anteojos de seguridad
- Guantes, ropa y botas de protección
- Cuaderno
- Cuchara
- Tubos para muestras
- Recipientes de plástico duro grandes, de boca amplia, que se puedan sellar, tal como un balde plástico nuevo de pintura
- Tubos Dräger (para muestras de aire)
- Equipamiento para recogida de muestras mediante hisopos
- Heladera portátil
- Cámara Receptor de GPS portátil
- Botellas apropiadas, conservantes para muestras de metales o de productos orgánicos

Ver **SECCIÓN 2.6**

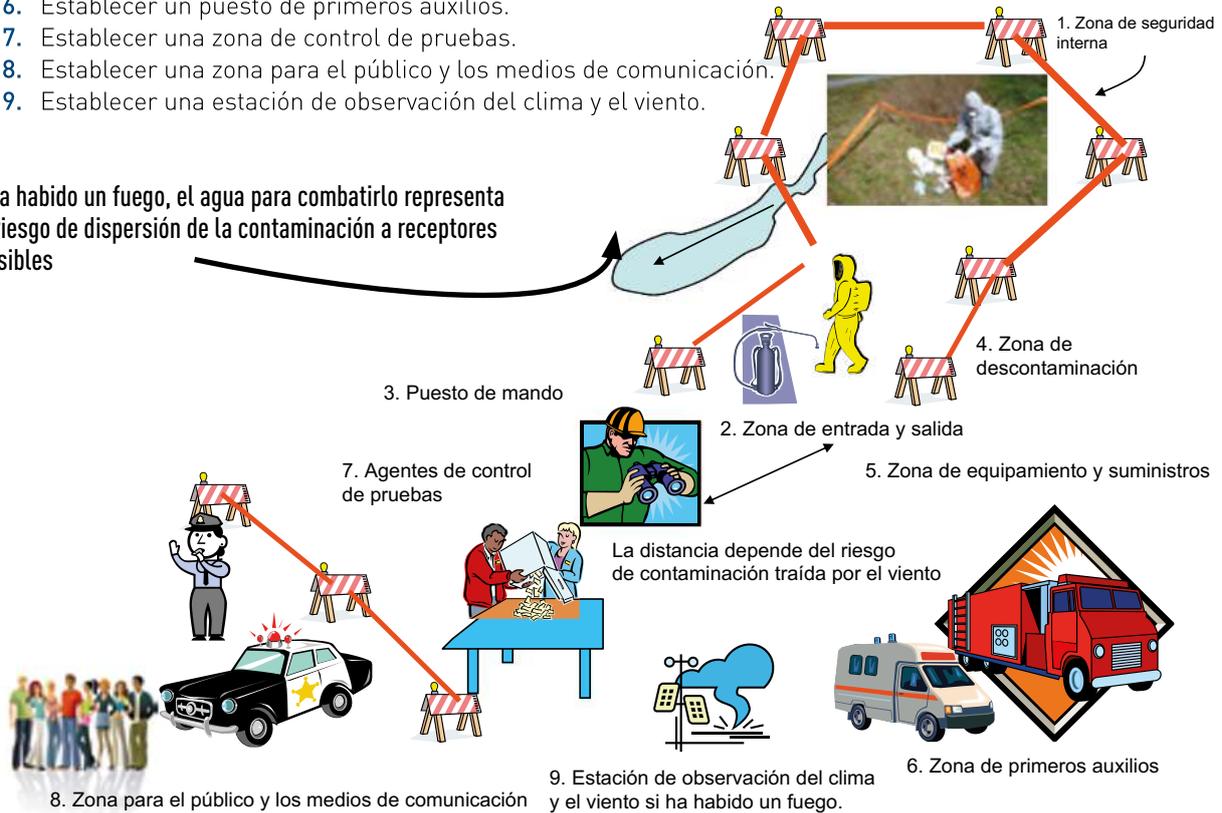


Señalar la posible exposición del público o los animales. En este caso un camino público cercano al sitio de vertido.

(Cortesía del DOE de Canadá)

- Si se trata de un problema importante, que pone en peligro la seguridad pública, pueden ser necesarios los pasos siguientes:
 1. Asegurar el área con barreras, carteles de advertencia o cintas de señalización peligro.
 2. Establecer una zona segura de entrada y salida. Si se trata de un problema importante, que pone en peligro la seguridad pública, pueden ser necesarios los pasos siguientes:
 3. Establecer un puesto de mando (que, según el tamaño del sitio, puede variar desde un solo vehículo hasta una unidad de intervención a gran escala).
 4. Establecer una zona de descontaminación.
 5. Establecer una zona de equipamiento y suministros.
 6. Establecer un puesto de primeros auxilios.
 7. Establecer una zona de control de pruebas.
 8. Establecer una zona para el público y los medios de comunicación.
 9. Establecer una estación de observación del clima y el viento.

Si ha habido un fuego, el agua para combatirlo representa un riesgo de dispersión de la contaminación a receptores sensibles



1. Dentro de la zona altamente contaminada: toma de muestras de líquidos y sólidos
 - a. **No entrar en la zona contaminada a menos de estar formado y equipado para hacerlo. Prestar una atención particular a las jeringas e instrumentos afilados que pueden perforar las botas de seguridad, los guantes y los trajes de protección.**
 - b. Si no se ha recibido formación para entrar en sitios peligrosos, contactar al equipo de respuesta a materiales peligrosos del departamento de bomberos, o la agencia del gobierno con personal formado para entrar en sitios peligrosos.
 - c. Utilizar prismáticos u otros medios para determinar el tipo de residuos mediante el examen de las etiquetas o marcaciones de los contenedores.
 - d. Establecer un plan de toma de muestras. Ver **RESIDUOS PELIGROSOS 1**
 - e. Dar instrucciones para la toma de muestras basadas en el tipo de muestras y los recipientes a la persona que entre al sitio con residuos peligrosos. Es probable que no haya muestras basales dentro de la zona altamente contaminada .

S1 - - Recoger etiquetas del material de oficina, frascos de medicamentos y direcciones de envío en sobres o tarjetas médicas para determinar la fuente de los desechos.

S2 - Utilizar pinzas grandes de acero inoxidable para recoger muestras de residuos biológicos, jeringas o instrumentos afilados. Almacenar en recipientes de plástico transparente resistentes a las perforaciones o en baldes de plástico de boca amplia que puedan sellarse, o tomar fotografías para atestiguar su presencia.

S3 - Recoger muestras de equipamiento que contenga mercurio, como termómetros rotos, dilatadores esofágicos, sondas de Cantor, sondas de Miller-Abbot, sondas para alimentación asistida y amalgamas dentales, o tomar fotografías para atestiguar su presencia.

S4 - Recoger muestras de productos químicos vertidos (metales pesados, líquidos orgánicos, ácidos, bases) -Para más información sobre los tipos de recipientes, ver **SECCIÓN 2.9** , o tomar fotografías de las etiquetas de los recipientes para atestiguar su presencia.

S5 - Recoger muestras de vendajes, tejidos o cultivos bacterianos siguiendo un protocolo sobre recogida de muestras en condiciones estériles y almacenarlas de acuerdo con los criterios de la **SECCIÓN 2.9** sobre los tipos de recipientes y la conservación o el congelamiento, o tomar fotografías de las etiquetas de los recipientes para atestiguar su presencia.

S6 - Recoger muestras de suelos dentro de la zona altamente contaminada para analizar para verificar si hay metales o solventes.

S7 - Recoger muestras del agua utilizada para combatir el fuego vertida o estancada. Analizar para verificar si hay metales, solventes o bacterias o virus patógenos (infecciosos) .Ver **SECCIÓN 2.9** para información sobre los recipientes y el protocolo.

S8 - Si ha habido fuego, recoger muestras de ceniza y de las partículas depositadas para determinar si hay metales o productos orgánicos clorados. Para más información sobre el fuego ver **AIR 2**. Ver **SECCIÓN 7.1** para más información sobre la toma de muestras con hisopos y **SECCIÓN 2.9** para más detalles sobre recipientes y conservación.



Utilizar pinzas grandes de acero inoxidable para recoger muestras de residuos biológicos, jeringas o instrumentos afilados. Almacenar en recipiente de plástico transparente resistentes a las perforaciones o en baldes de plástico de boca amplia que puedan sellarse, o tomar fotografías para atestiguar su presencia.

(Cortesía del DOE de Canada)

2. Fuera de la zona altamente contaminada: toma de muestras de líquidos y sólidos. Dar instrucciones para la toma de muestras basadas en el tipo de muestras y recipientes a la persona que entre al sitio con residuos peligrosos.

S9 - Recoger muestras basales de agua superficial de áreas de referencia no contaminadas para analizarlas en función del tipo de materiales encontrados o que se sospecha que existen dentro de la zona de alta contaminación. Fotografiar los frascos de vidrio claro sobre un fondo blanco para mostrar la diferencia entre las muestras de los sitios de referencia y los sitios contaminados. En el caso de los productos químicos orgánicos utilizar frascos de vidrio de color ámbar para las muestras que se van a analizar y de vidrio claro para las muestras destinadas a señalar las diferencias visuales. Ver **SECCIÓN 2.9**

S10 - Recoger muestras de suelo de áreas de referencia no contaminadas para analizarlas en función del tipo de materiales encontrados o que se sospecha que existen dentro de la zona altamente contaminada (metales, productos orgánicos clorados). Quitar las piedras grandes con pinzas de acero inoxidable para dejar un sedimento o suelo uniforme y fino para el análisis. Ver **SECCIÓN 2.9**

S11 - Si se sospecha que hay contaminación de agua subterránea, recoger muestras de áreas de referencia no contaminadas y de zonas contaminadas para analizarlas en función del tipo de materiales encontrados o que se sospecha que existen dentro de la zona de alta contaminación, como metales o productos orgánicos clorados. Ver **AGUA 7** y **SECCIÓN 6.7**

Nota: Si se sabe o se sospecha que existen materiales o equipos radiactivos, o medicinas que se utilizan para la quimioterapia, contáctese con la agencia nacional responsable por el control de sustancias radioactivas. Mantener una distancia segura y no manipular el material o los equipos. Siga todas las instrucciones facilitadas por el experto en manejo de materiales radioactivos.

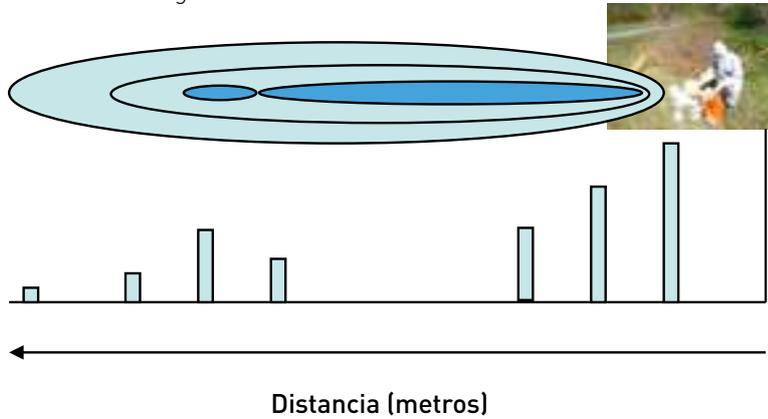


Quitar las piedras excesivamente grandes de las muestras de suelo o sedimento.

(Cortesía del DOE de Canada)

3. Identificación de la fuente de los desechos médicos.
 - a. Si se han encontrado documentos identificadores entre los desechos, contactar al establecimiento fuente para determinar quién es su contratista para la recogida de los desechos y obtener copias del contrato, las facturas y los conocimientos de embarque.
 - b. Si no se encuentran documentos de identificación entre los desechos, contactar con los posibles establecimientos fuente locales (hospitales, clínicas, consultas médicas, clínicas dentales) para determinar sus contratistas para la recogida de desechos y obtener copias de los contratos, las facturas y los conocimientos de embarque.
 - c. Si no se encontraron documentos identificadores, consultar con los abastecedores locales de equipamientos médicos o de equipos destinados a laboratorios médicos químicos y biológicos.
 - d. Entrevistar a los testigos, averiguar si hay descripciones de vehículos o números de matrículas.
 - e. Revisar archivos, determinar si hay informes de delitos similares y comparar detalles.
 - f. Fotografiar todos los objetos y etiquetas relevantes, recoger la documentación disponible y fotografiar la escena desde cuatro direcciones y desde un punto elevado.
4. Entrevistar a las personas responsables y a todos los testigos.
5. Presentar todas las muestras para analizarlas según el tipo de desechos y los contaminantes que pudo generar el fuego. Ver **AIRE 2 Y SECCIÓN 7.1** para más información sobre la toma de muestras de superficie mediante hisopos.

6. Si ha habido un fuego, recoger los datos sobre la muestra, plotear cuadros o gráficos de las concentraciones en relación con la distancia desde la fuente.
7. Redactar órdenes de limpieza teniendo en cuenta, si procede, a las autoridades legislativas locales.



(Cortesía del DOE de Canadá)

8. Trabajar con las autoridades sanitarias locales en caso de existir repercusiones sobre la salud humana.
10. Obtener copias de los registros del transportador y de los de funcionamiento de la fábrica si es posible.
11. Redactar un informe y presentarlo al fiscal o al juez. Ver **AGUA 1**



2

PLANIFICACIÓN EN RELACIÓN CON LAS MUESTRAS Y DOCUMENTACIÓN



WM KK
LEGALS
LEGALS

Planificación en relación con las muestras y documentación

La planificación cuidadosa es importante para asegurar que las muestras tomadas y los datos o la información recogidos lleven a una acción penal fructífera. El objetivo de cualquier programa de toma de muestras es conseguir un conjunto de muestras que sean representativas de la fuente que se está investigando y que puedan ser analizadas con el fin de identificar la zona del delito.

Cuando se planifica la toma de muestras puede haber más de un objetivo: el principal puede ser una respuesta de emergencia a un vertido, mientras que el secundario puede ser la investigación judicial subsiguiente.

Se pueden lograr ambos objetivos mediante la preparación de un plan detallado de toma de muestras. Es importante investigar las fuentes de información existentes antes de comenzar a recoger muestras en el terreno, para asegurarse de que se entiendan los protocolos requeridos para la evaluación de la conformidad o para la investigación judicial. También se debe garantizar que se dispone de los recipientes necesarios y las herramientas indicadas, y que se han tomado las precauciones de seguridad necesarias.

La creación de un plan de toma de muestras bien documentado servirá de apoyo a las actividades que se realicen antes, durante y después de la actividad. Un enfoque sistemático demostrará a los tribunales la calidad del trabajo y la fiabilidad de la prueba, y ayudará asimismo a recordar detalles para informes realizados por expertos, para prestar testimonio ante una corte.

El "Plan de toma de muestras" escrito puede tener diversos formatos, y en la **TABLA 2.1** se ofrece un formato lógico básico.

TABLA 2.1 Contenido típico de un plan de toma de muestras para investigaciones forenses sobre el medio ambiente		
TÍTULO	Título que describe el proyecto.	
FUENTES DE INFORMACIÓN	Resumen de la información general sobre el sitio.	Puede ser necesaria una inspección preliminar del sitio.
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	Descripción del tema y los propósitos de la investigación o la toma de muestras. Entre los objetivos típicos figuran la identificación del tipo de sustancias preocupantes y su concentración.	
ASUNTOS LEGALES	Descripción de los temas legislativos y de las infracciones potenciales. ¿Se trata de una toma de muestras rutinaria, o exigida por la justicia en el marco de una medida de aplicación de la ley?	Esta sección deberá indicar qué autoridad judicial es responsable de que se a cabo la inspección o investigación y qué herramientas jurídicas, tales como órdenes de registro y de investigación, son necesarias para ello.
ALCANCE	Extensión de la investigación y descripción de la zona de impacto real o supuesto. Descripción de cualquier información sobre la inspección preliminar.	

CONSULTAS	Puede incluir consultas con personal técnico, expertos en la toma de muestras, y especialmente con personal de los laboratorios analíticos.	
MATRIZ DE MUESTRAS	Descripción de los tipos de muestras que se deben recoger.	
MÉTODO DE TOMA DE MUESTRAS	Descripción del tipo de equipamiento necesario. Detalles sobre el número de sitios de toma de muestras y su ubicación, así como sobre los tipos de análisis necesarios en cada sitio. Suele mediar una hoja de cálculo en la que se describen los sitios en un orden lógico, generalmente en el sentido de la corriente.	Esto incluirá además la selección de un sitio de referencia y los requerimientos respecto a garantía y control de calidad (QA/QC).
PLAN Y CALENDARIO DETALLADO DE TOMA DE MUESTRAS	Detalles sobre el número de recipientes para muestras por sitio y las exigencias en materia de conservantes y transporte. Se pueden agregar como columnas adicionales a la hoja de cálculo del plan de toma de muestras para permitir calcular el total relativo al equipamiento, los conservantes y los requerimientos analíticos.	Esta sección deberá indicar qué autoridad judicial es responsable de que se a cabo la inspección o investigación y qué herramientas jurídicas, tales como órdenes de registro y de investigación, son necesarias para ello.
RECIPIENTES PARA MUESTRAS, CONSERVANTES, TIEMPOS DE CONSERVACIÓN	Identificar los laboratorios autorizados. Esta sección debe brindar detalles sobre asuntos logísticos, contratos, necesidades especiales y suministros que se deben obtener de los laboratorios.	
COORDINACIÓN CON LABORATORIOS	Identificar los laboratorios autorizados. Esta sección debe brindar detalles sobre asuntos logísticos, contratos, necesidades especiales y suministros que se deben obtener de los laboratorios.	
PLAN SANITARIO Y DE SEGURIDAD	Una vez definidos los detalles físicos del plan de toma de muestras, se pueden describir los riesgos, los peligros y las medidas para atenuarlos, y se puede conseguir el equipamiento y apoyo necesarios.	Será necesario elaborar una hoja de análisis de los riesgos asociados a las tareas. también se debe precisar cómo se manejará la comunicación.
CAPACITACIÓN	¿Alguno de los temas identificados en el plan requiere que el personal reciba formación o que se contrate a personal especialmente capacitado?	
SEGURIDAD	Se deben identificar ciertas situaciones que pueden requerir apoyo en materia de seguridad tanto para el sitio como para la protección de pruebas.	Es posible que se deba avisar a organismos de aplicación de la ley para garantizar la seguridad en el sitio.
ARREGLOS ADMINISTRATIVOS	Una vez identificados los puntos relacionados con los asuntos materiales, el personal de apoyo, la seguridad, el equipamiento y el transporte, se pueden determinar los detalles en términos de equipamiento, personal, presupuesto, y contratos.	

2.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

Si el tiempo lo permite, algunas de las fuentes de información que pueden utilizarse para recoger datos deben ser estudiadas antes de iniciar una inspección o investigación:

- registros de conformidad;
- otros registros existentes;
- regulaciones, directrices y códigos de práctica aplicables;
- métodos de referencia estándar y documentación científica;
- archivos de periódicos;
- otras agencias gubernamentales;
- archivos municipales;
- estudios hidrográficos;
- registros de comisiones portuarias;
- estudios anteriores;
- mapas y gráficos topográficos;
- circunstancias similares internas o en otras agencias;
- legislación sobre salud y seguridad.

Antes de tomar muestras, se debe revisar y entender la legislación local aplicable, en particular los reglamentos, los permisos, las órdenes provisionales, las guías, los códigos de prácticas y otros documentos jurídicos o reglamentarios. Algunos reglamentos y guías incluyen procedimientos específicos de toma de muestras o métodos de referencia estándar que hay que seguir.

2.2 CONSULTA – EXPERTOS LEGALES, TÉCNICOS Y DE LABORATORIOS

Uno de los aspectos más importantes del proceso de planeamiento es la participación conjunta de quienes utilizan los datos: los que toman las muestras, los analistas de laboratorio y el equipo jurídico. Cada grupo debe implicarse en el proceso desde el principio, ya que cada uno tiene un rol clave en cuanto a la definición de las exigencias en materia de calidad y legalidad de los datos.

El equipo jurídico debe entender el alcance técnico del caso y puede aconsejar sobre el tipo de pruebas necesarias y prestar asistencia con los documentos jurídicos y órdenes de registro y de inspección. Los expertos técnicos deben ser informados sobre las condiciones del sitio y sobre los objetivos jurídicos, y a continuación deben brindar asesoramiento sobre las técnicas de toma de muestras, los procesos industriales, o las limitaciones ambientales materiales y la manera de superarlas.

Los analistas de laboratorio deben entender los objetivos finales y las metas de la toma de muestras y los análisis.

Entender los principios de los métodos analíticos también es importante en el proceso de planificación, ya que los métodos utilizados pueden influir mucho en los protocolos de toma de muestras.

Por ejemplo, la sensibilidad a la contaminación y el tipo de método analítico, los límites de detección fijados y otras consideraciones similares pueden influir directamente en el método de toma de muestras, y el volumen y tipo de muestras que se debe recoger. Los métodos analíticos también afectan a la elección de recipientes para el almacenamiento de las muestras y a las técnicas de conservación que se utilizarán.

Durante la fase de planificación hay que realizar consultas para poder tomar una decisión esencial sobre la toma de muestras, y documentarla: hay que decidir si el protocolo debe comprender la toma de muestras para el control de calidad. ¿Cuántas muestras, y de qué tipo, hay que recoger con miras al control de calidad? La respuesta dependerá de la sensibilidad de la prueba en cuestión, las condiciones de desplazamiento para efectuar la toma de muestras (por ejemplo, cuán separados están los sitios de recogida de muestras), y las exigencias del laboratorio.

2.3 EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL SITIO

Si se puede realizar una visita preliminar al sitio se podrá entender mejor los requerimientos de toma de muestras. El reconocimiento del sitio puede ayudar a explicar los problemas y detalles técnicos al personal jurídico, a los expertos técnicos y al personal de laboratorio. Ayudará asimismo a determinar el equipamiento necesario, las consideraciones respecto a la seguridad y los peligros que se deben tener en cuenta para la planificación, y el enfoque técnico que se seguirá para la toma de muestras en el sitio.



FIGURA 2.1:
Evaluación preliminar de un sitio en el que se sospecha que se han enterrado residuos peligrosos en una zona agrícola. Se revisan los planos del sitio y se registran las coordenadas GPS de los posibles sitios en los que habrá que realizar sondeos exploratorios o muestreos. (Cortesía del Corpo Forestale dello Stato de Italia)

Trás leer este manual, usted debería estar capacitado para responder a las preguntas sobre cada una de las tres etapas:

2.3.1 PREPARACIÓN DE LA TOMA DE MUESTRAS

- ¿Conoce los reglamentos aplicables y las necesidades que se presentan?
- ¿A dónde se dirige?
- ¿Cuenta con informaciones generales sobre el sitio o las instalaciones que va a visitar?
- ¿Necesita ayuda o una orden de registro para realizar su trabajo?
- ¿Cuenta con todo el equipo de seguridad y la información que necesita?
- ¿Tiene experiencia en todas las técnicas requeridas?
- ¿Cuenta con un plan de toma de muestras y es posible determinar con antelación los sitios de toma de muestras?
- ¿Cuáles son los analitos para los que recogerá muestras?
- ¿Conoce el tamaño necesario de las muestras?
- ¿Ha consultado con el laboratorio?
- ¿Cuáles son las exigencias relativas a la calidad en lo que se refiere a los objetivos de calidad de los datos, así como a la garantía y el control de calidad?
- ¿Cuáles son los métodos de conservación para estos tipos de muestra?
- ¿Cuánto tiempo se pueden conservar las muestras antes de ser analizadas?
- ¿Qué recipientes y equipos de toma de muestras serán necesarios?
- ¿Cuántos sitios serán muestreados, y cuenta con muestras testigo para la garantía de calidad de cada sitio (testigos para el transporte, el terreno y el equipamiento)?
- ¿Cuenta con kits completos y tiras para la categorización de productos químicos?
- Si se trata de una muestra de carácter judicial, ¿cuenta usted con los formularios de la cadena de custodia, una caja de herramientas con cerradura, precintos numerados, bolsas de plástico y una heladera portátil que se pueda cerrar con llave?
- ¿Ha probado su material antes de ir al campo?
- ¿Puede limpiar el equipamiento en el campo?
- ¿Ha controlado la fecha de vencimiento de los kits, recipientes, material, etc.?
- ¿Ha incluido toda la información relevante en la documentación sobre el plan de toma de muestras?
- ¿Depende el procedimiento de toma de muestras del tiempo que haga o de otros factores climáticos?
- ¿Depende la toma de muestras de la hora o de las mareas?
- ¿Puede usted geolocalizar los sitios de toma de muestras?

2.3.2 TOMA DE MUESTRAS

- ¿Qué método de toma de muestras utilizará para recoger muestras físicas, químicas, biológicas o de aire?
- ¿Es necesario cambiar o incrementar el número de muestras? ¿Hay que notificar al laboratorio de estos cambios o incrementos?
- ¿Qué enfoque utilizará para la toma de muestras (según su propio juicio, de manera sistemática o al azar)?
- ¿Ha documentado su enfoque para la toma de muestras y cuáles son los protocolos que utilizará?
- ¿Dispone de los conservantes correctos?
- ¿Cuenta con los recipientes, tapas, y precintos adecuados (que no contaminarán la muestra)?
- ¿Cuenta con el equipo individual de protección apropiado y con cualquier otro equipo de seguridad adecuado?
- ¿Ha calibrado su material según las especificaciones del fabricante?

- ¿Cuenta con pilas de repuesto?
- ¿Funciona correctamente su cámara fotográfica o de vídeo?
- ¿Ha realizado un control de calidad con las muestras testigo para el transporte, el terreno y el equipamiento?
- ¿Ha etiquetado y sellado todas las muestras?
- ¿Ha fotografiado el lugar de la toma de muestras?
- ¿Ha anotado todas las observaciones relevantes y la información sobre las etiquetas en el cuaderno?



FIGURA 2.2:
Transferir la custodia de las muestras directamente de un agente de campo al analista reduce la posibilidad de error y el número de testigos que podrían citarse para testimoniar. (Cortesía del DOE de Canadá)

2.3.3 ENTREGA DE LAS MUESTRAS

- ¿Ha contactado con el laboratorio para avisarles de lo que van a recibir o para confirmar la recepción de las muestras?
- ¿Conoce el nombre de la persona que firmará al recibir las muestras en el laboratorio? ¿Figura su nombre como destinatario en la información sobre el envío?
- ¿Dispone de todo el material de embalaje, los bloques de gel refrigerante y las heladeras que necesita para el envío?
- ¿Ha completado todos los formularios?
- ¿Los recipientes están sellados y etiquetados correctamente?
- Si se trata de muestras con fines jurídicos, ¿ha completado el formulario de cadena de custodia?
- Si se trata de muestras con fines jurídicos, ¿ha sellado correctamente la muestra, las cajas de herramientas y las heladeras?
- Si está enviando muestras por un servicio de correo, ¿se ha quedado con una copia de los documentos de expedición?
- ¿Las muestras serán entregadas al laboratorio a tiempo para analizarlas teniendo en cuenta los tiempos de conservación del analito en cuestión?

2.4 ESTRATEGIA PARA LA TOMA DE MUESTRAS JUDICIALES Y SELECCIÓN DEL LUGAR DE LA TOMA DE MUESTRAS

La estrategia legal y la selección de los sitios para la toma de muestras es uno de los pasos más críticos de cualquier planificación de observación o vigilancia ambiental. El desarrollo de una estrategia de toma de muestras representativa dependerá de los objetivos legales y del analito en cuestión. Deben conocerse las condiciones del sitio antes de comenzar a recoger muestras. Cuando sea posible, se debe inspeccionar físicamente el sitio antes de tomar cualquier muestra, o investigar la información disponible, como los registros o informes previos. Hay que consultar a otras personas que puedan conocer el sitio. En algunos casos, pueden ser útiles los reconocimientos aéreos o las imágenes satelitales, como las de Google Earth, para ayudar a determinar los sitios de muestras.



FIGURA 2.3:
El reconocimiento aéreo o las imágenes satelitales pueden ser utilizadas para determinar los sitios de muestra y dar una perspectiva de la zona de impacto. (Cortesía de Brasil-Policía Federal)

- ¿Las exigencias reglamentarias son un factor a tener en cuenta?
- ¿Cuáles son las matrices de la toma de muestras (productos químicos, suelo, agua, aire, desechos, etc.)?
- ¿La sustancia se mezcla con el agua, flota o se hunde?
- ¿La sustancia se ha dispersado por el aire o por corrientes de agua?
- ¿Qué volumen de muestra se necesita?
- ¿Hay que recoger una muestra puntual o una muestra compuesta?
- ¿Hay que utilizar un tomador de muestras automático o hay que recogerlas manualmente?
- ¿A qué profundidad o a qué elevación se recogerán las muestras?
- ¿El acceso plantea problemas?
- ¿Será fácil tomar nuevas muestras si es necesario?
- ¿Se puede encontrar nuevamente el sitio?

La selección de un método de toma de muestras dependerá del tamaño del sitio que se estudia y del grado deseado de certeza y precisión estadística. Muchas veces los puntos de toma de muestras se predeterminan para permitir un seguimiento rutinario de la conformidad. En casos de vertidos o de estudios especializados, la ubicación de los lugares elegidos para tomar las muestras debe elegirse en función de los objetivos del programa de toma de muestras.

En el caso de un vertido, el objetivo principal puede ser recoger suficiente material para su identificación en el laboratorio y para establecer un vínculo entre el material vertido y la supuesta fuente, mientras que un objetivo secundario puede ser la evaluación del posible impacto en los organismos acuáticos o en la zona afectada para evaluar las sanciones jurídicas y económicas que se aplicarán.

Hay que asegurarse de que los objetivos de la toma de muestras coinciden con la estrategia de selección de los puntos de toma de muestras, por ejemplo:

OBJETIVO DE LA TOMA DE MUESTRAS:

Encontrar las fuentes desconocidas de una contaminación conocida.

ESTRATEGIA:

Establecer una cuadrícula de líneas paralelas equidistantes o líneas cruzadas y tomar muestras a intervalos regulares, tomando siempre las muestras en los ejes o en los puntos centrales de los segmentos de la cuadrícula. Si el área es grande, comenzar realizando primero una cuadrícula a gran escala y, una vez que se haya identificado la zona problemática, realizar una cuadrícula más pequeña.

OBJETIVO DE LA TOMA DE MUESTRAS:

Determinar la extensión de la contaminación vertida desde un desagüe industrial a un río.

ESTRATEGIA:

Presumir que la concentración del contaminante decrecerá al aumentar la distancia a la fuente; considerar también los factores que afectan a la dispersión de materiales desde la fuente (por ejemplo, la corriente). Seleccionar estaciones de toma de muestras a distancias fijas corriente abajo, siguiendo una progresión geométrica (por ejemplo, distancia = x , $2x$, $4x$, $8x$)

OBJETIVO DE LA TOMA DE MUESTRAS:

Determinar la contaminación procedente de un barco hundido.

ESTRATEGIA:

Ubicar las estaciones de toma de muestras en círculos concéntricos, a distancias fijas y según ángulos específicos (por ejemplo, 45° o 90°)

2.4.1 SELECCIÓN DE UN PUNTO DE REFERENCIA

Los puntos de referencia se utilizan para determinar si el analito en cuestión está presente en las muestras de prueba del sitio afectado pero ausentes en la muestra de referencia. Estas muestras de referencia deben tomarse aguas arriba o en contra del viento respecto a una fuente puntual, un vertido o un sitio de eliminación de desechos. Los puntos de muestra en los sitios de referencia deben elegirse para evitar la posible contaminación. Generalmente hay dos tipos de sitios de referencia:

LOS SITIOS DE REFERENCIA LOCALES están cercanos al lugar de la toma de muestras, generalmente lo suficientemente lejos corriente arriba o en contra del viento respecto a la fuente de la contaminación como para no haber sido afectados por el incidente. Este tipo de sitios es el preferido, ya que probablemente tiene características físicas similares al sitio afectado.

LOS SITIOS DE REFERENCIA EN LA ZONA son pueblos, caminos, áreas industrializadas, comerciales o rurales o cuencas fluviales que tienen características físicas y climáticas similares a las del sitio afectado y se encuentran en su mismo sector. Estos sitios se utilizan cuando no se dispone de sitios de referencia locales.

PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar sitios de características físicas y climáticas semejantes a las del área afectada, salvo por la fuente de contaminación.
2. Tomar siempre primero las muestras en los sitios de referencia locales, si es posible, antes de muestrear los efluentes o los sitios de vertido para evitar cualquier contaminación.
3. Minimizar los desplazamientos entre el lugar de referencia y el lugar donde se toman las muestras para evitar la contaminación.

2.4.2 SELECCIÓN DE UN SITIO EN LA ZONA AFECTADA 

La evaluación de la zona afectada depende de la autoridad legislativa competente. Si el único objetivo es probar que no se ha respetado un criterio o una norma en el punto de descarga, la recogida de muestras y de pruebas solo podrá realizarse en la fuente, o muy cerca de ella. La toma de muestra o recolección de una muestra en una fuente de contaminación puede brindar información o pruebas sobre la existencia de un delito, pero es poco probable que informe sobre el alcance o la extensión del daño relacionado con el incidente.

Algunas autoridades toman en cuenta la extensión del daño cuando evalúan las posibles acciones ejecutivas y sanciones que se aplicarán. El alcance del daño es importante para decidir las sanciones aplicables al delito y es muy útil para que el cuerpo judicial pueda entender “quién es la víctima del delito”. No solamente se debe determinar si “es perjudicial” mediante la toma de muestras en la fuente, sino que también se debe determinar “cuán perjudicial es” mediante la toma de muestras a distancias mayores, con objeto de estimar o determinar cuánto ha afectado al medio ambiente y al interés público, especialmente si la contaminación produce daños económicos.

Por esta razón, en el plan de toma de muestras hay que fijar la “zona afectada” real o estimada. Por lo general es necesario tomar una serie de muestras, empezando por los límites externos de dicha zona afectada y acercándose sucesivamente a la fuente. El cálculo de la extensión de la zona afectada ayudará a estimar la estrategia de toma de muestras y el número de muestras que deben recogerse. El tamaño y la complejidad de la actividad brindarán una base para estimar el costo de la toma de muestras, los análisis y los recursos necesarios de tiempo y personal.

En los **ESCENARIOS** se presentan ilustraciones de la evaluación de la zona afectada.

2.4.3 ESTRATEGIA DE TOMA DE MUESTRAS POR JUICIO PERSONAL, SISTEMÁTICA O ALEATORIA

Existen tres formas principales de abordar la toma de muestras: según el juicio personal, de modo sistemático (o estratificado) y aleatoriamente. Puede ser útil combinar dos de estas tres formas.

2.4.3.1 Juicio personal

La toma de muestras por juicio personal suele ser la forma seguida para recoger muestras legales y cuando se trata de una respuesta a emergencias; por lo general se implementa de manera urgente, para permitir una evaluación rápida del sitio. Normalmente el número de muestras es pequeño y por lo tanto los costos analíticos son menores.

Para poder determinar las ubicaciones que brindarán las muestras más representativas es necesario conocer la distribución de los parámetros en cuestión. Este conocimiento se adquiere mediante observaciones personales o entrevistando a testigos del evento. La validez dependerá de la precisión de este conocimiento. Dado que la validez de la toma de muestras por juicio personal puede ser cuestionada en un tribunal, los inspectores deben documentar siempre las razones por las cuales eligen un lugar particular para muestrear. Este tipo de toma de muestras dependerá del conocimiento del comportamiento de un contaminante en una situación determinada.

Por ejemplo: Si se vierte agua fría contaminada en agua caliente el contaminante se hunde. Por este motivo, la muestra debe recogerse en el fondo de la columna de agua y no en la superficie.

Las mediciones sobre el terreno, tales como el pH, la conductividad o la temperatura, también pueden utilizarse con el fin de elegir el sitio más apropiado para la toma de muestras.

2.4.3.2 Toma de muestras sistemática

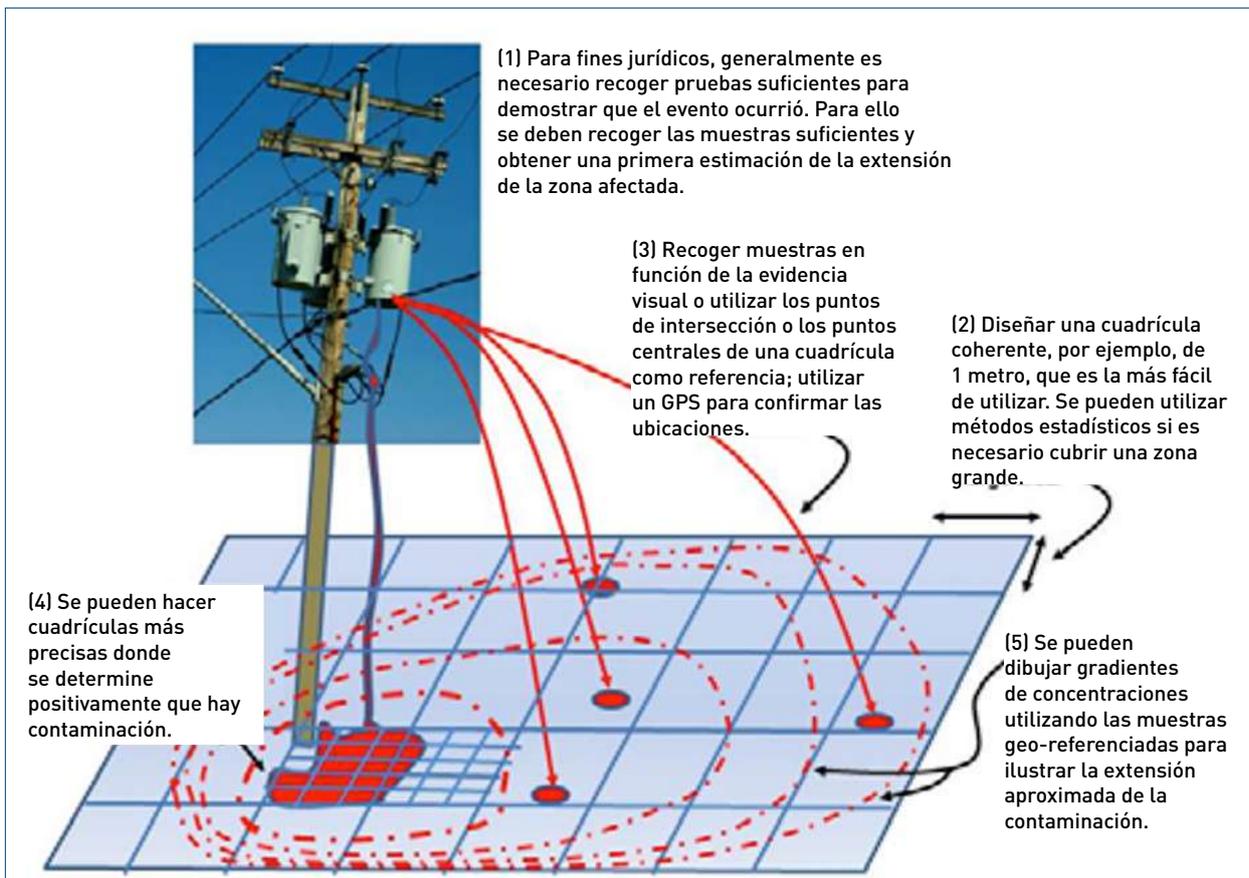
La toma de muestras sistemática es relativamente fácil, pero organizarla puede exigir más tiempo y ser más costosa debido al mayor número de muestras que se deben analizar. Consiste en tomar muestras a distancias o intervalos regulares, siguiendo un esquema cuadrículado horizontal o vertical. El tamaño del cuadrículado dependerá de los hechos y del grado de caracterización del lugar. En la mayoría de las investigaciones judiciales, se utiliza una cuadrícula de mayor tamaño con el fin de obtener estimaciones de orden de magnitud. Para operaciones de limpieza, la cuadrícula será más pequeña con el fin de lograr la certeza estadística de que se ha limpiado la contaminación.

Por ejemplo: En una toma de muestras horizontal del vertido de productos químicos de un camión, la cuadrícula puede ser de 1 m x 1 m o menos, mientras que para un vertido desde un desagüe pueden necesitarse muestras de crustáceos tomadas a intervalos de 1 km a lo largo de una costa. En las tomas de muestras verticales se recogen muestras de la columna de agua a profundidades secuenciales, en función del conocimiento de los modelos actuales.

Se pueden recoger muestras sistemáticas a intervalos regulares de tiempo para el análisis geoestadístico de datos, o para elaborar mapas del sitio en los que se indique la ubicación del analito y las zonas o líneas de concentraciones similares.

Los lugares se eligen dentro y fuera de la zona afectada, siguiendo el curso conocido o sospechado del contaminante. Se toman muestras varias veces en los mismos sitios durante un periodo de tiempo determinado. Los cambios de concentraciones en cada sitio pueden utilizarse para mapear la ubicación de los contaminantes en el pasado y el presente, así como para predecir dónde estarán en el futuro. Ver **AGUA 7** para los mapas de plumas de agua subterránea.

2.4.3.3 Toma de muestras aleatoria



La toma de muestras aleatoria se basa en la teoría del azar para la selección de muestras representativas. Este método es útil cuando se cuenta con numerosos sitios donde se puede recoger muestras, pero no hay razones particulares para elegir uno u otro, o si el presupuesto para los gastos de análisis es bajo. Este método está sujeto a mayores incertidumbres.

Por ejemplo: Cuando se toman muestras en un vertedero donde se encuentran muchos barriles, separarlos en grupos de acuerdo con su contenido, si se conoce. Tomar muestras de cada grupo al azar.

La toma de muestras aleatoria también se usa frecuentemente para tomar muestras en lagunas, estanques y otras aguas superficiales. En estos casos se divide el área preocupante en una cuadrícula bi o tridimensional, y los puntos en los que se tomarán muestras se eligen al azar. Se puede utilizar una tabla de números al azar, o algunas calculadoras pueden brindar generadores aleatorios de números. Habitualmente, para la investigación inicial de lugares contaminados, lo más fácil es tomar muestras según el juicio personal, o por cuadrículado.

FIGURA 2.4:
Ejemplo de muestreo por cuadrículado sistemático.
(Cortesía de Genesis Environmental Sciences Ltd.)

2.4.4 MUESTRAS RUTINARIAS Y DOCUMENTACIÓN

Generalmente no hay distinción entre los métodos utilizados para recoger muestras rutinarias y los utilizados para las muestras judiciales. Tanto unos como otros deben utilizar una técnica apropiada para la recolección de una muestra representativa de la situación. Por esta razón, se utiliza el mismo tipo de método, recipiente de muestra, conservante (si es necesario) y condiciones de transporte (por ejemplo 4° C en el recipiente de almacenamiento) para las muestras rutinarias y para las judiciales.

Cuando se trata de una muestra rutinaria, las exigencias en materia de documentación del caso y de manipulación de la muestra son menos rigurosas que cuando se trata de una muestra judicial. Sin embargo, se debe tomar la precaución de observar las siguientes buenas prácticas:

- Utilizar las etiquetas, los recipientes limpios e identificables y las tapas convenientes;
- Seguir los protocolos de toma de muestras y manipulación (conservación, tiempo de almacenamiento, transporte, etc.);
- Utilizar los procedimientos de garantía de calidad/control de calidad (muestras testigo, réplicas, etc.)
- Utilizar apuntes apropiados y formularios como documentación para demostrar la historia de las muestras.

2.4.5 MUESTRAS JUDICIALES Y DOCUMENTACIÓN DE LA CADENA DE CUSTODIA

La distinción entre las muestras judiciales y rutinarias reside en la capacidad de probar ante la justicia la cadena de custodia de una muestra, o sea, de asegurar la salvaguardia de la muestra para que nadie tenga la ocasión de falsificar o alterar de cualquier manera la muestra o los resultados. Para prevenir la alteración se precintan los recipientes y se guardan bajo llave en el lugar de su almacenamiento y en los contenedores o vehículos en los que son transportados, de manera que nadie, salvo la persona que en la documentación figura como encargado de la muestra, tenga acceso a ella.

La toma de muestras judiciales debe realizarse en los casos siguientes:

- Cando hay fuertes sospechas de que se está cometiendo o se ha cometido una infracción que puede implicar una medida de aplicación de la ley o una sanción;
- Vrtidos o accidentes medioambientales;
- Cando no se conocen los antecedentes de acatamiento de la ley;
- Cando es poco probable que se presente otra oportunidad para recoger una muestra, o los costos o los medios logísticos necesarios para ello son prohibitivamente altos.

Las muestras judiciales implican aproximadamente un 30 % más de esfuerzo para la cuidadosa manipulación y documentación de las muestras y las pruebas. Los laboratorios además necesitan procedimientos de seguridad adicionales y pueden cobrar hasta un 50 % más por la manipulación de muestras exigidas por la ley y para entregar informes jurídicos especiales.

2.4.6 EQUIPAMIENTO PARA MUESTRAS JUDICIALES

El equipamiento para recoger muestras medioambientales judiciales no es diferente del utilizado para la toma de muestras rutinaria. La toma de muestras judiciales requiere pasos adicionales para mantener la cadena de custodia con objeto de evitar acusaciones de manipulación de pruebas.

2.4.6.1 Recipientes para muestras rutinarias y judiciales

Los recipientes para muestras judiciales deben ser acordes al tipo de muestra recogida, y generalmente no son diferentes de los empleados para las muestras rutinarias. Los criterios básicos son que el recipiente sea compatible con el tipo de muestra y que pueda protegerla hasta que esta se pueda analizar.



FIGURA 2.5:
Los recipientes para las muestras deben seleccionarse en función del tipo de muestra.
(Cortesía del DOE (Ministerio de Energía) de Canadá)

En el comercio se pueden encontrar recipientes que cumplen las normas de limpieza de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Los frascos se limpian siguiendo los protocolos de la EPA para el parámetro o grupo de parámetros que se vayan a analizar. Por un costo adicional se puede conseguir un certificado de análisis para cada lote de frascos de muestras; los proveedores también conservan unidades representativas de cada lote por si se cuestiona la limpieza de los recipientes. Las etiquetas y los precintos suelen incluirse en el lote de los recipientes. Cuando se compran recipientes de muestras con "certificado de limpieza" deben ser guardados de tal manera que se mantengan limpios, y solamente deben abrirse en el momento mismo de recoger la muestra, y cerrarse inmediatamente después.

Hay que evitar, en la medida de lo posible, la utilización de recipientes (botellas, baldes, frascos) caseros o comprados en comercios que no son laboratorios, ya que probablemente agregarán contaminantes a la muestra. Cuando las circunstancias requieren la compra de tales productos, se debe comprar un recipiente adicional y sellarlo, para que se pueda realizar un control de calidad en un laboratorio con objeto de determinar si se han podido agregar contaminantes a la muestra. Si no se realiza ese control de calidad puede ponerse en peligro la totalidad de los resultados de la toma de muestras.

Generalmente, el laboratorio que realiza el análisis brindará los recipientes, o exigirá la utilización de determinados recipientes. Estas exigencias tendrán en cuenta:

- la resistencia de los recipientes;
- el medio en el que se presenta la muestra (líquido, sólido, gaseoso);
- la posible contaminación de la muestra;
- la compatibilidad con la muestra o su reactividad química;
- la posible degradación de la muestra por la luz, la oxidación, etc.



FIGURA 2.6: Los recipientes grandes para muestras deben ser nuevos y no presentar marcas, ya que las marcas innecesarias exigirán explicaciones ante un tribunal y pueden introducir un elemento de duda sobre si el recipiente ha sido debidamente limpiado antes de su uso o si se conocen todas las personas que manipularon la muestra. (Cortesía del DOE de Canadá)

Cuando se elige el recipiente hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones adicionales:

RECIPIENTE	USO
Vidrio	Análisis orgánico de muestras de materiales peligrosos, porque el vidrio es inerte ante casi todas las sustancias.
Vidrio color ámbar	Previene la fotodegradación (si no se dispone de vidrio ámbar, proteger la muestra de la luz envolviendo el recipiente transparente en papel de aluminio o envasarla inmediatamente en un recipiente opaco para su envío).
Plástico o teflón	Muestras de sustancias muy alcalinas, de ácido fluorhídrico y de mercurio.
Teflón o vidrio	Muestras y medios orgánicos.
Polietileno de alta densidad(hp)	Metales (excepto mercurio) presentes en la mayoría de las muestras y medios inorgánicos.
Vidrio, polietileno o polipropileno	Muestra para bioensayos.

Precaución: Los recipientes de plástico (polietileno, polipropileno, policarbonato, cloruro de polivinilo o polimetilpenteno) no deben ser utilizados para recoger muestras destinadas al análisis orgánico, tales como productos del petróleo, policlorobifenilos (PCB), pesticidas y conservantes de madera orgánicos clorados. Los plásticos desprenden ftalatos, que interfieren con el análisis.

TAPAS Y RECUBRIMIENTOS DE RECIPIENTES

Las tapas, los taponos o los recubrimientos inapropiados, por ejemplo los de papel o cartón, pueden causar graves problemas de contaminación. Deben estar recubiertas de teflón o de un material recubierto con teflón. En ciertos casos se pueden utilizar los recubrimientos de polietileno. Las tapas deben ser a rosca para ofrecer un sellado que impida cualquier fuga. A veces se utiliza aluminio tratado con calor para cubrir la boca de un recipiente antes de enroscar la tapa para evitar la contaminación procedente de un tapón de plástico, particularmente en el caso de las muestras de productos de petróleo. Ver **SECCIÓN 2.9.2** sobre los recipientes para muestras.

2.4.6.2 Etiquetas para muestras judiciales

Las etiquetas de las muestras exigidas por la ley pueden consistir en marcas grabadas en el recipiente utilizando un punzón de carburo o de diamante o escritas con un marcador permanente sobre el recipiente de la muestra, o en etiquetas autoadhesivas preparadas con números de serie y espacios para escribir la información pertinente. Lo importante de una etiqueta admitida por la ley es que permita identificar de manera única a la muestra. Debe ser lo más simple posible, ya que la información deberá ser transcrita al cuaderno de campo → los informes analíticos → los informes técnicos → y los informes para el fiscal. Por este motivo, presentando unas etiquetas simples, claras y únicas se reduce el riesgo de cometer errores de transcripción y los potenciales problemas de presentación de pruebas ante un tribunal.



FIGURA 2.7: Ejemplo de presentación de una etiqueta autoadhesiva con número único y con precintos de custodia. (Cortesía del DOE de Canadá)

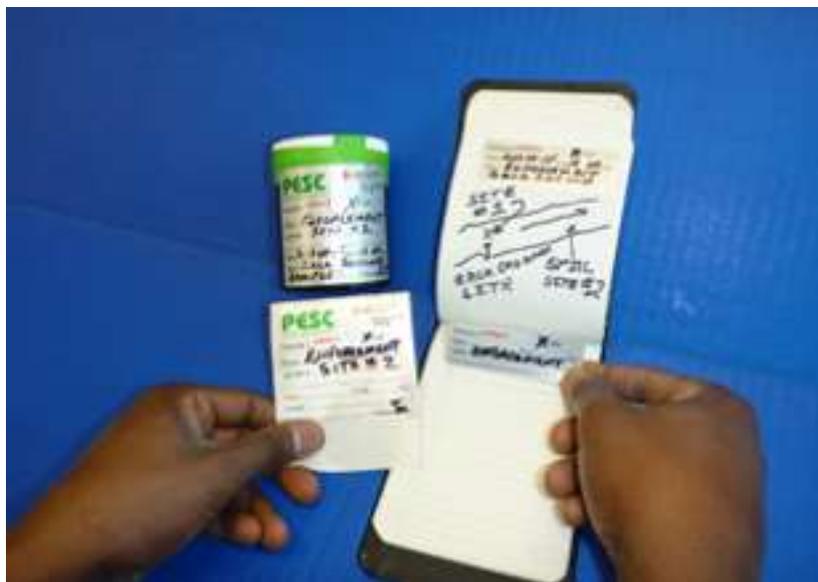


FIGURA 2.8: Las etiquetas para recipientes de muestras preparadas con antelación pueden dividirse para pegar una porción con el mismo número de serie directamente en el cuaderno de campo. (Cortesía del DOE de Canadá)

Cada muestra debe ser identificada y marcada con la siguiente información mínima:

Iniciales de quien toma la muestra)	J. D.
Fecha (año/mes/día)	2012-10-05
Hora (formato 24 horas)	18 h 35
Identificación única del lugar	Lugar nº 1

La identificación única del lugar puede ser cualquier tipo de identificador propio de ese sitio, por ejemplo, "Lugar nº 1" o "Aguas arriba del desagüe", o una distancia en kilómetros, como "125 km del lugar". Debe ser simple y único, y hay que indicarlo en todos los apuntes y registros. Mientras más breve y más simple sea la identificación, menos posibilidad de errores habrá en la transcripción.

2.4.6.3 Precintos legales

Los precintos legales pueden ser de muchos materiales distintos, tal como cinta adhesiva común de embalaje, cinta de revestimiento, cinta para custodia legal, cinta de teflón (por ejemplo, para sellar muestras de productos del petróleo y evitar las fugas), bolsas de plástico que puedan sellarse para impedir manipulaciones o precintos metálicos o de plástico numerados. La característica principal de un sello legal es que una vez que se coloca hay que destruirlo para abrir el recipiente; de esta manera, se confirma si alguien ha tenido acceso a la muestra.

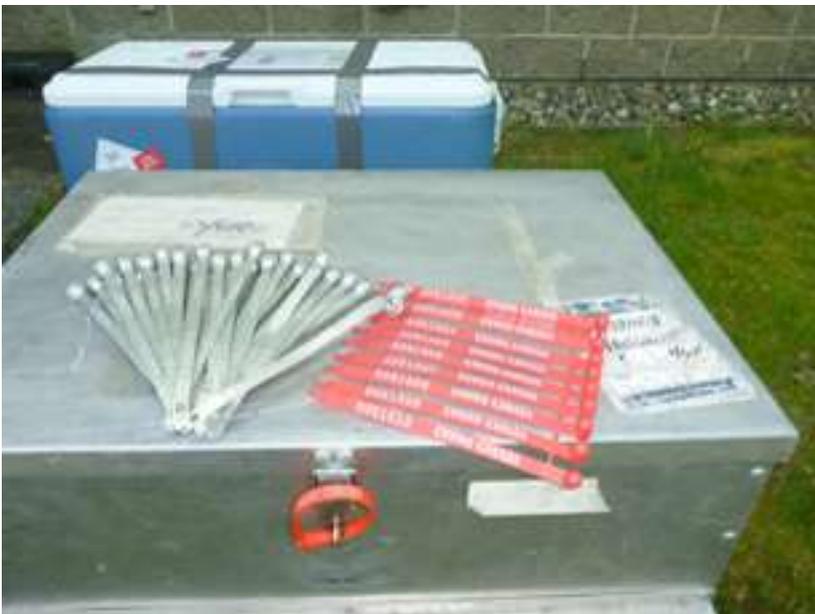


FIGURA 2.9:
Ejemplo de diversos precintos legales para evitar la alteración de las pruebas: numerados de un solo uso, o cintas con una firma estampada.
(Cortesía del DOE de Canadá)

2.4.6.4 Herramientas de marcado permanente

Etiquetar las muestras utilizando una etiqueta impermeable, permanente y con número único, o utilizando un punzón de punta de diamante, un marcador resistente al agua, o cualquier otra manera de identificación permanente con suficiente información para permitir la identificación de la muestra en un tribunal.

Para prevenir la apertura del recipiente, los extremos de la cinta que se usa para sellar las tapas pueden pegarse entre sí con pegamento.



1. Los recipientes para muestras pueden ser marcados con un rotulador negro o con grabados permanentes.
2. Las tapas pueden sellarse con diversas cintas y marcarse con iniciales.
3. Los sellos pueden ser aplicados con cinta con pegamento.

FIGURA 2.10:
Ejemplos de diversas etiquetas numeradas y de herramientas para grabar.
(Cortesía del DOE de Canadá)

2.4.6.5 Formularios para la cadena de custodia

El formulario de la cadena de custodia es un registro escrito para las muestras judiciales en el que se documenta la continuidad dejando constancia de la posesión de las muestras desde su recogida hasta su presentación como pruebas y su eliminación final, una vez que ya no son necesarias. Una muestra está bajo custodia si alguien está en posesión física real de ella, si está a la vista después de haber estado en posesión física de alguien, o si está en posesión física de alguien y cerrada con llave para que no pueda ser manipulada.

FIGURA 2.11:
Ejemplo de formulario de cadena de custodia.
(Cortesía de la EPA de Estados Unidos)

Para ejemplos de páginas enteras de formularios de cadena de custodia, ver **SECCIÓN 12.2**.

2.4.6.6 Cuaderno con fines judiciales

Se debe poder escribir en el cuaderno aunque esté mojado. Hay que introducir en él un esquema del lugar y apuntar detalladamente los métodos y los puntos de recogida, las marca de los recipientes, las etiquetas de las muestras con identificadores únicos y los datos sobre el envasado y el envío.



FIGURA 2.12:
Ejemplo de cuaderno con fines
judiciales.
(Cortesía del DOE de Canadá)

2.4.6.7 Cámara fotográfica

Las cámaras fotográficas deben adaptarse a las condiciones de la toma de las muestras. Generalmente deben ser impermeables y capaces de realizar fotografías a corta y larga distancia. Las fotografías son un registro visual de las muestras y de los contenedores en los que se van a transportar, y sirven para documentar la preparación del transporte.

2.4.6.8 Cerraduras de seguridad

Sobre el terreno y antes de proceder a su transporte, el encargado de las muestras debe mantenerlas en su posesión o a la vista en todo momento, guardarlas bajo llave en un contenedor seguro, dentro de su vehículo o dentro de un refrigerador protegido. Se debe limitar la cantidad de personas que manipulan la muestra, y asegurarse de que solamente una persona a la vez tiene acceso a la muestra.

2.4.6.9 Contenedores para el transporte que pueden cerrarse con llave para garantizar la seguridad

Los contenedores para el transporte de las muestras deben poder cerrarse con llave, y deben poder proteger las muestras judiciales de las vibraciones y los choques y mantener la temperatura durante todo el tiempo de transporte. El tipo más común son las heladeras de plástico aisladas modificadas para incorporar un candado. Es posible que haya que fabricar contenedores a medida para transportes especiales. Los paquetes deben ser seguros y resistentes y deben cumplir las exigencias de la legislación aplicable para el transporte de mercancías peligrosas o las regulaciones de la IATA sobre mercancías peligrosas. Por regla general, los contenedores deben proteger las muestras en caso de caída de 1,8 metros, y se deben poder apilar hasta 3 metros de altura. Ver **FIGURA 2.9**

2.4.6.10 Sistema de posicionamiento global (GPS)

Se debe elegir un GPS que ofrezca un mínimo de exactitud en cuanto a la identificación de la ubicación general de la muestra o el sitio de observación. Los sistemas disponibles comercialmente empiezan con una precisión de 3,0 metros y permiten situar razonablemente los sitios.

2.5 GARANTÍA DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS MUESTRAS

La calidad de un resultado analítico puede ser afectada negativamente en cualquier etapa del proceso. En la **TABLA 2.2** figuran algunos ejemplos típicos. En cada etapa del proceso se deben realizar medidas de control de calidad.

TABLA 2.2 | Etapas críticas del proceso de muestra y análisis

ETAPA		POSIBLE CONTAMINACIÓN
1	Preparación y almacenamiento del material	Manipulación del material y los aparatos.
2	Recolección de muestras	Contaminación por condiciones ambientales, malas técnicas de manipulación, o utilización de conservantes contaminados.
3	Transporte y almacenamiento de muestras	Contaminación cruzada de otras muestras o por recipientes de almacenaje, casilleros o refrigeradores contaminados.
4	Preparación de los análisis	Equipamiento y envases de vidrio de laboratorio contaminados, contaminación del ambiente o malas prácticas de manipulación de muestras.
5	Análisis	Jeringas contaminadas utilizadas para inyección de muestras, traslado y efecto memoria en las columnas de los aparatos de análisis, reactivos o gases portadores y disolventes contaminados.

CERTIFICACIÓN DEL LABORATORIO Y MUESTRAS DE CONTROL DE CALIDAD

Cuando se elige a un laboratorio, quienes toman las muestras deben verificar si ese laboratorio cumple con un programa de acreditación nacional o, mejor aún, internacional (ISO/IEC 17025). Los reguladores nacionales posiblemente también exijan que sus laboratorios y los laboratorios que contratan tengan la debida acreditación. El reconocimiento formal de la competencia del laboratorio para llevar a cabo pruebas específicas requiere una demostración continua de rendimiento mediante una evaluación de competencias y verificaciones cada seis meses para demostrar su capacidad. El primer paso para garantizar el éxito de las siguientes etapas de la garantía de calidad y control de calidad es consultar con el laboratorio. La garantía de calidad constituye el programa general diseñado para asegurar que los datos de la muestra cumplen con los objetivos de calidad de los datos. Este programa incluye la elaboración de un plan de toma de muestras, la formación del personal, los procedimientos de manutención y calibrado del material, el control de la calidad, los planes de acción correctivos, las auditorias de rendimiento, la evaluación de los datos, la validación, el almacenamiento, la gestión y la presentación de informes.

El control de calidad es el sistema de directrices, procedimientos y prácticas que se han concebido para regular y controlar la calidad de productos y

servicios, con objeto de asegurar que cumplan con los criterios y normas de rendimiento preestablecidos. Esto incluye las muestras testigo, las réplicas, las muestras divididas, las normas de calibrado del material, el tamaño y la calidad de los recipientes para las muestras, la utilización de conservantes y su cantidad. El control de calidad forma parte del programa general de garantía de calidad.

La evaluación de la calidad es una revisión del sistema, que determina si los programas de garantía de calidad y de control de calidad se están implementando debidamente. Implica la evaluación y verificación de las políticas, las directrices, los procedimientos, las prácticas y los resultados para evaluar la eficacia general del programa de garantía y control de calidad.

El control de calidad es esencial para que el agente de campo pueda garantizar que las muestras son representativas y que están libres de contaminación externa o de deterioro. Se recomienda seguir al menos las siguientes etapas para asegurar la calidad de las muestras y los resultados:

- Las muestras para el control de calidad deben ser manipuladas exactamente de la misma manera que las muestras habituales, utilizando los mismos dispositivos para tomarlas, protocolos de toma de muestras, recipientes para muestras, procedimientos de envío y técnicas de conservación.
- Hasta el 5 % de las muestras (1 sobre 20) deben ser muestras para el control de calidad.

2.5.1 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL MATERIAL PARA LA TOMA DE MUESTRAS

La posibilidad de contaminación potencial siempre es una preocupación cuando se recolectan muestras. La limpieza es altamente prioritaria, ya que una muestra contaminada es inútil. La contaminación entre recipientes, herramientas y equipos puede presentar problemas para los procedimientos legales.

PROBLEMAS CON ÁCIDOS

Cuando se conservan las muestras con ácidos concentrados, la contaminación por vapores ácidos puede alterar considerablemente el pH de una muestra abierta de la que se debe analizar dicho pH. Por este motivo, hay que asegurarse de que aquéllas muestras que no requieren la adición de conservantes estén bien cerradas y de que no entren en contacto con vapores ácidos provenientes de guantes o de otras muestras.



FIGURA 2.13:

Los conservantes, especialmente aquéllos que humean, como el ácido, deben almacenarse separados de las muestras, en distintos recipientes de almacenamiento. (Cortesía del DOE de Canadá)

PROBLEMAS CON SOLVENTES Y COMBUSTIBLES

Los recipientes para muestras y el material para la toma de muestras que estén limpios nunca deben ser almacenados cerca de solventes, gasolina u otras sustancias volátiles que pueden causar contaminación. Si es posible, para minimizar la contaminación, no hay que llenar el depósito de combustible del vehículo el día de la toma de las muestras hasta de que se hayan recogido todas las muestras. Mantener las muestras lo más lejos posible de fuentes de combustibles, tales como tanques de gasolina en vehículos o barcos.

2.5.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LAS MUESTRAS

PROBLEMAS CON LA MANIPULACIÓN DE RECIPIENTES PARA MUESTRAS

Se deben utilizar guantes descartables en todo momento cuando se está manipulando conservantes, recipientes y material para muestras. No se debe cotar con los guantes el interior de un recipiente para muestras, el interior de una tapa de un recipiente, la muestra o a los conservantes químicos. **Se debe tener mucho cuidado con la manipulación de estos elementos.**

Las muestras también se pueden contaminar mediante:

- **Equipamiento o recipientes inapropiados:** algunos productos químicos de las muestras pueden fijarse a los recipientes de muestras, reaccionar con ellos o extraer otros productos químicos de

la superficie del recipiente, o deteriorar al recipiente. Ver **SECCIÓN 2.9.2** sobre recipientes apropiados para muestras.

- **Recipientes que no han sido limpiados debidamente** que han sido almacenados en un lugar con polvo. Ver **SECCIÓN 2.5.4**.
- **Tapas de recipientes sucias:** No tocar el interior de las tapas ni permitir su contaminación con materiales terceros.
- **Recipientes mal tapados o con la tapa poco ajustada:** Asegurarse de que las tapas encajan bien y están bien ajustadas.
- **Conservantes contaminados:** No rellenar los recipientes de conservantes utilizando recipientes contaminados o tocando sus superficies.
- **Contaminación cruzada debida al material para la toma de muestras:** Limpiar el material entre las recogidas de muestras y entre los diferentes lugares de toma de muestras, y no tocar con guantes contaminados la porción del material destinada a la recogida de muestras.
- **Exposición al aire libre, que puede contener varios vapores:** Mantener los recipientes cerrados y alejados de fuentes de vapores, con las tapas apropiadas colocadas hasta el momento previo de la recogida de la muestra. Recoger la muestra lo más rápido posible, y luego agregar el conservante y cerrar inmediatamente con la tapa correspondiente.
- **Malas técnicas de toma de muestras (líquidos):** Recoger muestras de tal manera que no se agreguen contaminantes. Cuando se toman muestras en corrientes de agua no hay que pararse o caminar aguas arriba de un lugar en el que se van a tomar muestras, y no se puede permitir que el público o los animales entren a la zona de recogida de muestras. Recoger la muestra moviendo el recipiente aguas arriba en relación al lugar donde se toma dicha muestra. Después, desplazarse corriente arriba hacia el próximo sitio de muestra, acercándose a la fuente de la contaminación.



FIGURA 2.14:
Evitar la contaminación de los recipientes para muestra manteniendo los dedos alejados de las aberturas y controlando las tapas.
(Cortesía del DOE de Canadá)



FIGURA 2.15:
Cómo sujetar inadecuada y adecuadamente un recipiente para muestras utilizando guantes, y posiciones correctas e incorrectas cuando se toma una muestra en una corriente de agua. (Cortesía del DOE de Canadá)

- **Malas técnicas de toma de muestras (sólidos):** Hay que recoger las muestras de manera que se minimice la entrada de polvo en difusión.
- **Contaminación por el vehículo transportador:** Cuando se toma una muestra desde un barco o un avión, recogerla en dirección corriente arriba, lejos del motor o la hélice, del tanque de combustible y de la zona de los gases de escape.
- **Contaminación a partir de las estructuras de soporte:** Cuando se toma una muestra desde un puerto, muelle, o puente, recogerla en dirección corriente arriba para evitar la contaminación procedente de estructuras de hierro o de pilares tratados con productos químicos para la conservación de la madera.
- **Utilizando cuerdas que pueden ser porosas y se pueden contaminar y transferir de un sitio de toma de muestras a otro:** utilizar cuerdas solo si hay cantidad suficiente para utilizar un trozo nuevo cada vez. Si se precisa una gran longitud de cuerda, utilizar polipropileno para la mayor parte de esa longitud y, si es posible, utilizar de dos a tres metros de material no poroso, por ejemplo una cadena de acero inoxidable, como fijación a los dispositivos de toma de muestras. El polipropileno debe ser lavado y enjuagado entre cada uno de los sitios, y el acero inoxidable puede ser debidamente descontaminado.
- **Los tubos pueden retener gotas de agua** y contaminación en su interior después de recoger una muestra. Los tubos de polietileno, quirúrgicos y de policloruro de vinilo (PVC) deben ser lo más cortos posible y, siempre que se pueda, hay que reemplazarlos por tubos de teflón. Los tubos deben ser cuidadosamente limpiados o reemplazados entre los sitios, o estar dedicados a un sitio específico para evitar la contaminación cruzada. Si se limpian los tubos entre los sitios de toma de muestras, hay que tomar una muestra testigo con el tubo, haciendo correr agua a través de él y recolectando y preservando esa muestra de acuerdo con las exigencias señaladas en la **SECCIÓN 2.9.2.**
- **Nueva contaminación del material limpiado:** El material para la toma de muestras debe ser envuelto en papel de aluminio limpio o en

plástico, y debe permanecer en su envoltorio, en recipientes limpios de almacenaje, hasta tanto sea utilizado sobre el terreno. Hay que mantener el equipamiento en buenas condiciones y los vehículos tienen que estar lo más limpios posible durante el transporte y mientras permanecen en el sitio. Hay que designar una zona limpia en el lugar de la toma de muestras y utilizar procedimientos de descontaminación cuando se vuelva a entrar en la zona limpia. El doble embalaje en bolsas limpias de polietileno con cierres de cremallera reducirá la contaminación cruzada.

- **Cierto equipamiento es difícil de limpiar:** Existe material descartable de uso único, tales como bolsas, cucharas y otros, vendido por laboratorios que certifican su limpieza.

HERRAMIENTAS DE TOMA DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS DE METALES

- Las herramientas de metal de baja calidad pueden causar la contaminación de muestras de metales: no utilizar material metálico para la toma de muestras ni herramientas metálicas de mano, a menos que sean de acero inoxidable. Para la toma de ciertas muestras, como las basales, se puede utilizar una herramienta de baja calidad, por ejemplo una pala, para cavar el agujero inicial, pero se precisa una herramienta de acero inoxidable de gran calidad para realizar el raspado final y exponer una nueva superficie, de donde se recogerá la muestra.



FIGURA 2.16:
Cucharas de acero inoxidable y de plástico, descartables, para la recogida de muestras.
(Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)

- El papel de aluminio utilizado para envolver herramientas limpias puede dar lugar a contaminación para el análisis de metales si el aluminio supone un problema: las herramientas de mano utilizadas para recoger muestras de metal, tales como espátulas, pipetas y paletas solo se deben envolver en plástico si el aluminio puede generar conflictos.

HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE MUESTRAS PARA LOS ANÁLISIS ORGÁNICOS

- Los productos químicos orgánicos y los solventes pueden deteriorar el material de plástico para la recogida de pruebas o pueden extraer otros productos químicos de este material: no hay que utilizar material de plástico (utilizar teflón siempre que sea posible); se puede utilizar material limpio de acero inoxidable.
- Las herramientas limpias se pueden contaminar por vapores orgánicos: las herramientas de mano, tales como espátulas de metal y paletas y pipetas de vidrio, deben envolverse en papel de aluminio limpio y tratado con calor, y esos embalajes no deben abrirse hasta el momento de la recogida de la muestra.
- Generalmente se necesitan recipientes de vidrio de color ámbar para las muestras orgánicas. Ver **TABLA 2.9.2.2**.

2.5.3 LIMPIEZA DEL MATERIAL DE CAMPO

Limpiar siempre las piezas del material que están en contacto con la muestra (agua, sedimento, lodo, efluente) para evitar la contaminación cruzada.

LA PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE EMBALAJE

- Se puede envolver las herramientas limpias en papel de aluminio para su protección. Hay que lavar el papel de aluminio con detergente libre de fosfatos utilizado en laboratorios, y con agua caliente, enjuagarlo con agua desionizada o destilada y tratarlo con calor, a 325° C.



FIGURA 2.17:
Prevenir la contaminación
envolviendo el material limpio en
papel de aluminio.
(Cortesía del DOE de Canadá)

SOLUCIONES PARA LA LIMPIEZA GENERAL

1. La limpieza general de equipos o envases debe ser realizada utilizando agua limpia y un detergente libre de fosfatos que se utilice en laboratorios.
2. El enjuague final debe ser con agua destilada o con desionizada.
3. Los enjuagues con ácidos reactivos se utilizan para equipos o envases utilizados para análisis de metales; cuando se hace una solución con ácido diluido, hay que verter siempre una pequeña cantidad de ácido nítrico reactivo en el agua.

Precaución: No verter nunca agua en un ácido concentrado ya que se puede provocar una explosión de vapor y causar lesiones graves.

Para hacer una solución de ácido nítrico reactivo diluido hay que verter agua destilada o desionizada para formar una solución de ácido nítrico al 10 % 20 % (pH 2.0).

- Una solución de acetona para el material destinado a los análisis orgánicos debe ser de acetona reactiva o superior.

LIMPIEZA DEL MATERIAL ALTAMENTE CONTAMINADO

- Para limpiar materiales altamente contaminados puede ser necesario utilizar limpiadoras a vapor o de agua a alta presión para remover la suciedad o los residuos.
- Lavar el material con detergente libre de fosfatos y utilizado en laboratorios y con agua caliente, utilizando un cepillo sobre todas las superficies accesibles para quitar cualquier material particulado visible y otros residuos.
- Enjuagar el material tres veces con agua destilada o desionizada.

MATERIAL UTILIZADO PARA RECOGER MUESTRAS DE PRODUCTOS QUÍMICOS ORGÁNICOS (BASADOS EN EL CARBONO)

- Lavar el material con detergente libre de fosfatos y utilizado en laboratorios y con agua caliente, utilizando un cepillo sobre todas las superficies accesibles para quitar cualquier material particulado visible y otros residuos.
- Enjuagar el material tres veces con agua destilada o desionizada.
- Una vez que el material ha sido lavado, enjuagarlo con acetona reactiva, secarlo al aire o en un horno a 325° C y envolverlo en papel de aluminio limpio.

MATERIAL UTILIZADO PARA RECOGER MUESTRAS DE METALES

- Lavar el material con detergente libre de fosfatos y utilizado en laboratorios y con agua caliente, utilizando un cepillo sobre todas las superficies accesibles para quitar cualquier material particulado visible y otros residuos.
- Enjuagar el material tres veces con agua destilada o desionizada.
- Una vez que el material ha sido lavado, enjuagarlo con una solución de ácido reactivo, secarlo al aire y envolverlo en papel de aluminio limpio. (Utilizar papel de aluminio solamente en caso de que el aluminio no interfiera en el análisis; en caso contrario, embalar en polietileno limpio).

MATERIAL UTILIZADO PARA PRODUCTOS QUÍMICOS ESPECIALES

- Seguir la metodología aprobada para la limpieza en laboratorio del analito en cuestión.



FIGURA 2.18:
Materiales para la limpieza de herramientas de campo, jabón utilizado en laboratorio, agua para el enjuague, acetona para el enjuague (facilita el secado al aire), hexano (ayuda a limpiar productos orgánicos).
(Cortesía del DOE de Canadá)

2. Tomar una muestra testigo del material haciendo pasar un volumen aprobado de agua desionizada por la pieza de material en cuestión, o recogéndolo con dicha pieza, y preservar y almacenar dicha muestra según el procedimiento establecido del laboratorio.

LIMPIEZA GENERAL SOBRE EL TERRENO

1. Frotar el material con una solución diluida de detergente libre de fosfatos y quitarle todo material particulado visible y otros residuos. Enjuagar varias veces con agua del grifo y luego tres veces con agua desionizada para quitar el detergente. Utilizar acetona reactiva para muestras orgánicas; para recoger muestras de metales diluir la solución de ácido reactivo.
2. Conservar todas las soluciones de enjuague contaminadas en recipientes aprobados para su posterior eliminación en el laboratorio.

LIMPIEZA DE LAS BOMBAS (EN EL LABORATORIO O SOBRE EL TERRENO)

La limpieza de las bombas utilizadas para la recogida de muestras presenta un problema especial. Las bombas peristálticas son las que más se suelen utilizar sobre el terreno. Idealmente, la goma flexible de silicona utilizada en la cámara de la bomba peristáltica debe ser reemplazada entre cada recogida de muestras exigidas por la ley, así como la manguera principal utilizada para la recogida de muestras. Si esto no es posible, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

1. Bombear al menos 1 litro de agua destilada o desionizada con detergente libre de fosfatos de los que se utiliza en laboratorio a través de la manguera de goma flexible de silicona.
2. Bombear al menos 1 litro de agua destilada o desionizada a través de la manguera de goma flexible de silicona.
3. Cuando se trate de muestras de metal, bombear al menos 500 mL de solución de ácido reactivo a través de la manguera de goma flexible de silicona y enjuagar con acetona reactiva.
4. En el caso de muestras orgánicas bombear a través de la manguera de goma flexible de silicona al menos 10 volúmenes equivalentes (un volumen equivalente es el volumen de líquido que puede contener la manguera que se está utilizando) con acetona reactiva y enjuagar con hexano reactivo.
5. Tomar una muestra testigo del material haciendo pasar un volumen aprobado de agua desionizada por la bomba en cuestión y preservar y almacenar dicha muestra según el procedimiento establecido del laboratorio.

Ver también **SECCIÓN 2.9**



FIGURA 2.19:
Bomba peristáltica desarmada. Para muestras exigidas por la ley, las tuberías de estas bombas deben ser reemplazadas entre cada sitio de muestreo para prevenir la transferencia de la contaminación. Otra alternativa es enjuagarlas con el solvente apropiado. Se debe recoger una muestra testigo del material utilizando la solución de enjuague final para confirmar la limpieza. (Cortesía del DOE de Canadá)

ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL PARA LA TOMA DE MUESTRAS LIMPIO

1. No colocar muestras en recipientes de los que no se conoce la utilización anterior.
2. Mantener los recipientes de almacenamiento bien cerrados y conservarlos en lugares limpios.
3. No se debe fumar mientras se recogen las muestras. El humo del tabaco contiene amoníaco, óxidos de nitrógeno y otros contaminantes. Si las muestras de agua situadas en un vehículo lleno de humo de tabaco no se tapan herméticamente, se pueden contaminar por difusión.

2.5.4 MÉTODO SUGERIDO PARA LA LIMPIEZA DE RECIPIENTES PARA MUESTRAS

La procédure de nettoyage des contenants pour échantillons peut dépendre de l'analyse qui doit être effectuée sur l'échantillon.

Los métodos de limpieza general son los siguientes:

1. Lavar los recipientes para las muestras con detergente libre de analitos y de fosfatos; frotar todas las superficies con un cepillo reservado para este propósito.
2. Enjuagar cuidadosamente los recipientes, primero con agua del grifo y luego con agua destilada o desionizada.
3. Las exigencias específicas para la preparación de recipientes, que se añaden a los procedimientos normales de limpieza, son las siguientes:

TABLA 2.3 | Métodos De Limpieza General De Los Recipientes De Muestras

ANÁLISIS	MÉTODOS DE LIMPIEZA
METAL	Remojar los recipientes de plástico o de vidrio en una solución de ácido nítrico analíticamente puro al 10 % - 20 %, enjuagarlos al menos tres veces con agua desionizada y secarlos al aire antes de embalarlos y llevarlos al campo.
ORGÁNICO	Limpiar los frascos de vidrio y los frascos según el protocolo del laboratorio, o utilizar recipientes preparados en el laboratorio. Hay que tener en cuenta que la contaminación cruzada con solventes orgánicos puede ser un gran problema; por ello se suele recomendar el tratamiento con calor de los recipientes y el material en hornos a 325° C..
BACTERIOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO	Los recipientes estériles generalmente se consiguen en el laboratorio. Si no se pueden conseguir así, hay que esterilizar los frascos y el material necesarios para recoger muestras microbiológicas, o muestras de cualquier otro tipo que requieran un medio estéril, de acuerdo con los métodos estándar para el examen del agua y las aguas residuales, el lavado y la esterilización 9040 (Asociación Americana de Salud Pública).
BIOENSAYOS	Recipientes o recubrimientos de plástico: limpiar los recipientes al vapor o con jabón, y enjuagarlos cinco veces con agua del grifo; enjuagarlos tres veces con la muestra que se debe recoger.

2.5.5 MUESTRAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD SOBRE EL TERRENO

El número de muestras para el control de calidad depende de los objetivos del programa de muestras. Frecuentemente el laboratorio o los protocolos analíticos establecidos dictan el tipo y el número de muestras necesarias. Cuando se preparan muestras para el control de calidad hay que utilizar siempre agua destilada, o preferentemente desionizada, tal como se define en la última edición de los "Métodos Estándar para Examen de Agua y Agua Residuales" para agua reactiva, tipo I. El laboratorio que suministra el agua destilada o desionizada debe mantener un registro de control de calidad analizándola periódicamente y anotando los resultados.

2.5.5.1 Muestras testigo para desplazamientos y control de temperatura

Una muestra testigo para desplazamientos (o para transporte) se utiliza para controlar la contaminación basal, la contaminación por el transporte y la manipulación, o ambas. Una muestra testigo para el control de temperatura se utiliza para confirmar que las muestras se mantuvieron a 4° C durante el transporte.

PROCEDIMIENTO SUGERIDO:

1. Antes de partir, elegir el recipiente apropiado para el tipo de muestra y etiquetar claramente los recipientes de las muestras testigo para el transporte, indicando que son testigos. **Nota:** Para pruebas a ciegas del laboratorio, se puede utilizar una identificación solamente conocida por quien realiza la muestra.
2. Rellenar los recipientes apropiados con agua desionizada. Agregar los conservantes apropiados según lo especifica el protocolo sobre el analito en cuestión. Ver **SECCIÓN 2.9**
3. Colocar las muestras entre los recipientes para muestras vacíos. Mantenerlos a 4° C, o a la temperatura a la que se almacenarán las muestras.
4. NO abrir sobre el terreno las muestras testigos para el transporte. Estas muestras se transportan sobre el terreno junto con los recipientes habituales sin abrir y luego vuelven al laboratorio con las

muestras recogidas sobre el terreno, en las mismas condiciones de almacenamiento y sin abrir.

5. Rellenar y sellar la muestra testigo para el control de temperatura justo antes de enviarla. En el laboratorio receptor se puede abrir dicha muestra y se mide su temperatura con un termómetro. Otra posibilidad es utilizar un escáner térmico para medir las temperaturas de las muestras.

Nota: Si no se puede acceder a las instalaciones del laboratorio ni preparar las propias muestras testigo para desplazamientos, hay que solicitarlas al laboratorio.

2.5.5.2 Muestras testigo sobre el terreno

Una muestra testigo sobre el terreno está expuesta a las mismas condiciones de situación y de transporte que las muestras que se estudian, y permiten las necesarias correcciones según las condiciones ambientales. Se recomienda preparar al menos una de estas muestras testigo por cada 20 muestras recogidas o, al menos, una por día para cada instalación en donde se toman muestras.

PROCEDIMIENTO SUGERIDO

1. Transportar sobre el terreno de 2 a 5 litros de agua desionizada en un recipiente limpio y apropiado (ver **SECCIÓN 2.9**). Durante la recogida de muestras, etiquetar y preparar una muestra testigo sobre el terreno rellenando un recipiente apropiado con agua desionizada, utilizando un procedimiento idéntico al utilizado para las muestras de campo habituales. Este proceso expondrá al agua desionizada de la muestra testigo a las mismas condiciones ambientales que las muestras recogidas sobre el terreno.
2. Tratar las muestras testigo exactamente igual que el resto de las muestras, utilizando el mismo conservante (si los hay), y embalarlas todas juntas para exponerlas a las mismas condiciones durante el transporte y el envío. Enviar las muestras testigo al laboratorio junto con las muestras recogidas sobre el terreno.
3. Hasta el 5 % de las muestras deberían ser muestras testigo

Nota: Si las condiciones varían significativamente entre los puntos de toma de muestras en un sitio, o si dichos puntos están a más de un kilómetro de distancia, hay que pensar en recoger muestras testigo adicionales en cada uno de estos puntos.



Las condiciones de temperatura durante el transporte pueden verificarse abriendo una muestra testigo para el control de la temperatura a su llegada al laboratorio, sin contaminar el resto de las muestras.

FIGURA 2.20:

Las muestras testigo de transporte, sobre el terreno y para el control de temperatura ayudan a asegurar el control de calidad de todas las muestras presentadas al laboratorio. (Cortesía del DOE de Canadá)

2.5.5.3 Muestras testigo de los equipos

Las muestras testigo del material (testigos para la solución de enjuague y para los instrumentos) son una muestra de agua desionizada o de los solventes utilizados para enjuagar el material. Es esencial recoger este tipo de muestras testigo cuando el material de toma de muestras contiene sustancias que pueden contaminar la muestra (por ejemplo, tubos de plástico o partes metálicas). Las muestras testigo de la solución de enjuague prueban cuan bien se ha descontaminado el material para la toma de muestras entre dos recogidas de muestras. Hay que preguntar al laboratorio o al personal experimentado si hace falta preparar estos testigos

PROCEDIMIENTO SUGERIDO

Recoger una muestra del agua de enjuague final o del solvente utilizados para el material, que servirá de muestra testigo del material una vez que este haya sido descontaminado y antes de la próxima sesión de toma de muestras.

Puede ser necesario incluir muestras adicionales de control de calidad. No es muy frecuente, pero hay que suministrar estas muestras si así se solicita.

2.5.5.4 Muestras testigo del material

Se trata de muestras de materiales de construcción, como aquéllos utilizados en los pozos de agua subterránea, las bombas y las pruebas de flujo. Estas muestras pueden utilizarse para verificar la presencia artefactos que pueden contaminar las muestra de agua.

2.5.5.5 Muestras cargadas con analitos (field spikes)

Se trata de muestras de campo a las cuales se añade una cantidad conocida de analito en el momento de su recogida sobre el terreno. Generalmente se utilizan para identificar los efectos debidos a las condiciones del terreno, el transporte y la matriz de toma de muestras. Es importante que estas muestras sean preparadas por personal experimentado, de modo que la interpretación de los resultados analíticos no se falsee a causa de errores humanos.

2.5.5.6 Muestras divididas

LAS MUESTRAS DIVIDIDAS son dos o más muestras tomadas de una misma muestra inicial. Las muestras pueden dividirse sobre el terreno o en el laboratorio. Se recomienda pedir consejo al personal del laboratorio sobre las muestras divididas. Por ejemplo, la división de muestras para el análisis orgánico puede resultar en submuestras que no son idénticas, ya que este tipo de productos frecuentemente son absorbidos por las paredes del recipiente. En estos casos, es mejor dividir las muestras de inmediato in situ.

LAS MUESTRAS DE CAMPO REPLICADAS son dos o más muestras distintas tomadas aproximadamente al mismo tiempo en el mismo lugar, que son utilizadas para calcular la precisión de la toma de muestras. Las réplicas hechas en laboratorio son elaboradas por el laboratorio que realiza la prueba y sirven para calcular la precisión de método de prueba.

Tras la toma de muestras reglamentaria se puede pedir a un inspector que facilite una muestra dividida al establecimiento en el que se tomaron las muestras. **Por regla general las muestras recogidas para el control de la conformidad no deben ser divididas y entregadas a al organismo reglamentado.**

Nota: Las muestras exigidas por la ley no deben ser divididas bajo ninguna circunstancia. La alternativa preferida es pedir al personal del establecimiento que recolecte sus propias muestras.

Sin embargo en algunas situaciones, cuando no es posible recoger una muestra separada, los inspectores pueden pedir al dueño del establecimiento o a su operador que les proporcionen muestras divididas. En otras situaciones, un inspector puede estar interesado en obtener un análisis comparativo de parámetros particulares, y por lo tanto puede ser necesario dividir una muestra. Cuando se divide una muestra para comparación analítica, ambas muestras deben ser tratadas de igual manera en cuanto al recipiente elegido para ellas, sus conservantes y al tiempo y la temperatura de almacenamiento previos al análisis.

2.6 PLANIFICACIÓN EN MATERIA DE SALUD Y SEGURIDAD

Cuando se conoce al plan general de toma de muestras hay que revisar las tareas seleccionadas y las condiciones del sitio para elaborar un plan en materia de salud y seguridad y una hoja de análisis de los riesgos asociados a las tareas.

2.6.1 PRINCIPIOS DE SALUD Y SEGURIDAD

Siempre se debe conocer toda la legislación, instrucciones, normas y directrices aplicables a la salud y la seguridad, y respetarlas. Si hay dudas sobre su aplicación se debe consultar al supervisor o a las autoridades competentes en materia de salud y seguridad de su la correspondiente jurisdicción. El deber general de un patrón es garantizar que todos sus empleados están protegidos en cuanto se refiere a la salud y la seguridad en el lugar del trabajo. Los siguientes criterios se relacionan directamente con las operaciones de campo de los inspectores e investigadores ambientales y hay que tenerlos en cuenta en el plan de salud y seguridad.

El patrón debe esforzarse para garantizar lo siguiente:

LA INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN SOBRE LOS ACCIDENTES

Todos los accidentes, enfermedades profesionales y situaciones peligrosas conocidos por el patrón deben ser objeto de una investigación según la manera prescrita, y hay que registrar los detalles e informar a las autoridades pertinentes.

PRIMEROS AUXILIOS

Facilitar las instalaciones de primeros auxilios y servicios de salud reglamentarios.

AGUA POTABLE

Facilitar agua potable, de acuerdo con las normas establecidas.

VEHÍCULOS Y EQUIPAMIENTO MÓVIL

Asegurarse de que los vehículos y el equipamiento móvil utilizado por el personal en el marco de sus funciones cumplan con las normas establecidas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Facilitar a toda persona a la que el patrón permita entrar al lugar de trabajo los materiales, equipos, dispositivos y vestimentas de seguridad reglamentarios.



FIGURA 2.21:
Equipamiento corriente para la salud y la seguridad
(Cortesía de Environnement - Canadá)

MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO Y DE EMERGENCIA

Respetar las normas establecidas en materia de incendios y emergencias. .

INFORMATION ET FORMATION

Conformément aux instructions, fournir à chaque employé, l'information, la formation, l'entraînement et la supervision nécessaires pour assurer leur santé et sécurité au travail.

SENSIBILIZACIÓN A LOS PELIGROS

Asegurarse de que cada empleado es consciente de todos los peligros conocidos o previsibles en materia de salud y seguridad de la zona donde trabaja.

MAQUINARIA, EQUIPAMIENTO Y HERRAMIENTAS

Asegurarse de que la maquinaria, el equipamiento y las herramientas que utilizan los empleados en el curso de su trabajo cumplan las normas prescritas en materia de salud, seguridad y ergonomía, y que sean seguros en todas las condiciones de uso previstas.

CÓDIGOS Y NORMAS DE SEGURIDAD

Adoptar e implementar los códigos y normas de seguridad prescritos.

UTILIZACIÓN DE EQUIPAMIENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Asegurarse de que cada persona a la que el patrón otorga acceso al lugar de trabajo conozca y utilice, en las circunstancias y de la manera prescritas, los materiales, equipamiento, dispositivos y vestimenta de seguridad.

INSTRUCCIONES ORALES Y ESCRITAS

Respetar todas las instrucciones orales o escritas que un agente de apelación o un agente de salud y seguridad de al patrón respecto a la salud y seguridad de los empleados.

DEBERES DE LOS EMPLEADOS

Mientras esté en el lugar de trabajo todo empleado debe:

- **Utilizar equipamiento de protección personal**

Utilizar cualquier material, equipamiento, dispositivo y vestimenta de seguridad previsto para su protección que le haya entregado el patrón o que sea el prescrito para la situación.

- **Seguir los procedimientos prescritos**

Seguir los procedimientos prescritos respecto a la salud y seguridad de los empleados.

- **Tomar precauciones**

Tomar todas las precauciones razonables y necesarias para asegurar su salud y seguridad, las de los demás empleados y las de cualquier persona que pudiera resultar afectada por los actos u omisiones del empleado.

- **Cumplir las instrucciones**

Cumplir todas la instrucciones de su empleador en materia de salud y seguridad.

- **Cooperar con el comité de salud y seguridad**

Cooperar con el comité orientativo y con el de su lugar de trabajo, o con el representante en materia de salud y seguridad.

- **Señalar los peligros**

Señalar al patrón cualquier evento o circunstancia que se produzca en el lugar de trabajo y que pueda suponer un peligro para la salud o seguridad del empleado o de otras personas a las que el patrón permita acceder al lugar de trabajo.

- **Señalar los accidentes y lesiones**

Señalar según lo indicado todo accidente o suceso que se haya producido en el curso de su trabajo, o en relación con él, que haya causado lesiones al empleado o a cualquier otra persona.

- **Cumplir las instrucciones orales y escritas**

Cumplir todas las instrucciones orales o escritas de un agente de salud, seguridad o apelación respecto a la salud y seguridad de los empleados.

LUGARES DE TRABAJO NO CONTROLADOS

Muchas de las inspecciones e investigaciones ocurrirán en establecimientos o sitios regulados por legislación local y por políticas privadas. Cada sitio debe ser examinado para determinar qué legislación o políticas de seguridad se le aplica.

ESTABLECIMIENTOS FEDERALES

Cuando se inspeccionan establecimientos federales, provinciales, estatales o territoriales, hay que seguir protegiendo su propia salud y seguridad. Estos establecimientos también deben asegurarlas. Para ellos, usted es un visitante o una persona a quien se le ha otorgado acceso al lugar de trabajo.

ESTABLECIMIENTOS PROVINCIALES, ESTATALES O TERRITORIALES

Si se inspeccionan empresas privadas o establecimientos regulados por legislación provincial, estatal o territorial sobre salud y seguridad, tanto los inspectores como sus patrones continúan siendo responsables de su salud y seguridad.

Algunas normas de salud y seguridad en el trabajo provinciales, estatales o territoriales pueden diferir de las federales. Los empleados pueden negarse a aceptar trabajos peligrosos en aplicación de normas locales o de las Naciones Unidas relativas al Código Laboral local. Hay que familiarizarse con los procedimientos y las cláusulas restrictivas de esta legislación para entender plenamente sus limitaciones.

2.6.2 ANALYSE ET ATTÉNUATION DES RISQUES

El análisis de riesgo implica revisar cada fase del plan de toma de muestras, evaluar sus peligros potenciales y determinar la manera de reducirlos, eliminarlos o compensarlos. Una vez determinados los riesgos se debe elaborar una hoja de análisis de los riesgos asociados a las tareas en relación con el proyecto. En esta hoja de análisis se debe hacer una lista de todos los posibles peligros que se han identificado y de las medidas de atenuación para reducirlos o eliminarlos. La hoja de análisis debe ser revisada con todos los miembros del equipo de investigación y con cualquier contratista que participe en la investigación de un sitio. El gerente de proyecto o el jefe de equipo, así como todos los participantes, deben firmar la citada hoja una vez que haya sido revisada.



FIGURA 2.22:

Hay que examinar los riesgos físicos, biológicos y químicos que presenta cada tarea. (Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)

ELABORACIÓN DE UNA HOJA DE ANÁLISIS DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LAS TAREAS

La feuille d'analyse des risques associés aux tâches (ART) devrait suivre le même format logique que le plan d'échantillonnage. Un exemple partial de collecte d'échantillons d'Agua à partir d'une embarcation suit :

TABLA 2.4 | Hoja de análisis de los riesgos asociados a las tareas

PROYECTO	RECOGIDA DE AGUA DESDE UNA EMBARCACIÓN			
TAREA	RIESGO	MEDIDA DE ATENUACIÓN	FIRMA DEL JEFE DEL PROYECTO	INICIALES DEL PERSONAL PARTICIPANTE
Manejar una embarcación en un río	Ahogamiento	Facilitar chalecos salvavidas a los participantes		
		Disponer de una cuerda de lanzado flotante para rescates		
Manipular un conservante a base de ácido nítrico	El ácido produce quemaduras en el cuerpo y la ropa	Colocar el ácido en pequeños viales de dosis única		
		Utilizar anteojos/gafas de seguridad		
		Utilizar guantes resistentes al ácido		
		Tener disponible agua limpia para lavarse los ojos y manos		

Otras situaciones, por ejemplo la entrada en sitios con gases o productos químicos peligrosos o material médico afilado, requerirán la evaluación de los riesgos y el desarrollo de medidas de atenuación. Cada sitio es único y, por lo tanto, es recomendable disponer de una hoja de análisis de los riesgos asociados a una tarea para cada operación. A continuación figuran algunos peligros comunes; otros deben ser examinados y hay que desarrollar de una manera similar medidas de atenuación para ellos.

PROYECTO	USO DE MATERIALES CORROSIVOS			
TAREA	RIESGO	MEDIDAS DE ATENUACIÓN	FIRMA DEL JEFE DEL PROYECTO	INICIALES DEL PERSONAL PARTICIPANTE
Reactivos corrosivos u oxidantes	Corrosión de equipos y vehículos y quemaduras en la piel	Llevar la mínima cantidad posible en recipientes no reactivos, y almacenarlos en maletines a prueba de fugas		
		Portar guantes y anteojos de protección		
Crear soluciones diluidas de ácidos o bases fuertes	Reacción térmica si hay contacto con el agua, lo que presenta el peligro de producir vapores o pulverizaciones corrosivas	Portar guantes y anteojos de protección		
		Agregar siempre los ácidos o bases fuertes al agua para crear soluciones diluidas. No verter nunca agua sobre ácidos o bases fuertes		
Cargar o portar equipamiento pesado	Lesiones musculares o de espalda, y lesiones por aplastamiento	Utilizar técnicas de levantamiento adecuadas. Utilizar calzado de seguridad con punta de acero.		

2.6.3 PROBLEMAS COMUNES EN MATERIA DE SALUD Y SEGURIDAD

Entre los problemas comunes en materia de salud y seguridad figuran los siguientes:

- Trabajar cerca de una zona de mucha circulación o de grandes sitios industriales;
- Trabajar cerca del agua o en embarcaciones;
- Trabajar en espacios reducidos o cerca de ellos.

2.6.3.1 Trabajar cerca de una zona de mucha circulación o de grandes sitios industriales

Cuando se trabaja cerca de zonas de tráfico intenso o de grandes sitios industriales, el equipamiento mínimo de seguridad recomendado incluye: :

- casco de seguridad;
- anteojos de protección o gafas de seguridad que cubran el costado de la cara;
- protecciones auditivas (tapones para los oídos u orejeras);
- protección respiratoria (máscaras para el polvo, máscaras con filtro o máscaras para vapor, según las condiciones);
- vestimenta protectora para el cuerpo (monos de tela o papel);
- guantes protectores resistentes a productos químicos o a la abrasión, según la situación;
- calzado protector (para los líquidos, botas de goma o de pescador con puntas metálicas, y para las sustancias secas abrasivas botas de cuero con puntas metálicas);
- chalecos reflectantes.

PROCEDIMIENTO SUGERIDO:

Portar el equipamiento recomendado en la hoja de análisis de los riesgos asociados a las tareas y que cumpla las reglamentaciones locales en materia de salud y seguridad.

2.6.3.2 Trabajar cerca del agua o en embarcaciones

Además del equipamiento protector común, se recomienda llevar lo siguiente:

- dispositivos de flotación (cinturones, chaquetas, trajes de cuerpo entero);
- cuerda de lanzado flotante de emergencia;
- silbatos de emergencia;
- bengalas de emergencia;
- linternas de emergencia;
- achicador de achique de emergencia;
- bombas de emergencia;
- radio de navegación;
- mapas o cartas marinas;
- prismáticos.

PROCEDIMIENTO SUGERIDO:

Portar el equipamiento recomendado en la hoja de análisis de los riesgos asociados a las tareas y que cumpla las reglamentaciones locales en materia de salud y seguridad y contar con el equipamiento de emergencia que cumpla con las reglamentaciones marítimas locales en materia de salud y



FIGURA 2.23:

Portar equipamiento de flotación y de protección adecuado cuando se trabaja en el agua o cerca de ella. Un mango de muestreo que no conduzca la electricidad ayuda a recoger de manera segura las muestras de lugares difíciles de alcanzar y sirve de apoyo cuando hay que vadear corrientes

PROCEDIMIENTOS GENERALES DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR AL LADO DEL AGUA

- Si se debe entrar en el agua para recoger una muestra, otra persona debe estar presente y hay que colocarse un dispositivo de flotación (chaleco salvavidas). Si debe entrar en el agua para tomar una muestra de cursos de agua más grandes, o de ríos, utilizar un palo de vadeo (mango para la toma de muestras) y pedir a un compañero que utilice una cuerda de lanzado o que lleve una cuerda de seguridad además del chaleco salvavidas.
- Si se toman muestras desde la orilla hay que asegurarse de mantener una posición estable y bien equilibrada.
- Si el agua es muy profunda o la corriente muy rápida para vadearla, recoger muestras desde una embarcación o desde la orilla. No hay que aceptar ningún riesgo que pueda poner en peligro la propia vida o la de otras personas.

PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA TRABAJAR DESDE EMBARCACIONES

- Conocer las reglas básicas de seguridad de la navegación y cumplir todas las reglamentaciones náuticas aplicables. Se solicitará contactar a la autoridad gubernamental local para clarificar las necesidades.
- Portar siempre el equipamiento de emergencia exigido por la reglamentación náutica local.

Ejemplos:

- extintor;
 - radio de navegación (portátil o fija);
 - brújula;
 - sistema de posicionamiento global (GPS, portátil o fijo);
 - linternas impermeables (con pilas de recambio);
 - cuerda de lanzado flotante de urgencia;
 - baldes achicador de achique;
 - silbatos;
 - chalecos salvavidas para cada pasajero;
 - trajes salvavidas flotantes;
 - cartas marinas.
- Portar siempre un dispositivo de flotación cuando se está en el agua.
 - Ser consciente de la capacidad de carga de la embarcación, en la que se incluye a los pasajeros, el equipamiento y las muestras, y dejar un margen de peso para adaptarse a la mayoría de las condiciones de operación.

- Verificar las condiciones climáticas.
- verificar los peligros para la navegación como aguas de poca profundidad, bancos de arena, corrientes y canales de navegación.

2.6.3.3 Procedimientos generales para trabajar en espacios reducidos o cerca de ellos

Nota: Estos procedimientos constituyen unas directrices generales y no reemplazan a las reglamentaciones gubernamentales. Hay que complementarlos con procedimientos específicos para cada espacio reducido designado.

- En circunstancias normales, quienes toman las muestras no deberían entrar en espacios reducidos. Las muestras generalmente se pueden obtener utilizando dispositivos para la toma de muestras tales como palos, baldes y cadenas.
- Ninguna persona debe entrar en un espacio reducido o ayudar a otro a entrar sin tener una prueba válida de capacitación en materia de entrada a espacios reducidos.
- Si hay que entrar en un espacio reducido, como una boca de alcantarilla, para recoger una muestra, otra persona debe estar presente y se deben abordar todos los problemas de seguridad conforme a la legislación local sobre salud y seguridad.
- Los espacios reducidos más habituales son las bocas de alcantarillas, las estaciones de tratamiento de aguas residuales, los sumideros, los agujeros en depósitos, los conductos, las zanjas profundas, los que existen entre los cascos de barcos y barcasas o el espacio entre contenedores de transporte apilados. Ver **FIGURA 2.24**
- Hay que tener cuidado con el agua corriente, los gases explosivos y los humos tóxicos.
- Asegurarse de que verificar si la atmósfera de los espacios reducidos es respirable y de que no hay gases tóxicos y explosivos.



Los contenedores de transporte pueden contener materiales que producen polvo peligroso.

Los líquidos peligrosos que se filtran a una zona con poca circulación de aire pueden producir vapores peligrosos.

Para entrar en contenedores de transporte hay que portar un sistema respiratorio autónomo.

Antes de abrir un contenedor de transporte sospechoso de contener residuos peligrosos hay que efectuar una verificación con un detector de gas.

Utilizar medidores de vapores peligrosos al aproximarse a espacios reducidos o antes de abrir contenedores.

FIGURA 2.24: Control del aire de contenedores de transporte y otros espacios reducidos sospechosos de contener residuos o vapores peligrosos. (Cortesía de de la ILT de Países Bajos, el DOE de Canadá y la EPA de Estados Unidos)

2.6.4 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA SALUD DE UNA EXPOSICIÓN A PRODUCTOS TÓXICOS PROCEDENTES DE RESIDUOS PELIGROSOS DEPOSITADOS ILEGALMENTE

La evaluación de los riesgos para la salud suele requerir la ayuda de un especialista en la materia. Las evaluaciones detalladas de este tipo de riesgos no entran en el ámbito de este manual. Sin embargo, el lector debe conocer los principios básicos que figuran a continuación, ya que las investigaciones del depósito ilegal de residuos peligrosos generalmente conllevan una exposición a materiales peligrosos a corto (horas o semanas) y largo plazo (meses a años) y pueden ser preocupantes para la salud.

2.6.4.1 Evaluación de los riesgos a corto plazo para la salud

Durante la respuesta inicial a un incidente relativo a residuos peligrosos y la recogida de pruebas, el fundamental el acceso a la información sobre medidas de protección. El procedimiento de análisis de los riesgos asociados a las tareas puede requerir la identificación y la implementación de medidas de protección personal.

Las agencias de transporte de Canadá, Estados Unidos, México y Argentina han preparado conjuntamente una "Guía de Respuesta a Emergencias" para su utilización por bomberos, policías y otros miembros del personal de servicios de emergencia, que suelen ser los primeros en arribar a la escena de un incidente con productos peligrosos. Este documento se puede obtener por Internet y puede ser utilizado como referencia.

2.6.4.2 Evaluación de los riesgos a largo plazo para la salud

Las evaluaciones de los riesgos a largo plazo para la salud son importantes en las investigaciones forenses ambientales, ya que suministran pruebas de los daños, tanto a corto como a largo plazo, para la salud humana y el medio ambiente. Estos factores pueden influir en las sanciones que se pueden aplicar o en las órdenes judiciales resultantes las sentencias. Las evaluaciones las realizan profesionales y generalmente tienen en cuenta los siguientes puntos:

- Investigar detalladamente los contaminantes presentes en el aire, en el agua superficial, en el agua subterránea, en el gas del suelo, en el suelo, en los comestibles y en el agua potable.
- Identificar los escenarios de exposición por inhalación, ingestión y contacto con la piel.
- Cuantificar las dosis de exposición diarias y sus efectos.
- Cuantificar los riesgos para la salud (riesgos de cáncer y otros).
- Cuantificar las incertidumbres e interpretar los riesgos (aceptables o no).
- Definir los umbrales del nivel de rehabilitación para los riesgos aceptables.



2.6.5 VESTIMENTA DE PROTECCIÓN EN MATERIA DE SALUD Y SEGURIDAD

La vestimenta de protección personal puede ser calificada según una norma alfabética (nivel norteamericano A, B, C, D), numérica (nivel 1, 2, 3, 4) o alfanumérica (norma británica EN1 y siguientes) según la correspondiente autoridad legislativa.

Este manual ofrece ejemplos de ropa de protección contra la contaminación química **pero que no protege de la contaminación nuclear o biológica**. A continuación figuran unos niveles a título informativo. Se pueden obtener más detalles respecto a los tipos de protección recomendados para productos químicos específicos en el sitio web del Centro para el Control de Enfermedades de los Estados Unidos:

<http://www.cdc.gov/niosh/ncpc/kcpc.html>.

SEGURIDAD: Se pueden exigir los siguientes niveles de equipamiento de seguridad según el nivel de riesgo. Si la agencia de fiscalización ambiental no puede evaluar y contener el riesgo de manera segura, hay que ponerse en contacto con la agencia nacional responsable de tales cuestiones.

2.6.5.1 Riesgo muy alto (no nuclear y sin alto peligro biológico) – Ropa de protección de nivel 1 o nivel A

Seleccionar el nivel correspondiente a los riesgos muy altos (nivel 1 o nivel A) cuando se necesita la máxima protección contra agentes químicos para la piel, la respiración y los ojos. La permeabilidad del material del traje dependerá del tipo de exposición a los productos químicos. Este tipo de traje se usa con un aparato de respiración autónomo y solamente puede utilizarlo el personal especialmente formado para ello. (Este tipo de traje puede no ser conveniente para los riesgos nucleares o biológicos).

FIGURA 2.25: Factores que deben ser considerados para la evaluación de los riesgos para la salud en una zona amplia. (Cortesía de HPC Envirotec)



FIGURA 2.26:
Vestimenta de protección de nivel 1 o nivel A. (Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)

CARACTERÍSTICAS:

1. Casco de seguridad colocado dentro del traje.
2. Protección auditiva o dispositivos de comunicación bidireccional.
3. Aparato de suministro de aire con presión positiva sellado a la cara.
4. Mallas largas para climas fríos colocadas debajo del traje.
5. Parches refrescantes RNF para climas cálidos colocados debajo del traje.
6. Monos o trajes contra el polvo opcionales colocados debajo del traje protector.
7. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora interior.
8. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora exterior, sellados a las mangas del traje.
9. Botas de goma resistentes a productos químicos con puntas y contrafuertes de acero selladas a la bota con cinta adhesiva.
10. El traje resistente a productos químicos debe cubrir todo el equipo.

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9767 (Ref: US Dept. of Labour)

2.6.5.2 Riesgo Alto – Ropa de protección de nivel 2 o nivel B

Se selecciona el riesgo alto (nivel 2 o nivel B) cuando se requiere el más alto nivel de protección respiratoria pero un nivel menor de protección de la piel. La permeabilidad del material del traje dependerá del tipo de exposición a productos químicos. Este tipo de traje lleva un aparato de respiración autónomo y solamente pueden utilizarlos las personas especialmente formadas para ello. (Este tipo de traje puede no ser apropiado para los riesgos nucleares o biológicos).

CARACTERÍSTICAS:

1. El traje descartable cubre todo el cuerpo, incluyendo la cabeza y el cuello, pero no está sellado a la cara. La resistencia a los productos químicos depende del material del traje.
2. Casco de seguridad colocado fuera del traje.
3. Protección auditiva o dispositivo de comunicación bidireccional.
4. Aparato de suministro de aire con presión positiva perfectamente sellado a la cara.
5. Mallas largas para climas fríos colocadas debajo del traje.
6. Parches refrescantes para climas cálidos colocados debajo del traje.
7. RNFSe usa cinta adhesiva resistente a productos químicos para sellar los guantes y la cobertura de las botas al traje.
8. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora interior.
9. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora exterior.

exterior, sellados a las mangas del traje.

10. Se pueden utilizar guantes de cuero por fuera de los guantes resistentes a productos químicos para proteger contra la abrasión.
11. Botas de goma resistentes a productos químicos con puntas y contrafuertes de acero.
12. Cubre botas resistentes a productos químicos y sellados a la pernera del traje.

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9767 (Ref: US Dept. of Labor)



2.6.5.3 Riesgo mediano – Ropa de protección de nivel 3 o nivel C

Opción A: Cuando se selecciona el riesgo mediano (nivel 3 o nivel C) se brinda un nivel medio de protección respiratoria con una máscara filtrante apropiada para los productos químicos.

CARACTERÍSTICAS:

1. El traje descartable cubre el cuerpo entero, incluyendo la cabeza y el cuello, pero no está sellado a la cara. La resistencia a productos químicos depende del material del traje. Esta versión plastificada tiene mayor resistencia que el siguiente traje, que está hecho básicamente con papel reforzado.
2. Casco de seguridad colocado fuera del traje.
3. Protección auditiva o dispositivo de comunicación bidireccional.
4. Máscara filtrante apropiada para productos químicos sellada para proteger la cara y los ojos.
5. Mallas largas para climas fríos colocadas debajo del traje.
6. Parches refrescantes para climas cálidos colocados debajo del traje.
7. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora interior.
8. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora exterior, sellados a las mangas del traje.
9. Se pueden utilizar guantes de cuero por fuera de los guantes resistentes a productos químicos para proteger contra la abrasión.
10. Botas de goma resistentes a productos químicos con puntas y contrafuertes de acero.
11. Cubre botas resistentes a productos químicos y sellados a la pernera del traje.

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9767 (Ref: US Dept. of Labour)

FIGURA 2.27:
Ropa de protección nivel 2 o nivel B.
(Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)



FIGURA 2.28:
Riesgo medio: ropa de protección de nivel 3 o nivel C. (Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)

Opción B : Se necesita el nivel medio de protección respiratoria, con una máscara filtrante de polvo o de vapores químicos, pero se requiere un menor grado de protección para la piel.

CARACTERÍSTICAS:

1. El traje descartable cubre todo el cuerpo y puede incluir una capucha para la cabeza y el cuello, pero que no está sellada a la cara. Generalmente solo ofrece protección contra el polvo o contra las situaciones en las que hay un riesgo bajo de salpicaduras de productos químicos. La resistencia a productos químicos depende del material del traje. **No protege la cabeza y el cuello, que quedan expuestos al peligro.**
2. El casco de seguridad se coloca fuera del traje.
3. Protección auditiva o dispositivo de comunicación bidireccional.
4. Máscara filtrante para el polvo o apropiada para productos químicos, sellada a nivel de la boca y la nariz.
5. Protección ocular envolvente, que protege los ojos contra los impactos pero no contra los productos químicos.
6. Pueden llevarse mallas largas para climas fríos colocadas debajo del traje.
7. Pueden llevarse parches refrescantes para climas cálidos colocados debajo del traje.
8. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora interior.
9. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora exterior, sellados a las mangas del traje.
10. Se pueden utilizar guantes de cuero por fuera de los guantes resistentes a productos químicos para proteger contra la abrasión.
11. Botas de cuero, o de goma y resistentes a productos químicos, con puntas y contrafuertes de acero.
12. Cubre botas opcionales resistentes a productos químicos y sellados a la pernera del traje.

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9767 (Ref: US Department of Labor)



FIGURA 2.29:
Riesgo medio: ropa protectora de nivel 3 o nivel C.
(Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)

2.6.5.4 Riesgo bajo: ropa protectora de nivel 4 o nivel D

El equipo de bajo nivel de seguridad puede ser apropiado para la exposición a condiciones que presentan pocos riesgos.

CARACTERÍSTICAS:

1. El traje descartable puede no ser necesario si no hay riesgo de polvo peligroso, vapores químicos o productos químicos líquidos.
2. Sobra que llevar un casco de seguridad.
3. Protección auditiva o dispositivo de comunicación bidireccional.
4. La máscara filtrante de polvo brinda una mínima protección contra el polvo pero no protege de los vapores químicos.
5. Protección ocular envolvente, que protege los ojos de los impactos pero no de los productos químicos.
6. Mallas largas para climas fríos en el interior del traje.
7. Guantes resistentes a productos químicos para la capa protectora interior.
8. Se pueden utilizar guantes de cuero por fuera de los guantes resistentes a productos químicos para proteger contra la abrasión.
9. Botas de cuero, o de goma y resistentes a productos químicos, con puntas y contrafuertes de acero.
10. Cubre botas opcionales resistentes a productos químicos y sellados a la pernera del traje.

http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9767 (Ref: US Department of Labor)



FIGURA 2.30:
Riesgo bajo: ropa de protección
de nivel 4 o nivel D. (Cortesía de
la EPA de Estados Unidos y el DOE
de Canadá)

2.7 DOCUMENTACIÓN SOBRE EL SITIO Y LAS MUESTRAS

2.7.1 USO DE CUADERNOS

La documentación apropiada sobre los sitios en los que se realizan todas las actividades es una parte integral de la inspección y de la investigación de campo. Quienes toman las muestras deben conservar notas individuales de las operaciones de toma de muestras. Se trata de un registro escrito de todos los datos recopilados sobre el terreno, las observaciones, la calibración de los equipos de campo, y los formularios para las muestras y la cadena de custodia. Estas notas deben ser registradas en un cuaderno encuadernado, resistente al agua y con páginas numeradas secuencialmente (con números impresos o escritos a mano). Cada persona debe tener su cuaderno y hay que escribir las notas con tinta resistente al agua. El cuaderno debe contener la información que figura a continuación y que es pertinente para el programa de toma de muestras.

Los apuntes en el cuaderno deben ser un registro cronológico de información y actividades. Cada página debe estar numerada y contener documentación precisa e inclusiva de la actividad de toma de muestras. Cada anotación debe incluir la fecha y la hora. Debido a que la información del cuaderno es la base para futuros informes, debe contener datos objetivos y factuales, independientes de sentimientos personales y sin terminología que puede ser inapropiada. Los cuadernos no deben ser compartidos y solamente deben contener notas de su propietario. Nunca hay que tachar las anotaciones de manera que resulten ilegibles. Si se comete un error se debe tachar con una sola línea y se debe poner las iniciales al lado de la corrección. No se deben arrancar las páginas. Todos los apuntes deben hacerse en el momento de la actividad en el sitio o lo antes posible a continuación de la misma.



FIGURA 2.31:
Conviene utilizar cuadernos Rite in the rain, con páginas numeradas, y tinta resistente al agua para registrar los apuntes de campo. (Cortesía del DOE de Canadá)

2.7.2 INFORMACIÓN SOBRE EL SITIO Y LA POSICIÓN

- Cuando se inspeccionan establecimientos industriales, estos suelen facilitar mapas, diagramas del sitio e información similar, si no se dispone de dicha información. Hay que conservar estos datos como referencia para futuras inspecciones. Se recomienda registrar la

siguiente información adicional en el cuaderno de campo:

- Documentación sobre el sitio y las muestras
- Hora y minuto de la entrada al sitio, preferiblemente escrito en formato 24 horas (por ejemplo, 23:18);
- Condiciones sobre el terreno (físicas, meteorológicas, hidrológicas);
- Nombre del recolector de la muestra;
- Nombre de la empresa;
- Nombre del sitio (utilizar un acrónimo breve);
- Latitud y longitud de puntos de referencia o sitios de muestras significativos o caminos utilizados para encontrar el sitio, registrados mediante un sistema de posicionamiento global (GPS)

Los sistemas GPS actuales alcanzan una precisión de 3 a 5 metros. Muchos sistemas ofrecen funciones de localizaciones múltiples, registro de datos, marcadores de posición y navegación. Las unidades de GPS reciben señales transmitidas desde 3 o más satélites que orbitan la tierra y luego calculan su posición respecto a los satélites.

El tipo de unidad de GPS que se elige depende del grado de precisión deseada para el proyecto. Estos tipos pueden ser para cartografía y comercial (precisión $\geq 3,0$ m), diferencial (precisión $\geq 1,0$ m) y de revisión (precisión $\geq 5,0$ mm). Cuando se utiliza una unidad de tipo comercial, hay que seleccionar una que reciba la señal del sistema de aumento de zona amplia (WAAS) para conseguir una precisión $\geq 3,0$ m, ya que de otra manera esta será aproximadamente ≥ 10 m.

PROCEDIMIENTO SUGERIDO

1. Seleccionar las ubicaciones con una visibilidad ilimitada del cielo, lo que permite acceder a la mayor cantidad de satélites posible, y posicionar la unidad de GPS verticalmente o utilizar una antena para mejorar la recepción de señal.
2. Se deben registrar las coordenadas de GPS que indiquen la ubicación específica del punto de toma de muestras en función de la latitud y la longitud o de sistemas de coordenadas planos, tal como el sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (UTM), para que el usuario pueda retornar a la misma posición o graficar información, incluyendo:
 - marcar en el diagrama del cuaderno de campo o en mapas preparados, o registrar en la memoria del GPS, la ubicación o los lugares donde se toman las muestras que se encuentren en corrientes de agua, ríos, áreas de desagües, estuarios y riberas, o cercanos a ellos;
 - marcar en el diagrama del cuaderno de campo o en mapas preparados, o registrar en la memoria del GPS, las riberas afectadas por vertidos de petróleo o productos químicos, o marcar las zonas afectadas en tierra.
3. Estimar sobre el terreno distancias, elevación, gradientes y áreas. Las coordenadas UTM son mejores, ya que permiten calcular distancias utilizando unidades métricas.
4. Añadir una descripción general de la zona, incluyendo las prácticas de uso de los terrenos corriente arriba y corriente abajo de los sitios de toma de muestras.
5. Registrar información sobre los procesos o productos observados, la producción de residuos, etc.
6. Apuntar la razón de la visita.
7. Registrar los nombres y las afiliaciones de las personas presentes (por ejemplo, recoger tarjetas profesionales).
8. Registrar la información sobre la calibración de instrumentos de campo.
9. Registrar todas las observaciones pertinentes (por ejemplo, velocidades de flujo).



FIGURE 2.32:
L'exactitude d'un système de positionnement global dépend du nombre de satellites que l'appareil peut déceler et la résolution des algorithmes du système. Les appareils GPS vont de petits modèles portatifs à des unités portables sur le dos et capables d'enregistrement de données.
(Crédits: l'EPA des États-Unis et d'Environnement Canada)

2.7.3 INFORMACIÓN RESPECTO A LA TOMA DE MUESTRAS

Los protocolos de toma de muestras son descripciones escritas preestablecidas de los procedimientos que hay que seguir para la recogida, embalaje, etiquetado, conservación, transporte y almacenamiento de muestras. La documentación adecuada del protocolo de toma de muestras es un componente esencial del programa de garantía de calidad sobre el terreno. La documentación del protocolo de toma de muestras debe guardarse como futura referencia; posiblemente deberán consultarse en un tribunal o pueden ser útiles para planificar futuras visitas para recoger muestras.

La documentación general del protocolo de toma de muestras debe determinar los lugares de recogida de muestras e incluir todo el equipo e información necesarios para proceder a ello, tal como:

- la naturaleza del material o las sustancias contaminantes que se hayan vertido, su composición y su concentración, si se conocen;
- el tipo de dispositivo de toma de muestras utilizado para recoger muestras y cualquier otro factor que pueda afectar la calidad de la muestra;
- mediciones sobre el terreno, tales como pH, oxígeno disuelto, temperatura, etc.;
- tipo de muestra (por ejemplo, agua, sedimento, biota, aire);
- cualquier preparación de campo (por ejemplo, filtrados);
- instrucciones específicas de conservación para cada tipo de muestra y parámetro en cuestión;
- etiquetado del recipiente de muestra.

Se recomienda completar la etiqueta y ponerla en el recipiente de la muestra antes de recoger esta, ya que la humedad y la tierra normalmente dificultan la escritura sobre la etiqueta después de la toma de muestras. Utilizar etiquetas de poliéster adhesivas permanentes, previamente numeradas y resistentes al agua (o algo equivalente). Pueden ser encargarse ya impresas y en divididas en dos partes con números únicos correspondientes: una parte para el recipiente y otra para la documentación. Otra forma es grabar el recipiente con un grabador para vidrio. Estos grabados se marcan directamente en el vidrio y constituyen un registro permanente.

La etiqueta debe indicar:

1. el nombre del sitio (generalmente un acrónimo breve o un número que represente el sitio);
2. la fecha (año – mes – día);
3. la hora (en formato 24 horas);
4. las iniciales de la persona que tomó la muestra;
5. el tipo de análisis solicitado.

Transferir una copia exacta de la información de la etiqueta al cuaderno. Una información breve y clara en la etiqueta reducirá los errores de transcripción, ya que hay que transferir estos datos a los formularios de presentación al laboratorio, informes de laboratorio e informes científicos, de ingeniería y jurídicos. Cada transcripción representa una oportunidad de cometer errores y generar confusión.

1. Sellar la muestra y, en caso de utilizar precintos numerados legales, registrarlos en el cuaderno de campo.
2. Registrar el número de muestras.
3. Registrar el volumen de las muestras.
4. Registrar los números y tipos de las muestras para la garantía y el control de calidad, incluyendo las muestras testigo, las divididas, etc.
5. Registrar información sobre sitios de referencia o de control.

Cuando el equipo de las pruebas no puede, o no prefiere, registrar electrónicamente los datos, se debe anotar los datos recogidos sobre el terreno, como el pH, la conductividad, la temperatura, los niveles de agua estática y las características del aire ambiente. Hay que vincular las anotaciones sobre el sitio con la posición física de este. Si es posible, utilizar coordenadas GPS.



En el cuaderno de campo hay que resumir los detalles del almacenamiento de las muestras (presentación y temperatura), su embalaje (sobre hielo o refrigerado) y el método de transporte desde el terreno al laboratorio, así como la información sobre la cadena de custodia.

2.7.4 UTILIZACIÓN DE CÁMARAS FOTOGRÁFICAS

En muchos casos se documentará la actividad de toma de muestras utilizando fotografías (clásicas o digitales). Las fotografías son frecuentemente la manera más fácil, precisa y conveniente de demostrar las observaciones y brindar una identificación positiva del punto de la toma de muestras. Las fotografías que documentan los puntos de la toma de muestras deben incluir dos o más puntos de referencia para hacer más fácil la identificación posterior del sitio.

La escena debe ser fotografiada desde un ángulo lo más amplio posible para darle un contexto. A continuación las fotografías deben irse acercando progresivamente al punto de interés, para poder apreciar los detalles. Si es posible y seguro, hay que obtener una fotografía desde un punto de vista elevado respecto a la escena.

FIGURA 2.33:

La marcación física de la prueba, el registro electrónico durante el escaneo y el registro de los datos en el cuaderno son técnicas esenciales para el registro de la información.

(Cortesía de la EPA de Estados Unidos y del DOE de Canadá)



FIGURA 2.34:
Las cámaras fotográficas son herramientas esenciales para la recogida de pruebas. Las fotografías deben ser realizadas para presentar el contexto y el escenario del lugar del delito desde una perspectiva amplia y dar después mayores detalles con fotografías cada vez más cercanas (Cortesía de Brasil - Policía Federal)

FIGURA 2.35:
Vistas generales desde las cuatro direcciones y vistas aéreas (Cortesía del DOE de Canadá)



Las fotografías de las muestras en sus recipientes deben ser tomadas tras ser etiquetadas y selladas, lo suficientemente de cerca como para mostrar las etiquetas, con el número de la muestra claramente visible y permitir vincular la muestra a su fuente.

Puede ser útil recoger una muestra duplicada, una en un recipiente transparente de vidrio y otra en uno de vidrio de color ámbar, si ese es el tipo de vidrio apropiado (por ejemplo, en el caso de una muestra orgánica para prevenir la fotodegradación). La fotografía puede mostrar el estado de la muestra tomada en el sitio afectado en el recipiente de vidrio transparente, mientras que el análisis se efectuará en la muestra del recipiente apropiado de color ámbar. Se puede tomar una segunda muestra en vidrio transparente en el sitio de control si hay una diferencia visual suficiente entre este y el sitio impactado.



FIGURA 2.36 :
 Cuando el color o la claridad son pruebas importantes, conviene recoger las muestras en botes transparentes y fotografiarlos ante un fondo neutro.
 (Cortesía del DOE de Canadá)

Para cada fotografía, hay que anotar en el cuaderno:

- la fecha y hora de la fotografía;
- el nombre del fotógrafo;
- el nombre del sitio;
- la ubicación GPS o dirección de la brújula y la descripción del sujeto de la fotografía;
- el número de la fotografía digital o del rollo de película;
- los detalles significativos de la vista tomada en la fotografía.

2.7.5 UTILIZACIÓN DE CÁMARAS VÍDEOS

Las películas de video también pueden ser muy útiles. Se pueden usar para mostrar dónde se tomaron las muestras y que se tomaron correctamente. También pueden indicar las condiciones que prevalecen en el sitio y dar una idea de la situación a aquellos que no han tenido la oportunidad de ir allí. Preste atención al ángulo elegido de la cámara. La escena debe filmarse inicialmente con el ángulo más amplio posible para presentar el entorno general que prevalece alrededor de la escena. Luego, los videos deben acercarse gradualmente al punto de interés para mostrar ciertos detalles allí. Si es seguro hacerlo, tome una vista elevada de la escena.

Cuando una persona toma una panorámica del lugar debe tener cuidado de mantener estable la cámara, o de preferencia montarla sobre un trípode, y de hacerla lentamente. Tiene que asegurarse de etiquetar el dispositivo de almacenamiento digital o videocasete con el lugar, fecha, número de incidente y su nombre. Si decide incluir un comentario verbal sobre la escena utilizando la grabación audio de la cámara, debe asegurarse de que las descripciones sean precisas. Por lo general es mejor limitarse a filmar la escena con objeto de grabar los sonidos de las actividades en curso, sin la voz de quien graba. La persona que graba luego puede tomar notas sobre la escena filmada, que pueden ser utilizadas después como testimonios.

2.7.6 UTILIZACIÓN DE DISPOSITIVOS DE GRABACIÓN DE VOZ

Los dispositivos de grabación de voz se pueden utilizar para grabar notas tomadas sobre el terreno y, en el caso de ciertas autoridades, las entrevistas con testigos. Las notas deben ser grabadas claramente, y luego deben ser transcritas a un texto. Las autoridades locales pueden tener exigencias legales específicas sobre la utilización de un dispositivo de grabación de voz, especialmente en relación a la grabación de conversaciones cuando haya que respetar la privacidad o la confidencialidad. Consultar con el departamento de justicia local para conocer la política aplicable.

2.8 INFORMES DE EXPERTOS Y SOBRE EL TERRENO

Los informes sobre los hechos y los informes de expertos dependerán de la calidad y de la fiabilidad de las muestras y las pruebas físicas recogidas sobre el terreno. El respeto de los protocolos de preparación adecuada, de toma de muestras y analíticos ayudarán a definir las fuentes de errores potenciales o reales de los datos, o a defender las pruebas presentadas en procesos jurídicos.

2.8.1 CALIDAD DE LOS DATOS E INFORMES FACTUALES Y DE EXPERTOS

Los objetivos de calidad de los datos determinan el grado de incertidumbre o de error tolerable para dichos datos. Los objetivos de calidad de los datos pueden ser cualitativos o cuantitativos. Los cualitativos son descripciones específicas de las medidas que hay que tomar si una respuesta no cumple estos objetivos. Los problemas de calidad de los datos frecuentemente se deben a errores de transcripción o bien a la contaminación durante la toma de muestras, el transporte o el proceso analítico.

2.8.2 DETECCIÓN DE ERRORES DE TRANSCRIPCIÓN

Los errores de transcripción pueden minimizarse mediante la utilización del número mínimo de identificadores en las etiquetas de muestra, la anotación electrónica de los resultados analíticos y la copia precisa de los archivos de datos electrónicos.

¿Qué medidas hay que tomar si se sospecha que hay errores de transcripción? Entre las posibles soluciones figuran:

- Los errores de transcripción generalmente se detectan y se corrigen comparando de manera metódica las notas tomadas sobre el terreno (especialmente en lo que se refiere a los identificadores de la muestra) con los resultados analíticos y los informes.

2.8.3 DETECCIÓN DE ERRORES ANALÍTICOS DE CONTROL DE CALIDAD

Los errores de control de calidad pueden ser detectados utilizando muestras de control de calidad, tales como muestras testigo, muestras testigo para el transporte y el equipamiento o muestras cargadas. Medidas que deben tomarse para ayudar a corregir la situación cuando se sospecha o se detecta la presencia de errores de control de calidad:

- desechar los datos;
- hacer una prueba del material de análisis con muestras testigo o cargadas;
- volver a tomar las muestras;
- sustraer de los datos los correspondientes las muestras contaminadas.

Por otra parte, los objetivos de control de calidad cuantitativos implican términos cuantitativos específicos tales como las desviaciones estándar, las desviaciones estándar relativas, la recuperación porcentual, la diferencia relativa porcentual y la concentración.

Por ejemplo, si no puede alcanzarse el límite de detección más bajo deseado se pueden tomar ciertas medidas:

- Volver a analizar la muestra. Es fundamental que la muestra sea lo suficientemente grande como para permitir un análisis de verificación.
- Aceptar un nivel de detección más alto.
- Juntar varias muestras para obtener otra más grande. (Esto puede reducir la precisión del conjunto de datos para definir el problema).
- Probar un método de análisis distinto.
- Volver a tomar una muestra en el mismo sitio o en un sitio diferente, y tomar muestras más grandes.

2.8.4 FORMATO DE LOS INFORMES DE EXPERTOS Y SOBRE EL TERRENO

El formato de los informes y el contenido de los mismos dependerá del propósito del informe y de las exigencias de las autoridades jurídicas. Generalmente, los informes sobre el medio ambientales deben redactarse en un lenguaje claro, con un mínimo de acrónimos técnicos. Cualquier término técnico debe ser señalado y traducido a un lenguaje simple, para que el público jurídico y no especializado pueda entender los términos.

AGUA 1 ofrece un ejemplo sobre cómo presentar información técnica y científica en un formato ilustrado comprensible para públicos judiciales.

2.9 TABLAS DE INFORMACIÓN

2.9.1 SELECCIÓN DE LAS PRUEBAS SEGÚN EL TIPO DE ACTIVIDAD

Según la situación, se pueden pedir pruebas toxicológicas para cualquiera de estos tipos de actividades.

TABLA 2.9.1.1 | Pruebas toxicológicas según el tipo de actividad

Tipo de actividad	Pruebas toxicológicas
VERTIDOS AGRÍCOLAS	Herbicidas, NO ₂₊₃ , pesticidas, fósforo, pH
PRODUCTOS QUÍMICOS Y PLÁSTICOS	Metales
MINAS DE CARBÓN	RNF (residuos no filtrables), PAH (hidrocarburos aromáticos policíclicos) Siglas en español HAPs
SITIOS CONTAMINADOS	BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), EPH (hidrocarburos de petróleo extraíbles), VH/VPH (hidrocarburos volátiles/hidrocarburos de petróleo volátiles), metales, PAH
ACEITES DE SUPRESIÓN DE POLVO	PCB (policlorobifenilos)
PISCICULTURA	Fósforo disponible, H ₂ S (sobre el terreno), redox (sobre el terreno), tamaño de grano de los sedimentos, temperatura (sobre el terreno), total de metales, TVR
PISCIFACTORÍAS	Amoníaco, RNF, fósforo total
PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS	Amoníaco
AGUA SUBTERRÁNEA	Bromuros, cloruros, fluoruros, metales, NO ₂₊₃ , pesticidas, pH, turbidez
RESIDUOS PELIGROSOS	Metales, PCB, pesticidas
EFLUENTES INDUSTRIALES	Acidez, alcalinidad, amoníaco, bacterias (total de coliformes fecales), bioensayos, (trucha/ dafnia CL50 & TL50), BOD (demanda bioquímica de oxígeno), bromuros, COD (demanda química de oxígeno), cloruros, fluoruros, metales, RNF, NO ₂₊₃ , COT (Carbono Orgánico Total), turbidez
LIXIVIADOS DE VERTEDEROS	Mercurio, NO ₂₊₃ , pH
LAVANDERÍAS	Amoníaco, fósforo, pH, PERC
CARNES Y AVES DE CORRAL	Aceites y grasas, pH
EFLUENTES MINEROS Y DE TERMINACIÓN DE METALES	Amoníaco, cianuro, mercurio, metales, RNF, PAH, pH, sulfuros
EFLUENTES MUNICIPALES	Amoníaco, bacterias (CT-coliformes totales, CF-coliformes fecales, estreptococos), BOD, bioensayos, (Dafnia y trucha), COD, conductividad, metales, NO ₂₊₃ ortofosfatos, pH, COT, total de fosfatos, turbidez
PRODUCTOS DEL PETRÓLEO (REFINERÍA)	VH/VPH en la gasolina, alcoholes minerales, diluyentes de pintura, EPH en los combustibles diésel, aceites y grasas lubricantes, aceites hidráulicos, BTEX, aceites y grasas, COT, metales, sulfuros, turbidez, RNF, pH, fenoles NOTA: Analizar los EPH y los VH para determinar los valores cuantitativos de la mayoría de los productos del petróleo. Informar al laboratorio si se precisa distinguir entre los hidrocarburos naturales y los del petróleo
PULPA Y PAPEL	Amoníaco, BOD, dioxinas y furanos, CL50/TL50 peces y Dafnia, metales, RNF, pH, ácidos de resinas
FUNDICIONES METALÚRGICAS	Mercurio, metales, NO ₂₊₃
AGUA SUPERFICIAL	Acidez, alcalinidad, bacterias (enterococcus, E.coli, coliformes totales y fecales), cloruros, fluoruros, RNF, ortofosfatos, pH, CIT, fósforo total, turbidez
TRANSFORMADORES Y CONDENSADORES	PCB
ACEITES USADOS	EPH, aceites y grasas, PCB, residuos especiales de aceites y grasas
VIRUTAS DE MADERA	Fenoles clorados
ESTABLECIMIENTOS DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA	Antimanchas de hongos (cloruro de didecildimetilamonio, 3-yodo-2-propinil butil carbamato, Cu-8, 2-(tiocianatometil)benzotiazol, fenoles clorados (penta, tetra, tri y di fenoles clorados, guayacoles, catecoles), PAH

2.9.2 RECIPIENTES PARA LA TOMA Y LA CONSERVACIÓN DE MUESTRAS, Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

Para obtener los mejores resultados analíticos, es crucial la manipulación correcta de las muestras y su pronta entrega al laboratorio. Las tablas en esta sección y los protocolos en la sección siguiente detallan las prácticas utilizadas en materia de recipientes y conservación. Las muestras deben ser entregadas al laboratorio lo más pronto posible para garantizar que los resultados analíticos sean representativos del sitio de recogida. Aquí ofrecemos dos definiciones que se deben tomar en cuenta:

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO - Tiempo que transcurre desde que se recolecta la muestra hasta que esta es analizada o fijada (es decir, extraída de la matriz mediante un solvente).

TIEMPO DE RESPUESTA - Tiempo que transcurre desde que el laboratorio recibe la muestra hasta que transmite un resultado del análisis a quien se la envió.

En la mayoría de los casos, es esencial entregar la muestra al laboratorio lo antes posible. Siempre hay que intentar reducir al mínimo el tiempo de almacenamiento y presentar las muestras al laboratorio lo más pronto posible. En el informe del laboratorio se señalarán las muestras para las que se haya excedido el tiempo de almacenamiento y se informará de ello a quien las haya enviado.

CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Ya que es difícil saber qué cambios físicos, biológicos y químicos pueden ocurrir durante el tiempo de almacenamiento, las muestras deben mantenerse refrigeradas aproximadamente a 4°C, para reducir la actividad biológica y el índice de descomposición química. Se deben agregar conservantes químicos a la muestra siempre que sea necesario fijar al analito en cuestión para evitar su pérdida o descomposición.

Table 2.9.2.1 | Química inorgánica: recipientes para la toma y conservación de muestras, y tiempo de almacenamiento

Parámetro	Sustancia	Recipiente para muestras	Conservación	Tiempo de almacenamiento(días)
ACIDEZ, ALCALINIDAD	Agua	PEAD, 1 L++	4° C	14
AMONIACO	Agua	PEAD, 1 L++	4° C	5
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Agua	PEAD, 1 L	4° C	3
BROMUROS, CLORUROS, FLUORUROS, NITRATOS, NITRITOS, FOSFATOS, SULFATOS, NITRÓGENO TOTAL	s/s/b	Vaso descartable, 125 mL	4° C	30
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Agua	PEAD, 250mL	H2SO4 < pH 2*** (en laboratorio)	30
CLORURO, FLUORURO, SULFATO	Agua	PEAD, 1 l++	4° C	30
CLORO RESIDUAL	Agua	Test in situ	4° C	Inmediatamente
COLOR	Agua	PEAD, 1 l++	4° C	3
CONDUCTIVIDAD	Agua	PEAD, 1 l++	4° C	30
CONDUCTIVIDAD	s/s/b	Vaso descartable, 125 mL	4° C	30
CIANURO	Agua	PEAD, 250mL	NaOH > pH 12*** sobre el terreno	14
CIANURO	s/s/b	Vaso descartable, 125 mL	4° C	30

OXÍGENO DISUELTO	Agua	PEAD, 1 L	Ninguno; llenar para excluir el aire/ Sin cabeza de aire.; 4° C	Lo antes posible
CROMO HEXAVALENTE	Agua	PEAD, 250 mL	4° C	24 horas
LIXIVIADO	Agua	Vidrio ámbar, 1 L		7
LIXIVIADO	s/s/b	Vidrio ámbar, 1 L		7
MERCURIO disuelto	Agua	Vidrio ámbar lavado con ácido, 100 mL	Filtrado sobre el terreno a través de un filtro de acetato de celulosa de 0.45µ, K ₂ Cr ₂ O ₇ y HNO ₃ < pH 2*** (en laboratorio)	30
MERCURIO total	Agua	Vidrio ámbar 100 mL	K ₂ Cr ₂ O ₇ y HNO ₃ < pH 2*** (en laboratorio)	30
MERCURIO total	s/s/b	Vidrio ámbar, 100 mL	4° C	30
METALES disuelto	Agua	PEHD mLnuevo, certificado limpio o lavado con ácido, 250 mL	Filtrado sobre el terreno a través de un filtro de acetato de celulosa de 0.45µ, HNO ₃ < pH 2, o filtrado y conservación en el laboratorio (según la fuente)	180
METALES (totales)	Agua	PEAD mLnuevo certificado limpio o lavado con ácido, 250 mL	HNO ₃ < pH 2 sobre el terreno o en laboratorio (según la fuente)	180
METALES (totales)	s/s/b	Vaso descartable, 125 mL	4 °C	180
HUMEDAD	s/s/b	Vaso descartable, 125 mL	4 °C	30
NITRATOS, NITRITOS FOSFATOS (totales, disueltos, ortho)	Agua	PEHD, 1 L++	4 °C	3
NITRÓGENO (totales, disueltos)	Agua	PEHD, 1 L++	4 °C	5
NITRÓGENO (totales, kjeldahl) TKN	Agua	PEHD, 1 L++	4 °C	28
RESIDUOS NO FILTRABLES - (total, total disuelto, suspendidos - también "total de sólidos suspendidos"-)	Agua	PEHD, 1 L++	4 °C	24 h para los efluentes de las fábricas de pulpa y papel, 7 días para el resto de las muestras
pH	Agua	PEHD, 1 L++	4 °C	3
pH	s/s/b	Vaso descartable 125 mL	4 °C	30
RADIONUCLEIDOS, RADIO-226	Agua	PEHD, 1 L		30
SULFURO	Agua	PEHD, 500 mL	ZnAc sobre el terreno	7
SULFURO	s/s/b	Vaso descartable, 125 mL	ZnAc sobre el terreno	30
TURBIDEZ	Agua	PEHD, 1 L++	4 °C	3
RESIDUOS VOLÁTILES EN SEDIMENTOS	s/s/b	Vaso descartable, 125 mL	4 °C	7

TABLA 2.9.2.2 | Química orgánica: recipientes para toma y conservación de muestras, y tiempo de almacenamiento

Parámetro	Sustancia	Recipiente para muestras	Conservación	Tiempo de almacenamiento (días)+
HALUROS ABSORBIBLES ORGÁNICOS	Agua	Vidrio ámbar 500 mL**	HNO ₃ sobre el terreno < pH 2***	30
ANTIMANCHAS DE HONGOS	Agua	Vidrio ámbar 1 L	4 °C (véase el protocolo de toma de muestras)	30
ANTIMANCHAS DE HONGOS	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL	4 °C (véase el protocolo de toma de muestras)	30
BILIS DE OSO	Agua	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
BILIS DE OSO	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
CARBONO - total inorgánico, total orgánico, inorgánico disuelto, orgánico disuelto	Agua	PEAD, 250 mL	HCl < pH 2, 4 °C	28
CARBONO, total	sólido	Vaso descartable, 125 mL	HCl < pH 2, 4 °C	28
FENOLES CLORADOS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	30
FENOLES CLORADOS	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
DIOXINAS Y FURANOS	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
DIOXINAS Y FURANOS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	30
ÁCIDOS GRASOS	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
ÁCIDOS GRASOS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	30
GLICOLES	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	7
GLICOLES	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	7
HERBICIDAS (AEH)	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	7
HERBICIDAS (AEH)	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
HIDROCARBUROS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	7
HIDROCARBUROS	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**/**	4 °C	14
IDENTIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	7
IDENTIFICACIÓN DE HIDROCARBUROS	s/s/b	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	7
HIDROCARBUROS, ACEITE Y GRASA,	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	HCl < pH 2*** (en laboratorio)	30
HIDROCARBUROS, ACEITE Y GRASA	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
SUSTANCIAS QUE AGOTAN EL OZONO	recipiente	2 latas de producto	4 °C	7
PCB	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	30
PCB	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
PESTICIDAS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	7
PESTICIDAS	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	7
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
ÁCIDOS RESÍNICOS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	NaOH > pH 12*** (en laboratorio)	30
ÁCIDOS RESÍNICOS	s/s/b.	Vidrio ámbar 180 mL**	4 °C	30
FENOLES SUSTITUIDOS	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	14
SURFACTANTES	Agua	Vidrio ámbar 1 L**	4 °C	30
TRIOHALOMETANO	Agua	2 viales de vidrio ámbar con septum*, de 40 mL*	4 °C	14
TRIOHALOMETANO	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**/**	4 °C	30
COMPUESTOS VOLÁTILES	Agua	2 viales de vidrio ámbar con septum* de 40 mL	4 °C	7
VOLÁTILES	s/s/b	Vidrio ámbar 180 mL**/**	4 °C	14

TABLA 2.9.2.3 | Muestras para toxicología

Parámetro	Recipiente para muestras	Conservación	Tiempo de almacenamiento(días)+
DAPHNIA (crónica 21d, crónica CE ₂₀)	Recipiente de 20 L para bioensayo	4°C	5
DAPHNIA (CL50, LT50)	2 x 1 L PEAD	4°C	5
TRUCHA (CL50)	4 recipientes de 20 L para bioensayos	4°C	5
TRUCHA (TL50)	4 recipientes de 20 L para bioensayos	4°C	5

TABLA 2.9.2.4 | Toma de muestras bacterianas, recipientes para muestras, conservación, tiempo de almacenamiento

Parámetro	Recipiente para muestras	Conservación	Tiempo de almacenamiento (días)+
COLIFORMES FECALES	Recipiente aséptico de 250 mL	4°C; para muestras cloradas, agregar tiosulfato de sodio	Máximo 6 horas
DEFINICIÓN DE LAS BOTELLAS			
PEAD	Botella de polietileno de alta densidad		
VIDRIO ÁMBAR	Botella de vidrio ámbar tratada al calor		
S/S/B	Suelo/sedimento/biota		

* Sin espacio libre o burbujas de aire en el recipiente

** El recipiente debe tener una tapa recubierta de teflón

*** Corrosivo – portar guantes protectores

+ El tiempo de almacenamiento es el que transcurre desde la toma de muestras hasta el comienzo del análisis (o la fijación)

++ Solamente es necesaria una botella de PEAD de 1 L para todo el análisis

TABLA 2.9.2.5 | Metales pesados y muestras orgánicas

Parámetro	Recipiente para muestras	Conservación	Tiempo de almacenamiento (días)+	Análise
VEGETACIÓN	Polietileno, boca ancha, 250 mL*	4 °C o congelar**	***	Metales pesados
	Vidrio ámbar, boca ancha, 250 mL	4 °C o congelar**	2	Productos químicos orgánicos****
TEJIDO ANIMAL	Polietileno, boca ancha, 250 mL*	4 °C o congelar**	***	Metales pesados
	Vidrio ámbar, boca ancha, 250 mL	4 °C o congelar**	2	Productos químicos orgánicos****
VEGETACIÓN	Vidrio claro, boca ancha, 250 mL	No congelar Almacenar a 4° C	1	Estructura de células y tejidos
TEJIDO ANIMAL	Vidrio claro, boca ancha, 250 mL	No congelar Almacenar a 4° C	1	Estructura de células y tejidos

* El vidrio de borosilicato contiene metales y por lo tanto los recipientes deben ser de polietileno de alta densidad (PEAD) y lavados con ácido.

** Una vez que el material biológico es congelado, las células se rompen. Cuando se descongelan el contenido de las células puede liberarse en forma de "exudado", cuyos componentes pueden perderse si no se incluye en la muestra.

*** Los tiempos de conservación de los metales dependen de cada uno de ellos. Por ejemplo, el mercurio puede sublimar y por lo tanto hay que ocuparse de él lo antes posible.

**** En el caso de los productos químicos orgánicos se recomienda analizar la muestra en un plazo de 2 días cuando el producto tiene una vida media corta. Si se trata de ciertos productos químicos, tales como las sustancias orgánicas cloradas o los pesticidas (DDT, PCB, dioxinas y furanos), las muestras pueden tener una vida mucho más larga. Consultar con el laboratorio de análisis antes de recoger la muestra.

2.9.3 PROTOCOLOS DE TOMA DE MUESTRAS SEGÚN EL TIPO DE PRUEBA

TABLA 2.9.3.1 | Haluros absorbibles orgánicos (AOX)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS LÍQUIDAS	Efluente de fábrica de papel, incluyendo la lejía y las soluciones de las diferentes etapas del proceso de blanqueo de la pasta de papel
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta a lo largo de 1 hora
TIPO Y TAMAÑO DEL RECIPIENTE	Vidrio ámbar, 500 mL; tapa recubierta de teflón y septum de teflón
CONSERVACIÓN	Llenar para excluir el aire del recipiente; agregar si es necesario un 0,5 % de sulfato de sodio (Na ₂ SO ₃) y 1 mL de ácido nítrico concentrado (HNO ₃); almacenar a < 4° C - NO CONGELAR
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	
EFLUENTE FINAL	30 días
ETAPAS C Y E	2 días
TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Lodos
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DEL RECIPIENTE	Vidrio ámbar, 180 mL
CONSERVACIÓN	4°C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Recoger la muestra en una botella de vidrio ámbar.
2. Rellenar la botella completamente para eliminar el aire.
3. Preparar una muestra testigo de reactivo para el transporte, acidificada a un pH 2 con 1 mL de HNO₃ concentrado.
4. Si se necesitan muestras compuestas, recogerlas durante un período de 1 hora.
5. Verificar la presencia de cloro residual en la muestra de la siguiente manera:
 - transferir aproximadamente 10 mL de la muestra a un tubo de ensayo;
 - agregar algunos cristales de yoduro de potasio;
 - agregar 5 gotas de una solución de almidón soluble al 1%;
 - un color azul indica presencia de cloro residual.
6. Cualquier cloro residual debe ser retirado inmediatamente con sulfito de sodio; agregar 1 mL de una solución de Na₂SO₃/l al 0.5%; agregar más si es necesario hasta que el color azul desaparezca; utilizar lo mínimo posible, ya que el exceso de sulfito de sodio dará bajos resultados de AOX erróneos.
7. Inmediatamente después de la recogida, pero una vez agregado el sulfito de sodio, ajustar el pH de la muestra entre 1,5 y 2 utilizando HNO₃ concentrado (1 mL/l es suficiente).
8. Tapar fuertemente la muestra; transportar con bloques helados y almacenar a < 4° C (no congelar). Proteger de la luz.

TABLA 2.9.3.2 | Alcalinidad/acidez

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS LÍQUIDAS	AGUA , effluents
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 l
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	14 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar el recipiente tres veces con el agua de la que se tomará la muestra.
2. Sumergir el recipiente en el agua hasta una distancia del fondo correspondiente a aproximadamente 1/3 de la profundidad total. No quitar la espuma de la superficie.
3. Rellenar el 95 % del recipiente.
4. Sacar del agua y tapar bien el recipiente.
5. Almacenar a 4° C.

Nota: Hay que seleccionar cuidadosamente la profundidad a la que se toma la muestra. Si se trata de aguas profundas, tomar la muestra a una distancia del fondo correspondiente a 1/3 de la profundidad total puede ser poco práctico; habrá que tomarla al menos a 1 m de la superficie. En aguas menos profundas, puede tomar muestras a 1 m de la superficie y a 1 m del fondo. En conductos o canales abiertos, tomar la muestra a una distancia del fondo correspondiente a 1/3 de la profundidad total.

TABLA 2.9.3.3 | Antimanchas de hongos (fungicidas utilizados en los aserraderos)

Conservantes de madera: cloruro de didecildimetilamonio (CDDA), 3-yodo-2-propinil butilcarbamato (IPBC), cobre-8 (Cu-8) y 2-(tocianometiltio) benzotiazol (TCMTB).

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Effluent d'usines de préservation et de traitement du bois; sols; sédiments
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 1 L; bouchon garni de téflon
SEDIMENTOS	Frasco de vidrio de boca amplia, 180 g
CONSERVACIÓN	4 °C
CDDAC E IPBC - LÍQUIDOS	5 mL de Rexonic N25-7* + 10 mL de formaldehído al 37 % por litro de muestra
CDDAC E IPBC - SEDIMENTOS	2,5 mL de Rexonic N25-7 + 5 mL de formaldehído al 37 % por 100 g de muestra
CU-8	1 mL de NaOH 3 N
TCMTB	Ningún conservante
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

Nota: "Rexonic N25-7" es el nombre comercial del alcoxi poli(etilenoxy)etanol

PROTOCOLO

1. No se debe realizar ningún enjuague, los sólidos deben ser ubicados en frascos mL de boca amplia de 180 mL.
2. Agregar los conservantes que se especifican en la lista que figura más arriba. Tapar fuertemente la muestra.
3. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.4 | Bacterias: coliformes fécaux et streptococos

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Efluentes sanitarios; agua superficial; sedimentos de agua residuales; biota
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Solamente muestras puntuales
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD estéril o vidrio ámbar, 250 mL
CONSERVACIÓN	Para muestras cloradas: agregar tiosulfato de sodio; 4° C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	6 horas

Nota: La toma de muestras bacterianas suele ser efectuada por las autoridades sanitarias. Para tomar muestras sin contaminación bacteriana es necesario aplicar técnicas de manipulación especiales (las llamadas "técnicas asépticas"). Si se deben tomar muestras bacterianas, pida a un inspector sanitario o a otra persona con formación en técnicas asépticas que tome la muestra por usted.

PROTOCOLO

1. Obtener botes estériles en el laboratorio. En el caso de las muestras que presenten un cloro residual de hasta 15 mg/l (por ejemplo, efluentes de plantas de tratamiento de líquidos cloacales), hay que utilizar botes especialmente tratados. Estos recipientes deben contener 0,1 mL de una solución de tiosulfato de sodio al 10 % para dechlorar la muestra.
2. Recoger la muestra lo más asépticamente posible; el bote debe mantenerse cerrado hasta el momento en que vaya a llenarse. No enjuagar la botella con el líquido que se empleará de muestra. Una vez abierto el bote, mantenerlo inclinado para evitar que entren bacterias desde arriba; sostener el tapón del bote con la parte interior hacia abajo. No pasar la mano, la ropa o cualquier otro objeto por encima del cuello del bote abierto. Cerrarlo lo antes posible.
3. Si se está muestreando el agua de beber en un grifo, hacerla correr durante 2 o 3 minutos antes de recoger la muestra para limpiar la tubería; a continuación, destapar con rapidez el bote, llenarlo y volver a taparlo inmediatamente.
4. En el caso del agua superficial, destapar el bote y sumergirlo rápidamente hasta unos 30 cm de profundidad. Si hay corriente, orientar la boca del bote contra la corriente.
5. Asegurarse de dejar un amplio espacio libre en el bote para poder agitar el contenido durante el análisis.
6. Mantener la muestra a 4° C; no congelar. Las muestras que no se conserven a 4° C no serán analizadas.

TABLA 2.9.3.5 | Bioensayo o determinación de la letalidad aguda (CL₅₀/TL₅₀)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Vertidos y aguas residuales
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Balde, garrafa o bombona; PEAD, 1 l, 20 l, 50 l, tambores de 100 l o recipiente plegable de plástico de 20 l
CONSERVACIÓN	4° C; no congelar; durante el transporte hay que mantener las muestras en la oscuridad y a una temperatura de 4° C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	5 días

Nota: Ponerse siempre en contacto con la sección de toxicología ambiental para confirmar las exigencias relativas a la toma de muestras con fines judiciales. El volumen necesario de las muestras depende del número de dafnias o del tamaño de los peces expuestos a cada solución de ensayo, de las exigencias respecto a la densidad de carga, de las concentraciones de los ensayos y del uso de réplicas. Para los ensayos de concentración única que utilizan truchas arco iris, normalmente se requieren volúmenes de muestra de 25 l a 50 l. Para las pruebas destinadas a determinar la CL 50, normalmente se requieren volúmenes de muestra de 120 l o más. Para bioensayos con dafnias, se requieren aproximadamente 2 l. Consultar con el laboratorio.

PROTOCOLO

1. Enjuagar los recipientes tres veces si la cantidad de muestra disponible lo permite.
2. Recoger el volumen de efluente requerido en un recipiente nuevo o lavado cuidadosamente.
3. Etiquetar indicando el tipo de muestra, la fuente, la fecha y la hora de recogida y el nombre de quien toma la muestra.
4. Conservar a 4° C

TABLA 2.9.3.6 | Carbono (inorgánico/orgánico/total/disuelto)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Aguas residuales cloacales; aguas residuales superficiales; efluentes de refinerías petroleras
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEHD, 250 mL
CONSERVACIÓN	HCl < pH 2, 4° C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	28 días

PROTOCOLO

1. Sumergir el recipiente en la fuente a una profundidad de 5 a 10 cm.
2. Rellenar el recipiente a un 95 % de su capacidad.
3. Agregar conservante; tapar la muestra fuertemente.
4. Conservar a 4° C

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Suelo; sedimento; biota
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vaso descartable, 125 mL
CONSERVACIÓN	HCL < PH 2, 4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	28 días

PROTOCOLO

1. Para muestras líquidas, sumergir el recipiente en la fuente a una profundidad de 5 a 10 cm
2. Rellenar el recipiente para excluir el aire; tapar la muestra fuertemente.
3. Almacenar a 4° C

TABLA 2.9.3.7 | Fenoles clorados

Conservantes de madera: pentaclorofenol; tetraclorofenol (2,3,4,6- y 2,3,5,6-); triclorofenol (2,3,4-, 2,3,5-, 2,3,6-, 2,4,5-, y 2,4,6-); diclorofenol (2,4- y 2,6-); tetracloguayacol; tricloroguayacol (3,4,5-, 3,4,6- y 4,5,6-); dicloroguayacol (3,4-, 3,5- y 4,5-); 4-monocloroguayacol.

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes de fábricas de conservantes de maderas; astillas de madera
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 1 l; la cantidad puede variar según los requerimientos del laboratorio; tapa recubierta con teflón
CONSERVACIÓN	4 °C, proteger de la luz
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Llenar un 95 % del recipiente
2. Tapar la muestra fuertemente.
3. Proteger de la luz. Almacenar a 4° C

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Efluentes de fábricas de conservantes de madera efluente de planta; astillas de madera
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 180 mL
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

TABLA 2.9.3.8 | Cloruros, fluoruros y sulfatos

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Agua superficial; agua subterránea; efluente; sedimento
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 l/Sedimentos: vaso descartable, 125 mL
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar la botella y la tapa tres veces con el líquido del que se recoge la muestra antes de llenarla.
2. Tapar bien la botella. Almacenar a 4° C

TABLA 2.9.3.9 | Cianuros

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluente de minería; efluente de procesos de terminación de metales; área de pesca ilegal
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual; o muestra compuesta, cada 24 h a lo largo de 7 días
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 250 mL
CONSERVACIÓN	Ácido ascórbico, si es necesario; 1,5 mL de una solución de NaOH al 40 % por 100 mL o agregar 2 pastillas de NaOH/250mL; 4° C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	14 días

Nota: Los agentes oxidantes pueden destruir el cianuro. Por este motivo, hay que verificar si la muestra contiene oxidantes poniendo una gota de la misma sobre papel de yoduro potásico y almidón al 5%; un color azul indica que se debe agregar ácido ascórbico. Agregar unos cuantos cristales de ácido ascórbico a la vez, y repetir hasta que la muestra no produzca cambios de color sobre el papel indicador, y agregar después otros 0,5 g. El NaOH aumenta el pH de la muestra a más de 12 para prevenir la disociación y así estabilizar el compuesto de cianuro. El NaOH en la concentración utilizada y en forma de pastilla es extremadamente corrosivo y puede causar severas quemaduras en la piel y en los ojos; se deben seguir los procedimientos habituales de seguridad. Normalmente el laboratorio que realiza los análisis suministra este conservante en pequeños viales. Si se toman muestras compuestas, colocar el conservante en el recipiente antes de recoger las muestras.

PROTOCOLO

1. Colocarse guantes protectores desechables.
2. Enjuagar el recipiente tres veces con el líquido del que se recoge la muestra.
3. Verificar si la muestra contiene agentes oxidantes y agregar ácido ascórbico si es necesario.
4. Agregar el NaOH; cerrar herméticamente.
5. Almacenar a 4° C.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Zona de efluentes de minería y procesos de terminación de metales, área de pesca ilegal
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 180 mL
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

TABLA 2.9.3.10 | Dibenzodioxinas, dibenzo-P-dioxinas, dibenzofuranos (PCDD/PCDF)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Efluentes de fábricas de pasta de papel; sedimentos; biota
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 1 L, Para los sedimentos: jarro de vidrio de boca ancha, 180 g
CONSERVACIÓN	4 °C; (Na ₂ SO ₃ para efluentes de factorías de blanqueo)
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

Ver EPS L/RM/19 de febrero de 1992 (<http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=89496F4E-1>) para el muestro de efluentes de fábricas de papel y de pasta de papel. Para otros casos, recoger las muestras directamente en los recipientes. Para muestras acuosas, no enjuagar los recipientes antes de rellenarlos; tomar muestras de 1 l en botellas de vidrio ámbar.

PROTOCOLO

1. Colocar los sólidos en frascos de vidrio de boca ancha de 180 mL.
2. Almacenar a 4° C

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Antiespumantes; superficies contaminadas
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	
ANTIESPUMANTES	Muestra puntual
SUPERFICIES	Frotis con hexano
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	
ANTIESPUMANTES	Vidrio ámbar, tapa recubierta con papel de aluminio o teflón
SUPERFICIES	Vidrio ámbar para muestras por frotis
CONSERVACIÓN	4°C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO – ANTIESPUMANTES

1. Recoger 180 mL de antiespumante mL en un recipiente de vidrio.
2. Sellar con una tapa recubierta con teflón o con papel de aluminio.
3. Almacenar a 4° C.

PROTOCOLO - ÉMISSIONS FUGITIVES

1. Empapar una almohadilla absorbente con un volumen conocido de hexano calidad pesticida. Frotar (en ambas direcciones) un área de 25 x 25 cm. Insertar la almohadilla en una botella de vidrio ámbar; utilizar una tapa recubierta con teflón o papel de aluminio.
2. Proteger de la luz. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.11 | Glicol

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Efluentes de aeropuertos, corrientes y drenajes pluviales; guías sobre el glicol
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual; 2 muestras, la segunda tomada al menos 30 minutos y no más de 24 horas después de la primera
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 180 mL ou 1 L
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	7 días

PROTOCOLO

1. En los aeropuertos, tomar la primer muestra, y luego esperar al menos 30 minutos y no más de 24 horas antes de tomar la segunda.
2. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.12 | Lixiviado (Procedimiento de determinación de toxicidad por lixiviado (TCLP))

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Varios; material de desecho o residuos peligrosos
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 1 l o 1 kg
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	Depende del analito

PROTOCOLO

1. Para componentes volátiles, no dejar espacio libre. Si el material es sólido, minimizar la cantidad de aire en el recipiente.
2. Debido a la variabilidad de los tipos de muestras para los análisis, no se puede presentar un protocolo específico de toma de muestras. El protocolo dependerá del tipo de material que habrá que analizar y de los analitos que presenten interés.
3. Para elegir los procedimientos de toma de muestras y los recipientes véanse las secciones sobre el tipo de matrices y las exigencias específicas para cada analito.
4. Para muestras sólidas granulares, tomar muestras compuestas en diversos sitios del material de desecho.
5. Conservar las muestras únicamente almacenándolas a 4° C.
6. Enviar al laboratorio lo antes posible.

TABLA 2.9.3.13 | Metales (totales, extraíbles, disueltos o suspendidos)

Incluyendo: aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), azufre (S), boro (B), bario (Ba), berilio (Be), calcio (Ca), cadmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estaño (Sn), estroncio (Sr), fósforo (P), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), potasio (K), plata (Ag), plomo (Pb), selenio (Se), silicio (Si), sodio (Na), titanio (Ti), torio (Th), uranio (U), vanadio (V), zinc (Zn).

Nota : Los protocolos de laboratorio dependerán del analito que se analice. Consultar con el laboratorio para determinar el volumen de la muestra requerido y los metales que se pueden analizar.

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; efluente industrial (productos madereros, pulpa y papel, productos químicos, plásticos, procesamiento de petróleo, terminación de metal); minería y refinería
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 250 mL
CONSERVACIÓN	HNO ₃ (ver protocolo)
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	180 días

¡ATENCIÓN! El ácido nítrico es extremadamente corrosivo; utilizar guantes. Produce vapores. NO AGREGAR NUNCA ÁCIDO NÍTRICO A MUESTRAS QUE PUEDEN TENER CIANURO, YA QUE SE PUEDE CAUSAR LA LIBERACIÓN DE CIANURO GASEOSO, QUE ES MORTAL.

Las muestras que contienen ácido nítrico deben ser transportadas por una empresa cualificada para el manejo de bienes peligrosos; no pueden ser enviadas por vía aérea (IATA), salvo que la concentración del ácido nítrico utilizado como conservante sea de menos del 20%.

Las muestras que contienen ácido nítrico deben ser transportadas por una empresa cualificada para el manejo de bienes peligrosos; no pueden ser enviadas por vía aérea (IATA), salvo que la concentración del ácido nítrico utilizado como conservante sea de menos del 20%.

PROTOCOLO – TOTAL O EXTRAÍBLE

1. Colocarse guantes protectores.
2. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
3. Agregar el conservante: 1 mL de una solución de ácido nítrico al 35 % por cada 100 mL de muestra, o 2 mL de HNO₃ 1:1 por cada muestra de 250 mL. Tapar la muestra herméticamente y agitar para mezclar.
4. La muestra puede ser almacenada a temperatura ambiente.

PROCOTOLO – DISUELTO

1. Colocarse guantes protectores.
2. Utilizando una jeringa descartable de 60 mL que no contenga látex, inyectar la muestra por una membrana filtrante hidrófila Durapore de uso único de 29 mm, con un tamaño de poro de 0.45 (Millipore).
3. Repetir hasta acumular los 250 mL de muestra necesarios.
4. Enjuagar el recipiente una vez con una pequeña cantidad de filtrado. Rellenar el recipiente con el resto del filtrado; agregar el conservante (1 mL de una solución de ácido nítrico al 35 % por cada 100 mL de muestra). Tapar la muestra herméticamente y agitar para mezclar.
5. La muestra puede ser almacenada a temperatura ambiente.
6. Asegurarse de limpiar bien todos los filtros o jeringas descartables.

Nota: Los metales en suspensión son aquéllos que se capturan en el filtro.

METALES TOTALES

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Sitios de tratamiento de aguas residuales municipales; sitios industriales (productos madereros, pulpa y papel, productos químicos, plásticos, procesamiento de petróleo, terminaciones metálicas); minería y refinería
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vaso descartable, 125 mL
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	180 días

TABLA 2.9.3.14 | Metales – Cromo Hexavalente (CrVI)

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Sitios de tratamiento de aguas residuales municipales; sitios industriales (productos madereros, pulpa y papel, productos químicos, plásticos, procesamiento de petróleo, terminaciones metálicas); minería y refinería
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 250 mL
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	24 horas

TABLA 2.9.3.15 | Compuestos de Nitrógeno – nitratos y nitritos

Incluye: nitratos, nitritos, amoníaco, nitrógeno total Kjeldahl, nitrógeno total disuelto, nitrógeno total.

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Líquidos cloacales o efluentes; lixiviado de vertederos; fundiciones; vertidos agrícolas; agua subterránea
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 l
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	3 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Sumergir el recipiente en el agua a una profundidad de 5 cm a 10 cm.
3. Almacenar a 4° C.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Sitios agrícolas; suelo; vegetación; sedimento; lodo
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 180 mL
CONSERVACIÓN	4 °C, proteger de la luz del sol
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	3 días

TABLA 2.9.3.16 | Nitrógeno – Amoníaco

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; efluentes industriales (procesamiento de alimentos, terminación de metales, minería y refinería); tintorerías y lavanderías; descargas de líquidos cloacales domésticos; efluentes sanitarios industriales; efluentes de fábricas de pulpa y papel;
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta (24 horas)
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 L
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	5 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Rellenar el recipiente hasta el borde; tapar la muestra herméticamente.
3. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.17 | Nitrógeno total Kjeldahl

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; procesamiento de alimentos; terminación de metales; minería y refinería; tintorerías y lavanderías; descarga de líquidos cloacales; industrias de pulpa y papel;
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEHD, 1 L
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	28 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Rellenar el recipiente hasta el borde; tapar la muestra herméticamente.
3. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.18 | Residuos no filtrables (RNF)

Incluye: Residuos filtrables y no filtrables, también conocidos como total sólidos en suspensión (TSS).

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluente de agua superficial; efluente de planta de pulpa y papel; efluente de minería de metales
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS GENERAL	Muestra única
PULPA Y PAPEL	Muestra compuesta
MINAS DE METALES	Composés
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES GENERAL	Muestra puntual
PULPA Y PAPEL / MINERÍA	PEAD, 200 mL para muestras turbidas; 1 l para muestras claras
CONSERVACIÓN	PEAD, 1 L
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	4°C
	24 h para efluentes de pulpa y papel;
	7 días para otras muestras

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Si se trata de muestras compuestas, mantenerlas a 4° C.
3. Mantener las muestras a 4° C o por debajo de esta temperatura.

TABLA 2.9.3.19 | Aceites y grasas

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Efluentes de refinerías; suelos de sitios contaminados; industrias de carne y aves; fluidos de transformadores
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestras puntuales; en las refinerías de petróleo, muestras compuestas (24 horas)
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 1 L; tapa recubierta de teflón o papel aluminio
CONSERVACIÓN	HCl < pH 2*** (en el laboratorio); 4° C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días una vez añadido el agente de conservación

Nota: El aceite y la grasa se adhieren a los costados de la botella. Por este motivo, NO ENJUAGAR LA BOTELLA con el agua de la que se va a tomar la muestra; simplemente rellenar el recipiente, agregar el conservante y tapar la botella. Para refinerías de petróleo se requiere una muestra compuesta (24 horas).

PROTOCOLO

1. Recoger aproximadamente 1 L de muestra en botellas de vidrio con el tapón recubierto de teflón o papel aluminio.
2. Agregar 2 mL de H₂SO₄, o HCl concentrado por litro y almacenar a 4° C.
3. Para muestreadores automáticos o para muestras compuestas, agregar el conservante al recipiente de muestra antes de comenzar la toma de muestras. Mantener a 4° C durante el período de recogida de muestras (para refinerías de petróleo).

TABLA 2.9.3.20 | Oxígeno disuelto

Las pruebas para oxígeno disuelto se realizan normalmente sobre el terreno utilizando medidores de oxígeno disuelto o medidores multiparámetro equipados con sensores de oxígeno disuelto como parte de sus múltiples capacidades de medición. Antes de utilizar estos medidores hay que calibrarlos. También existen kits para el análisis colorimétrico de oxígeno disuelto, que son de fácil utilización para el usuario, y no necesitan ser calibrados. El tiempo para el análisis en el laboratorio de la demanda de oxígeno disuelto varía según el tipo de muestra recogida. Las muestras procedentes de establecimientos de tratamiento de efluentes tienen un plazo de análisis muy breve debido a que su demanda química de oxígeno (COD) o demanda bioquímica de oxígeno (BOD) puede ser muy alta. Consulte con el laboratorio antes de tomar la muestra para el análisis de oxígeno disuelto. Según los métodos analíticos del laboratorio y el tiempo necesario para los análisis puede ser preciso añadir preservantes a la muestra.

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Aguas, efluentes
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 L
CONSERVACIÓN	Ningún agente de conservación; rellenar de manera que se expulse el aire; 4° C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	Lo más rápido posible

PROTOCOLO

1. Sumergir el recipiente en el punto de toma de muestras. Evitar la espuma de la superficie.
2. Llenar el recipiente completamente.
3. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.21 | Demanda química de oxígeno (COD)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Aguas, efluentes
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 250 mL
CONSERVACIÓN	H ₂ SO ₄ /L < pH 2 (en laboratorio); 4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Sumergir el recipiente en el punto de toma de muestras a una profundidad de 5 cm a 10 cm (evitar la espuma de la superficie).
3. Llenar el recipiente hasta un 95 % de su capacidad.
4. Agregar el conservante; tapar la muestra herméticamente.
5. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.22 | Demanda bioquímica de oxígeno (BOD)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Aguas, efluentes
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 l
CONSERVACIÓN	Sin conservante; llenar hasta excluir el aire; 4° C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	3 días

Nota: Las pruebas para medir la BOD deben hacerse rápidamente. Elegir el momento de la toma de muestras tras haber consultado con el laboratorio para asegurarse de que las muestras serán analizadas lo antes posible.

PROTOCOLO

1. Antes de preparar sub-muestras para determinar la BOD, asegurarse de que los recipientes y sus tapas son enjuagados al menos tres veces con agua de la muestra compuesta; rellenar después las botellas hasta el borde para sacar el aire y taparlas con tapones de vidrio.
2. Si el análisis comienza en las 2 horas siguientes a la recogida de la muestra no hace falta conservarla en frío. Sino, mantener la muestra a 4° C o menos.

- Mantener las muestras compuestas a 4° C o menos durante el período de la composición, que no debe superar las 24 horas. En este caso, el tiempo de almacenamiento comienza una vez termine la composición. Mezclar vigorosamente y verter las muestras en las botellas adecuadas, sacando al aire.

TABLA 2.9.3.23 | Sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO)

Incluye: Clorofluorocarbonos (CFC), tetracloruro de carbono, metilcloroformo, halones.

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Productos comerciales
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	No disponible
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	2 latas de producto
CONSERVACIÓN	Sin conservante
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	7 días

PROTOCOLO

La mayoría de los laboratorios de protección ambiental no pueden analizar los CFC. Las muestras comerciales pueden ser analizadas en el exterior.

TABLA 2.9.3.24 | Pesticidas

Incluye: herbicidas, fosfatos orgánicos y carbamatos.

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Aguas superficiales; aguas subterráneas; vertidos agrícolas
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, de 1 l a 4 l; tapas recubiertas en teflón
CONSERVACIÓN	4 °C, proteger de la luz del sol
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	7 días

PROTOCOLO

- Normalmente se recoge de 1 l a 4 l de agua en recipientes de vidrio de color ámbar.
- Como no hay un preservante universal, consultar con el laboratorio antes de recoger las muestras.
- Las muestras deben ser almacenadas a menos de 4° C y hay que protegerlas de la luz del sol.
- Si se trata de sedimentos, recoger muestras de 180 mL; si se trata de biota, recoger uno o más organismos enteros. Los crustáceos son buenos indicadores.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Sitios agrícolas; suelo; vegetación; sedimento; lodo
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 180 mL
CONSERVACIÓN	4 °C, proteger de la luz del sol
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

TABLA 2.9.3.25 | Fósforo inorgánico (P205 o P)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Detergentes de lavado (empaquetados comercialmente y al por mayor); gasolina sin plomo
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Producto comercial sin abrir o frascos de vidrio de 125 mL para muestras al por mayor, ya se trate de líquidos o de sólidos; 1 l para productos al por mayor
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	3 días

Nota: Para muestras de gasolinas consultar con el laboratorio y verificar la reglamentación para informarse sobre los recipientes necesarios, la preservación, el tiempo de almacenamiento y el protocolo de toma de muestras.

PROTOCOLO

1. Comprar el producto.
2. Enviar el producto sin abrir al laboratorio.
3. Para muestras al por mayor: elegir pequeñas cantidades de diferentes partes del producto.
4. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.26 | Fosfatos (orto-, total disuelto y total)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes; aguas superficiales
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 l
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	3 días

Nota: Los fosfatos se adhieren al vidrio, por lo que las muestras deben tomarse en botellas de PEAD individuales, que luego el laboratorio utiliza para su análisis. Antes de tomar las muestras, pedir al laboratorio los recipientes necesarios.

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Recoger los efluentes en botellas de PEAD de 1 l.
3. No congelar las muestras; almacenarlas a 4° C.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Efluentes
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vaso descartable, 125 mL
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

TABLA 2.9.3.27 | Bifenilos policlorados (PCB)

Ver **SECCIÓN S 6.6.1 A 6.6.4**

TABLA 2.9.3.28 | Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes de plantas de conservación de madera; fundiciones de aluminio; efluentes de minas de carbón, materiales para techos
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 1 l; tapa recubierta con teflón o papel aluminio tratado con calor
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	7 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Aislar la boca y el tapón del recipiente con papel de aluminio tratado con calor, o utilizar un tapón recubierto de teflón. Tapar la botella herméticamente.
3. Almacenar a 4° C.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA Y SÓLIDOS	Efluentes de plantas de conservación de madera; fundiciones de aluminio; efluentes de minas de carbón; materiales de techos contaminados
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 180 mL, boca amplia; tapa recubierta de teflón o papel de aluminio tratado con calor
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Recoger una muestra con una herramienta apropiada tal como una cuchara o espátula de acero inoxidable o cortar con un cuchillo.
2. Aislar la boca y la tapa del recipiente con papel de aluminio tratado con calor, o utilizar un tapón recubierto de teflón. Tapar el recipiente herméticamente.
3. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.29 | Radionucleidos – Radio-226 (226Ra)

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS	Efluentes de minas de metal
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 l
CONSERVACIÓN	HNO ₃
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Colocarse guantes protectores.
2. Enjuagar tres veces el recipiente y el tapón con el líquido del que se va a tomar la muestra.
3. Agregar el conservante: 1 mL de ácido nítrico al 35% para una muestra de 100 mL de pH < 2, o 2 mL de HNO₃ 1:1 para una muestra de 250 mL. Se pueden agregar los conservantes hasta 5 días después de recoger la muestra.
4. Tapar la muestra herméticamente y agitar.
5. Las muestras se pueden almacenar a temperatura ambiente.

TABLA 2.9.3.30 | Ácidos resínicos

Incluye los ácidos abiético, cloro dehidroabiético, dehidroabiético, isopimárico, levopimárico, neoabiético, sandaracopimárico y dicloro dehidroabiético

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales; industrias madereras (pulpa y papel, productos forestales)
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 1 l; tapa recubierta con teflón o papel aluminio tratado con calor
CONSERVACIÓN	NaOH > pH 12*** (en laboratorio)
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Aislar la boca y la tapa del recipiente con papel de aluminio tratado con calor, o utilizar una tapa recubierta de teflón. Tapar la muestra herméticamente.
2. Proteger de la luz del sol.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Efluentes de plantas tratamiento de aguas residuales municipales; industrias madereras (pulpa y papel, productos forestales)
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, de 180 mL y boca amplia; tapa recubierta de teflón o papel de aluminio tratado con calor.
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

TABLA 2.9.3.31 | Compuestos sulfurados - Sulfatos

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes; aguas residuales
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 L
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la muestra.
2. Recoger las muestras en botella de PEAD.
3. Almacenar a 4° C.

TABLA 2.9.3.32 | Compuestos sulfurados - Sulfuros

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes y aguas residuales de molinos, minas, refinerías, industrias de petróleo
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 500 mL
CONSERVACIÓN	Sobre el terreno, ZnAc (2M)
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	7 días

Nota: Los sulfuros se oxidan fácilmente. Preguntar al laboratorio qué preservante hay que utilizar; frecuentemente se usan el acetato de zinc y el bicarbonato de sodio. Poner el conservante en el recipiente recolector antes de comenzar a recoger una muestra compuesta.

PROTOCOLO - MUESTRA PUNTUAL

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la que se tomará la muestra.
2. Recoger la muestra.
3. Agregar el preservante (0.2 mL de acetato de zinc 2M por 100 mL de muestra).
4. Tapar el recipiente herméticamente; almacenar a 4° C.

PROTOCOLO - MUESTRA COMPUESTA

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la que se tomará la muestra.
2. Agregar el preservante.
3. Recoger la muestra.
4. Almacenar a 4° C.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Industria del petróleo, piscicultura
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vaso descartable, 125 mL
CONSERVACIÓN	Sobre el terreno, ZnAc
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

TABLA 2.9.3.33 | Surfactantes aniónicos

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes de refinerías; aguas residuales cloacales; fábricas de detergente; minas
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar 1 L; tapón recubierto de teflón o papel de aluminio tratado con calor
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	30 días

PROTOCOLO

1. Enjuagar tres veces el recipiente con agua de la que se tomará la muestra.
2. Recoger la muestra en un recipiente de vidrio ámbar con tapón de rosca recubierta de teflón o papel de aluminio.
3. Almacenar a 4° C.

Table 2.9.3.34 | Turbidez

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Agua superficial; efluentes
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	PEAD, 1 l
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	3 días

PROTOCOLO

1. Recoger el agua debajo de la superficie; no quitar la espuma; llenar el recipiente hasta un 95 % de su capacidad.
2. Tapar la muestra herméticamente; almacenar a 4° C. Para las pruebas de campo ver **SECCIÓN 3.7**

TABLA 2.9.3.35 | Compuestos orgánicos volátiles (COV)

Técnica también conocida como *headspace* o análisis de compuestos orgánicos purgables; incluye al benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX).

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS DE LÍQUIDOS	Efluentes; agua superficial; agua subterránea; industria petrolera
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 40 mL x 2; tapa de teflón con septum
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	7 días

PROTOCOLO

1. Rellenar el vial hasta el borde. Agregar una gota de ácido clorhídrico concentrado.
2. Tapar el recipiente herméticamente, asegurándose de que no quede aire dentro; añadir líquido si es necesario.
3. Almacenar a 4° C.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Depósitos de almacenamiento; sitios contaminados; industria petrolera
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vidrio ámbar, 180 mL; tapón de teflón con septum
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	14 días

TABLA 2.9.3.36 | Residuos volátiles en sedimentos

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO, SEDIMENTO, BIOTA	Aguas residuales domésticas; fumigantes agrícolas; desagües de refinerías y molinos; metales y procesamiento de metales; suelos; sedimento.
TÉCNICA DE TOMA DE MUESTRAS	Muestra puntual o compuesta
TIPO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES	Vaso descartable, 125 mL
CONSERVACIÓN	4 °C
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	7 días

PROTOCOLO

1. Recoger los sedimentos en vasos descartables.
2. Almacenar a 4° C.

2.10 ACRÓNIMOS

AD	Agua destilada
AEH	Herbicida extraíble con ácido
AFD	Ácido fuerte dissociable
AOX	Haluros absorbibles orgánicos
BOD	Demanda bioquímica de oxígeno
BTEX	Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno(ver COV)
CDDA	Cloruro de didecildimetilamonio
CF	Coliformes fecales
CGI	Indicador de gas combustible
CID	Carbono inorgánico disuelto
CL50	Concentración letal
COD	Demanda química de oxígeno
COLIWASA	Muestreador para muestras compuestas de líquidos de desecho
COV	Carbono orgánico volátil
CP	Fenoles clorados
CR ⁶	Cromo hexavalente
CRM	Material de referencia certificado
CU-8	Cobre 8 – quinolinolato
DAD	Disociable por ácido débil
DE	Diámetro externo
DI	Agua desionizada
DOC	Carbono orgánico disuelto
EPH	Hidrocarburo de petróleo extraíble
EPP	Equipo de protección personal
GC/CC	Garantía de Calidad/Control de Calidad
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HAP	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
HEPH	Hidrocarburos de petróleo altamente extraíbles
HNO ₃	Ácido nítrico
H ₂ S	Ácido sulfhídrico
IATA	Asociación Internacional de Transporte Aéreo
ICAO	Organización Internacional de la Aviación Civil
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IPBC	3-yodo-2-propinil butilcarbamato
ISO	Organización Internacional de Normalización
LIE	Límite inferior de explosión
LOD	Límites de detección
LSE	Límite superior de explosión
NF	Nitrógeno - fósforo
NO ₂₊₃	Nitritos + Nitratos
OC	Organoclorados
OCD	Objetivo de calidad de los datos
OD	Oxígeno disuelto
OP	Organofosfato
Orto-P	Ortofosfatos
P	Fósforo elemental
P ₂ O ₅	Pentóxido de Fósforo
PCB	Policlorobifenilos
PCDD	Policlorodibenzodioxinas
PCDF	Policlorodibenzofuranos
PEAD	Polietileno de alta densidad
PERC	Tetracloroetileno
PID	Detector de fotoionización
ppb	partes por 1 000 millones

ppm	partes por millón
²²⁶ Ra	Radio
Redox	Potencial de óxidoreducción
REMM	Reglamentación sobre efluentes de minas de metal
RNF	Residuos no filtrables (o TSS, total de sólidos en suspensión)
SAO	Sustancias agotadoras de la capa de ozono
SRM	Método de referencia estándar
S/S/B	Suelo/Sedimento/Biota
Strep	Estreptococos
SWOG	Residuos especiales de aceites y grasas
TC	Total de coliformes
TCDD	tetraclorodibenzo-para-dioxina
TCDF	tetraclorodibenzo-furano
TCLP	Procedimiento de determinación de la toxicidad por lixiviado
TCMTB	2-(tiocianatometiltio)benzotiazol
THAS	Hoja de análisis de los riesgos asociados a las tareas
THM	Trihalometano
TCI	Total de carbono inorgánico
TCO	Total de carbono orgánico
Total-P	Total de Fósforo
TRV	Total de residuos volátiles
TSS	Total de sólidos en suspensión (o RNF, residuos no filtrables)
UHF	Frecuencia ultra alta
VACSAM	Muestreador por aspiración/bomba de aspiración
VH/VPH	Hidrocarburos volátiles/hidrocarburos de petróleo volátiles
VHF	Frecuencia Muy Alta

2.11 FACTORES DE CONVERSIÓN

Si tenemos	hay que multiplicar por	para obtener
pulgadas	25	milímetros (mm)
pulgadas	2,54	centímetros (cm)
pies	0,305	metros (m)
yardas	0,914	metros (m)
millas	1,61	kilómetros (km)
pulgadas cuadradas	6,45	centímetros cuadrados (cm ²)
pies cuadrados	0,093	metros cuadrados (m ²)
yardas cuadradas	0,834	metros cuadrados (m ²)
acres	0,405	hectáreas (ha)
millas cuadradas	2,59	kilómetros cuadrados (km ²)
pulgadas cúbicas	16,39	centímetros cúbicos (cm ³)
pies cúbicos	0,028	metros cúbicos (m ³)
yardas cúbicas	0,765	metros cúbicos (m ³)
onzas	28,35	gramos (g)
libras	0,454	kilogramos (kg)
cucharadas	14,71	mililitros (mL)
onzas (líquidos)	28,41	mililitros (mL)
tazas	227	mililitros (mL)
cuartos de galón (EEUU)	0,95	litros (L)
cuartos de galón (imperiales)	1,14	litros (L)
galones (EEUU)	3,79	litros (L)
galones (imperiales)	4,55	litros (L)

PARA CONVERTIR GRADOS FAHRENHEIT A GRADOS CENTÍGRADOS

Restar 32 y luego multiplicar el resultado por 5/9

2.12 ABREVIACIONES DE UNIDADES DE MEDIDA

alk	álcali
aq	agua; acuoso
at, atmos	atmósfera
av, avg	media, promedio
bar	barómetro
bp	punto de ebullición
Bq	Becquerel
C	Culombio
C	concentración
ci	curio
ca	circa, aproximadamente
cm	centímetro
conc	concentración; concentrado
cu	cúbico
cyl	cilindro
dB	decibel
dil	diluido
f	frecuencia
ft	pie
g	gramo
h	hora; hecto (prefijo)
<i>h</i>	constante de Planck; altura
H	carga hidráulica
ha	hectárea
in	pulgada
insol	insoluble
J	joule (o julio)
k	kilo (prefijo)
K	Kelvin; temperatura absoluta
kg	kilogramo
km	kilómetro
l	litro
L	largo
DL50	dosis letal mediana
liq	líquido
m	metro; mili (prefijo)
M	mega (prefijo); molar
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
max	máximo
mg	miligramo
min	minuto
mL	mililitro
mol	mol; molécula
mole	gramo - peso molecular
n	nano (prefijo)
N	normal
ng	nanogramos (10 ⁻⁹)
N ^o	número
°C	grados centígrados
°F	grados Fahrenheit
p	pico (prefijo)
P	presión

pf	punto de fusión
pH	medida de acidez/alcalinidad
ppb	partes por mil millones (millardos)
ppm	partes por millón
precip	precipitado
Ps	presión estándar
psi	libras por pulgada cuadrada
rpm	revoluciones por minuto
s	segundo
sq	cuadrado
sol	soluble
stp	presión y temperatura estándar
t	temperatura general; tiempo; tonelada
T	temperatura absoluta
μ	micro (prefijo); micron μm
μg	microgramo
V	volumen
W	vatio
wt	peso
giga (G) 1 000 000 000	mil millones = un millardo
mega (M) 1 000 000	un millón
kilo (k) 1000	mil
hecto (h) 100	cien
deca (da) 10	diez
deci (d) 0,1	décima
centi (c) 0,01	centésima
mili (m) 0,001	milésima
micro (B5) 0,000 0001	millonésima
nano (n) 0,000 000 001	mil millonésima

2.13 LISTA DE VERIFICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE CAMPO

Esta lista no es exhaustiva, pero servirá como guía. No se necesita todo el equipo en cada viaje de toma de muestras sobre el terreno, pero la lista puede ayudar a recordar ciertos elementos que podrían ser olvidados.

MATERIAL DE OFICINA

Formularios para pedido de análisis
Calculadora
Tarjeta de inspector
Formularios de cadena de custodia
Tablas de conversión
Cuaderno, resistente al agua
Formularios para informes de sucesos
Papel, resistente al agua
Bolígrafos, lápices, marcadores indelebles
Space Pen (bolígrafo antigraavedad)
Formularios para declaraciones
Tarjetas de advertimiento

EQUIPAMIENTO ELECTRÓNICO

Grabador de audio
Pilas y cargador de pilas
Prismáticos
Cámara fotográfica
Teléfono celular
Computadora
Monitores de gas
Sistema de Posicionamiento Global
Mensáfono (Pager)
Película fotográfica
Casete de repuesto de video o de audio
Cámara de video
Radio VHF

MATERIALES DE REFERENCIA

Fotografías aéreas (si es posible)
Cartas (hidrográficas)
Brújula
Archivos de cumplimiento
Guía de respuesta a emergencia (normas locales y del país)
Guía para la seguridad del inspector (normas locales y del país)
Manual de INTERPOL para la Investigación Forense de los Delitos de Contaminación
Manuales de funcionamiento de los aparatos: medidor de pH, de conductividad, etc.
Mapas (topográficos, de caminos)
Otros protocolos o manuales de toma de muestras

SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

Pack de aire (respirador autónomo por presión de máscara completa)
Delantal antisalpicaduras
Aspirina
Manta
Coberturas de botas descartables
Equipo de protección auditiva
Raciones de emergencia/kit de supervivencia
Kit de lavado de ojos
Extinguidor de fuego
Vestimenta a prueba de fuego
Kit de primeros auxilios
Bengalas
Chaleco o traje de flotación
Anteojos, 2 pares
Casco de seguridad
Respirador
Filtros para respirador
Botas de goma
Arnés de seguridad (protección para caídas)
Trajes descartables, amarillos (3)
Silbato
Botas de trabajo

ARTÍCULOS PERSONALES

Mochila
Loción para manos
Jabón para manos
Repelente de insectos
Fósforos en recipiente impermeable
Vestimenta para lluvia
Manta reflectora
Chaleco reflector
Chaleco para muestras
Anteojos de sol
Protector solar
Papel higiénico
Agua

MATERIALES PARA EMBALAJE DE MUESTRAS

Enfriador
Cinta aislante
Bloques de gel refrigerantes
Etiquetas, adhesivas
Cinta de enmascarar
Caja de muestras con cerradura (caja de herramientas con cerradura)
Sellos (para fines jurídicos)
Etiquetas de transporte
Hoja de ruta de envíos
Adhesivos (“ESTE LADO PARA ARRIBA”, “FRÁGIL”, “MANTENER FRÍO”, “NO CONGELAR”, “MANTENER CONGELADO”, etc.)
Etiquetas, de cartón, con enganches de alambre
Etiquetas WHMIS (Sistema de Información sobre Materiales Peligrosos en el Lugar de Trabajo)

HERRAMIENTAS

Hacha
 Pilas (eliminar como residuo peligroso)
 Linterna
 Cuchillo X-Acto (cúter)
 Cuchillo común
 Escalera
 Herramienta para abrir alcantarillas
 Cinta métrica
 Piqueta
 Tijera
 Pala
 Cronómetro
 Caja de herramientas con martillo, destornilladores, clavos, llaves inglesas, cinta métrica, etc.

HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Filtros de membrana lavados con ácido, 0,45 µm (descartable, con conexión luer-lock = adaptador para jeringa); para filtrado de muestras de metales sobre el terreno
 Papel de aluminio
 Recipiente para bioensayos
 Botellas de PEAD con tapón (500 mL, 1 l, 2 l)
 Botellas de vidrio ámbar, con tapón recubierto de teflón (1 l)
 Baldes graduados
 Bandejas colectoras
 Filtros descartables (para filtrado de muestras de metal sobre el terreno)
 Embudo
 Guantes de látex
 Guantes de polietileno
 Toallitas Kim-wipes
 Toallas de papel
 Pipetas descartables (5 mL)
 Pipetas descartables (50 mL, para la toma de muestras de transformadores)
 Cucharas de plástico y de acero inoxidable
 Espátulas de plástico o de metal
 Cadena de acero inoxidable para balde
 Jeringas descartables (para filtrado de muestras de metal sobre el terreno)
 Tubos de ensayo
 Llana
 Pincitas recubiertas de teflón

MUESTREADORES

COLIWASA
 Muestreador por inmersión Wheaton
 Medidor de flujo y tablas
 Muestreador de grano
 Muestreador Kemmerer para profundidad
 Muestreador de tubo abierto (ladrón)
 Draga Ponar
 Muestreador de estanque (por inmersión)
 Cabezales de bomba
 Bomba peristáltica
 Bomba sumergible
 Conectores de tubos de bombeo

Tubos de bombeo en silicona
 Peso de toma de muestras
 Palo de toma de muestras
 Muestreador tubular Trier
 Automuestreador secuencial
 Barra de toma de muestras de suelo
 Muestreador de tubo partido
 Muestreador de pared delgada
 VACSAM
 Botella de toma de muestras con peso

EQUIPAMIENTO PARA TOMAS DE MUESTRAS JURÍDICAS

Recipiente para bioensayo
 Heladera
 Sellos para heladera
 Formularios de cadena de custodia
 Guantes descartables
 Cinta adhesiva de tela
 Bloques de gel refrigerantes
 Etiquetas en dos partes numeradas con número único, adhesivo permanente
 Cuaderno
 Caja para muestra con cerradura (caja de herramientas con cerradura)
 Botellas para muestras
 Sellos (para fines jurídicos)
 Bolsas de plástico que puedan sellarse
 Punzones
 Marcador indeleble
 Conservantes

EQUIPAMIENTO PARA PRUEBAS DE CAMPO

Medidor de conductividad y normas de calibrado
 pH-metro
 Soluciones tampón de pH
 Papel indicador de pH
 Termómetro
 Medidor de oxígeno disuelto y normas

CONSERVANTES/QUÍMICOS

Acetona
 Agua desionizada
 Colorante, marcador de color
 Hexano
 Ácido clorhídrico concentrado (para fenoles clorados)
 Conservante de mercurio (1 mL de una solución de dicromato de potasio al 5 % + 1mL de ácido nítrico al 70%; obtener en laboratorio)
 Conservante de metales (1 mL de ácido nítrico al 35 %; obtener en laboratorio)
 Ácido nítrico (al 70 %)
 Yoduro de potasio (al 5 %)
 Solución de Rexonic N25-7
 Carbonato de sodio (solución 0.5N para muestra de sulfuros)
 Hidróxido de sodio (solución 3N)
 Hidróxido de sodio (solución al 40 % para muestras de cianuro)
 Pastillas de hidróxido de sodio
 Sulfito de sodio granular (para dioxinas y furanos clorados)
 Solución de tiosulfato de sodio (al 10 % para muestras de coliformes fecales)

Solución de almidón (BDH o Fisher Scientific)
Ácido sulfúrico concentrado (COD)
Acetato de zinc (0.1M, para muestras de sulfuros)

ARTÍCULOS DE LIMPIEZA

Bolsas de basura (de cocina)
Bolsas de basura (grandes)
Toallas de papel
Kit para casos de vertidos, comercial o bicarbonato de sodio
Vinagre
Arena para gatos o vermiculita
Almohadillas absorbentes (para hidrocarburos)
Guantes descartables

POLÍTICAS, NORMAS Y PROCEDIMIENTOS

Todos los inspectores deben conocer las políticas, normas y procedimientos locales.

OTRAS LEGISLACIONES

Siempre se debe conocer y respetar:

- la legislación provincial, territorial o estatal sobre salud y seguridad
- las leyes municipales de salud y seguridad
- las normas y otras regulaciones que se aplican a escala local

Si no está seguro sobre la aplicabilidad de leyes, estatutos o regulaciones, consulte con:

- su supervisor;
- su comité local de salud y seguridad;
- un asesor regional de salud y seguridad o la autoridad competente.

2.14 CÁLCULOS Y FÓRMULAS

2.14.1 ÁREA DE UN CÍRCULO

El área de un círculo (como un conducto de descarga) se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

Área = $A = \frac{\pi \times D^2}{4}$ donde $\pi = 3,1417$ y D = el diámetro del conducto.

Ejemplo: para un conducto que mide 0,22 m de diámetro, el área es:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{3,1417 \times (0,22\text{m})^2}{4} = 0,04 \text{ m}^2$$

2.14.2 ÁREA DE CUADRADOS Y RECTÁNGULOS

El área de un cuadrado o de un rectángulo (como un canal de descarga o la profundidad media de una corriente) se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Área} = A = \text{base} \times \text{altura} = B \times H$$

Ejemplo: para un canal que mide 2,22 m de profundidad y 4 m de ancho, el área es:

$$A = B \times H = 2,22 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 8,88 \text{ m}^2$$

2.14.3 ÁREA DE TRIÁNGULOS

El área de un triángulo (como por ejemplo un canal de descarga en un aliviadero)

$$\text{Área} = A = \frac{1}{2} \text{ BASE} \times \text{ALTURA} = \frac{1}{2} B \times H$$

Ejemplo: para un aliviadero que mide 1,2 m de profundidad y 4 m de ancho, el área es:

$$A = \frac{1}{2} B \times H = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 4 = 2,4 \text{ m}^2$$

2.14.4 ESTIMACIÓN DE FLUJO

El flujo de un líquido que llena completamente a área como un conducto o canal puede calcularse utilizando la fórmula que figura a continuación. (Hay que señalar que la velocidad cambia cerca de los bordes del canal o conducto, y el flujo es más lento cerca del borde y más rápido hacia el centro, por lo que se debe utilizar una velocidad media para el cálculo simple del flujo).

$$\text{Flujo} = F = \text{Velocidad}_{\text{media}} \times \text{Área} = V_{\text{med}} \times A$$

Ejemplo: el flujo de agua por un conducto de 0,04 m², con una velocidad media de 1,1 m/s es:

$$\text{Flujo} = F = V_{\text{med}} \times A = 1,1 \times 0,04 = 0,044 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para las medidas sobre el terreno ver **SECCIÓN 5.2**



INTERPOL
200 quai Charles de Gaulle
69006 Lyon
France
Tel. +33 4 72 44 70 00
Fax +33 4 72 44 71 63
www.interpol.int