



Comisión Jurídica y Técnica

Distr. general
1 de marzo de 2013
Español
Original: inglés

19º período de sesiones

Kingston (Jamaica)

15 a 26 de julio de 2013

Recomendaciones para información de los contratistas con respecto a la evaluación de los posibles efectos ambientales de la exploración de minerales marinos en la Zona

Publicadas por la Comisión Jurídica y Técnica

I. Introducción

1. En relación con la prospección y la exploración de minerales marinos, la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos debe, entre otras cosas, dictar normas, reglamentos y procedimientos ambientales y los mantenerlos en examen periódico para asegurar que se proteja eficazmente el medio marino contra los efectos nocivos que puedan derivarse de las actividades en la Zona; además junto con los Estados patrocinadores, debe aplicar un criterio de precaución a esas actividades de acuerdo con las recomendaciones que haga la Comisión Jurídica y Técnica. Además, en todo contrato de exploración de minerales en la Zona se exige al contratista que obtenga datos de referencia oceanográficos y ambientales y establezca líneas de base para evaluar los efectos probables en el medio marino de su programa de actividades con arreglo al plan de trabajo para la exploración, y que elabore un programa para vigilar esos efectos y presentar informes al respecto. El contratista deberá cooperar con la Autoridad y el Estado o los Estados patrocinadores en la formulación y ejecución de esos programas de vigilancia. El contratista informará anualmente de los resultados de sus programas de vigilancia ambiental. Además, cuando se solicite la aprobación de un plan de trabajo para la exploración, todos los solicitantes deberán adjuntar, entre otras cosas, la descripción de un programa de estudios de referencia oceanográficos y ambientales de conformidad con los reglamentos pertinentes y con las normas, reglamentos y procedimientos ambientales dictados por la Autoridad, que permita evaluar los posibles efectos ambientales de las actividades de exploración propuestas, teniendo en cuenta las recomendaciones que formule la Comisión Jurídica y Técnica, así como una evaluación preliminar de los posibles efectos en el medio marino de las actividades de exploración propuestas.



2. La Comisión Jurídica y Técnica podrá formular recomendaciones periódicas de índole técnica o administrativa para ayudar a los contratistas a aplicar las normas, reglamentos y procedimientos de la Autoridad. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 165, párrafo 2 e), de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 1982, la Comisión también hará recomendaciones al Consejo acerca de la protección del medio marino, teniendo en cuenta las opiniones de expertos reconocidos en la materia.

3. Corresponde recordar que, en junio de 1998, la Autoridad organizó un seminario sobre la elaboración de directrices ambientales para la exploración de depósitos de nódulos polimetálicos. El resultado del seminario fue un proyecto de directrices para evaluar el posible impacto ambiental de la exploración de depósitos de nódulos polimetálicos en la Zona. En el seminario se señaló que se necesitaban métodos claros y uniformes de análisis del medio ambiente que se basaran en principios científicos aceptados y tuvieran en cuenta las limitaciones de carácter oceanográfico. Un año después de la aprobación del reglamento sobre prospección y exploración de nódulos polimetálicos en la Zona (ISBA/6/A/18), la Comisión Jurídica y Técnica publicó directrices en 2001 como documento ISBA/7/LTC/1/Rev.1** y luego las revisó en 2010 a la luz de la evolución de los conocimientos en la materia (véase ISBA/16/LTC/7). Tras la aprobación del reglamento sobre prospección y exploración de sulfuros polimetálicos en la Zona en 2010 (ISBA/16/A/12/Rev.1) y el reglamento sobre prospección y exploración de costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto en la Zona en 2012 (ISBA/18/A/11), se acordó que era necesario formular un conjunto de directrices ambientales que incluyese orientaciones para la exploración de sulfuros polimetálicos y de costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto.

4. Del 6 al 10 de septiembre de 2004, se celebró en Kingston un seminario sobre “Sulfuros polimetálicos y costras cobálticas: su medio y consideraciones para la elaboración de perfiles ambientales de referencia y un programa conexo de vigilancia de la explotación” en vista de la necesidad de formular principios de protección ambiental para las actividades de exploración de esos dos recursos. Las recomendaciones del seminario se basaron en los conocimientos científicos existentes acerca del medio marino y la tecnología que se usaría.

5. A menos que se indique otra cosa, las recomendaciones formuladas en el presente documento sobre la exploración y las pruebas de extracción se aplican a todos los tipos de depósitos. En algunos sitios, quizás no sea razonablemente factible poner en práctica algunas de las recomendaciones concretas. En ese caso, el contratista deberá presentar argumentos en ese sentido a la Autoridad, que podrá eximir al contratista del cumplimiento del requisito en cuestión, si corresponde.

6. La Comisión consideró que, habida cuenta de la naturaleza técnica de las recomendaciones y del escaso conocimiento que había acerca de las repercusiones de las actividades de exploración en el medio marino, era indispensable proporcionar un comentario explicativo en el anexo I de las recomendaciones. Ese comentario se complementa con un glosario de términos técnicos.

7. La naturaleza de las consideraciones ambientales referentes a los ensayos de extracción de minerales depende del tipo de tecnología que se emplee en ellos y de la escala de las operaciones (es decir, la cantidad de toneladas extraídas por año y por región). Se consideró que la remoción mecánica sin procesamiento inicial en el fondo marino sería la tecnología que más probablemente se utilizase, y es el método

de extracción de minerales que en el presente documento se supone que se empleará. Es probable que en futuras operaciones de minería se usen técnicas no consideradas acá. Dado que las recomendaciones recogidas en el presente documento se basan en los conocimientos científicos sobre el medio marino y en la tecnología existentes en el momento en que se elaboraron, es posible que haya que revisarlas más adelante teniendo en cuenta los progresos de la ciencia y la tecnología. De conformidad con cada conjunto de reglamentaciones, la Comisión Jurídica y Técnica puede examinar periódicamente las presentes recomendaciones a la luz de la información y los conocimientos científicos disponibles en el momento. Se recomienda que ese examen se lleve a cabo periódicamente y con intervalos de no más de cinco años. A fin de facilitararlo, se recomienda que la Autoridad organice seminarios con la frecuencia que corresponda y que se invite a participar en ellos a los integrantes de la Comisión, a los contratistas y a expertos científicos de reconocido prestigio.

8. Después de la aprobación del plan de trabajo para la exploración en forma de contrato y antes de iniciar las actividades de exploración, el contratista presentará a la Autoridad:

a) Una evaluación de los posibles efectos sobre el medio marino de todas las actividades propuestas, excluidas aquellas que la Comisión Jurídica y Técnica considere que no tienen ninguna posibilidad de causar efectos perjudiciales para el medio marino;

b) Una propuesta relativa a un programa de vigilancia para determinar los posibles efectos sobre el medio marino de las actividades propuestas; y verificar si se producen o no daños graves para el medio marino como resultado de la prospección y exploración de minerales;

c) Datos que puedan utilizarse para establecer una línea de base ambiental que permita evaluar los efectos de las actividades propuestas.

II. Ámbito de aplicación

A. Finalidad

9. En las presentes recomendaciones se describen los procedimientos que habrán de aplicarse para reunir datos de referencia, así como la labor de vigilancia que habrá de llevarse a cabo durante y después de la ejecución de actividades en la zona de exploración que puedan causar daños graves al medio marino. Los fines concretos de estas recomendaciones son los siguientes:

a) Definir los componentes biológicos, químicos, geológicos y físicos que habrán de medirse y los procedimientos que deberán aplicar los contratistas para garantizar la protección efectiva del medio marino contra los efectos nocivos que puedan derivarse de sus actividades en la Zona;

b) Facilitar la presentación de informes por los contratistas;

c) Orientar a los posibles contratistas en la elaboración de un plan de trabajo para la exploración de minerales marinos de conformidad con lo dispuesto en la Convención, en el Acuerdo de 1994 relativo a la aplicación de la Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar y en los reglamentos pertinentes de la Autoridad.

B. Definiciones

10. Salvo que en el presente documento se indique otra cosa, los términos y expresiones definidos en cada conjunto de reglamentaciones tendrán el mismo sentido en estas recomendaciones. En el anexo II del presente documento figura un glosario de términos técnicos.

C. Estudios ambientales

11. En todo plan de trabajo para la exploración de minerales marinos se tendrán en cuenta las siguientes etapas de los estudios ambientales:

- a) Realización de estudios ambientales de referencia;
- b) Vigilancia para asegurar que no se produzcan daños graves al medio marino a causa de actividades efectuadas durante la prospección y exploración;
- c) Vigilancia durante y después de las pruebas de los sistemas y el equipo de recolección.

12. Los contratistas permitirán que la Autoridad envíe inspectores a bordo de los buques y las instalaciones que utilicen para realizar actividades de exploración en la Zona con el fin, entre otros, de vigilar los efectos de esas actividades sobre el medio marino.

III. Estudios ambientales de referencia

13. Es importante obtener suficiente información de la zona de exploración a fin de documentar las condiciones naturales existentes antes de las pruebas de extracción, comprender mejor procesos naturales como la dispersión y la sedimentación de partículas, así como la sucesión de la fauna bentónica, y recoger otros datos que permitan adquirir la capacidad necesaria para predecir con exactitud los efectos en el medio ambiente. Los efectos en el medio marino de procesos naturales que ocurren periódicamente pueden ser significativos pero no están bien cuantificados. Por lo tanto, es importante obtener la mayor cantidad de antecedentes que sea posible acerca de las reacciones naturales de las comunidades de las aguas superficiales y de profundidad intermedia y de los fondos marinos a la variabilidad ambiental natural.

Datos de referencia necesarios

14. A fin de establecer la línea de base ambiental de la zona de exploración que se exige en los reglamentos pertinentes, el contratista, utilizando la mejor tecnología disponible, incluido el Sistema de Información Geográfica, y métodos estadísticos eficaces para elaborar la estrategia de muestreo, reunirá datos con miras a establecer las condiciones de referencia de los parámetros físicos, químicos, biológicos y de otro tipo característicos de los sistemas que es probable que resulten afectados por las actividades de exploración y las posibles pruebas de extracción. Es indispensable contar con datos de referencia que demuestren cuáles son las condiciones naturales previas a las pruebas de extracción para poder determinar los cambios ocurridos

como consecuencia de las pruebas y para predecir el efecto de la explotación minera a escala comercial.

15. Para contar con los datos necesarios, se debe, entre otras cosas:
 - a) En lo que respecta a la oceanografía física:
 - i) Recoger información sobre las condiciones oceanográficas, en especial sobre los regímenes de corrientes, temperatura y turbidez en toda la columna hídrica y, en particular, cerca del fondo marino;
 - ii) Adaptar el programa de medición a la geomorfología del fondo marino;
 - iii) Adaptar el programa de medición a la actividad hidrodinámica regional en la superficie del mar, en la parte superior de la columna hídrica y en el fondo marino;
 - iv) Medir los parámetros físicos a la profundidad en que sea probable que repercutan los penachos de descarga durante las pruebas de los sistemas y el equipo de recolección;
 - v) Medir las concentraciones de partículas y su composición para determinar su distribución en la columna hídrica;
 - b) En lo que respecta a la geología:
 - i) Elaborar mapas regionales basados en el Sistema de Información Geográfica con batimetría de alta resolución para mostrar las principales características geológicas y geomorfológicas y reflejar así la heterogeneidad del medio; esos mapas deben prepararse a una escala adecuada en relación con los recursos y la variabilidad del hábitat;
 - ii) Recoger información sobre los metales pesados y las trazas que pueden liberarse durante las pruebas de extracción y sus concentraciones;
 - c) En lo que respecta a la oceanografía química:
 - i) Recoger información sobre las propiedades químicas generales de la columna hídrica, incluida la capa de agua que cubre los recursos, en especial sobre los metales y otros elementos que podrían liberarse durante el proceso de extracción;
 - ii) Recoger información sobre los metales pesados y las trazas que pueden liberarse durante las pruebas de extracción y sus concentraciones;
 - iii) Determinar qué otros productos químicos se pueden liberar en el penacho de descarga después del procesamiento del recurso durante las pruebas de extracción;
 - d) En lo que respecta a las propiedades del sedimento:
 - i) Determinar las propiedades básicas del sedimento, incluida la medición de las propiedades mecánicas del suelo y su composición, para analizar con precisión los depósitos sedimentarios superficiales que son las posibles fuentes de los penachos a grandes profundidades;
 - ii) Recoger muestras del sedimento teniendo en cuenta la variabilidad de los fondos marinos;

e) En lo que respecta a las comunidades biológicas, y con ayuda de mapas batimétricos de alta resolución para planificar una estrategia de muestreo biológico que tenga en cuenta la variabilidad del medio:

i) Recoger datos sobre las comunidades biológicas, tomando muestras de la fauna representativa de la variabilidad del hábitat, la topografía del fondo, la profundidad, las características del fondo marino y el sedimento y la abundancia y el recurso mineral que se contempla explotar;

ii) Recopilar datos sobre las comunidades que habitan en los fondos marinos, sobre todo la megafauna, la macrofauna, la meiofauna, la microfauna, los detritívoros demersales y la fauna vinculada directamente con el recurso, tanto en la zona de exploración como en las zonas en las que pueden repercutir las operaciones (por ejemplo, los penachos operacionales y de descarga);

iii) Analizar las comunidades pelágicas en la columna hídrica y en la capa bentónica limítrofe en las que pueden repercutir las operaciones (por ejemplo, los penachos operacionales y de descarga);

iv) Registrar los niveles de referencia de los metales que se encuentran en las especies dominantes que pueden liberarse durante la extracción;

v) Registrar los avistamientos de mamíferos marinos, otros animales grandes en aguas próximas a la superficie (como tortugas y cardúmenes) y grupos de aves y, en la medida de lo posible, identificar las especies correspondientes; se deben registrar detalles en los traslados hacia las zonas de exploración y desde ellas y en el tránsito entre estaciones; se debe evaluar la variabilidad temporal;

vi) Instalar por lo menos una estación dentro de cada región o tipo de hábitat, según proceda, para evaluar las variaciones temporales en las comunidades de la columna hídrica y los fondos marinos;

vii) Evaluar la distribución regional de las especies y la conectividad genética de las especies clave;

viii) Documentar *in situ* con fotografías la materia recogida (e indizarla contra imágenes de vídeo) de modo que se disponga de un archivo de datos sobre el contexto o el entorno de cada muestra;

f) En lo que respecta a la bioturbación: recopilar datos sobre la mezcla de sedimentos por los organismos, cuando corresponda;

g) En lo que respecta a la sedimentación: recopilar datos para series temporales sobre el flujo y la composición de los materiales desde la parte superior de la columna hídrica hasta los fondos marinos.

16. Además de un análisis de los datos, se deben ofrecer datos sin elaborar en formato electrónico con los informes anuales según se convenga con la secretaría. Esos datos se emplearán en la ordenación ambiental regional y para evaluar los efectos acumulativos.

IV. Evaluación de los efectos ambientales

17. Se debe utilizar la mejor tecnología y metodología de muestreo disponible a fin de obtener los datos de referencia para las evaluaciones de los efectos ambientales.

A. Actividades que no requieren una evaluación de los efectos ambientales

18. A juzgar por la información disponible, en la exploración actualmente se están usando varias tecnologías que, según se considera, no es probable que causen daños graves al medio marino y que, por ello, no requieren una evaluación de los efectos ambientales. Entre ellas figuran las siguientes:

- a) Observaciones y mediciones gravimétricas y magnetométricas;
- b) Trazado de imágenes y de perfiles acústicos o electromagnéticos de resistividad, autopotencial o polarización inducida en el fondo y el subsuelo marinos sin usar explosivos ni frecuencias que se sabe que afectan significativamente a la vida marina;
- c) Recogida de muestras de agua, biota, sedimentos y rocas para el estudio ambiental de referencia, lo cual incluye:
 - i) Recogida de muestras de pequeñas cantidades de agua, sedimentos y biota (por ejemplo, con vehículos teledirigidos);
 - ii) Recogida de muestras de minerales y rocas de alcance limitado, como las que se hacen con sacamuestras de pequeño tamaño o de cucharas o cangilones;
 - iii) Recogida de muestras de sedimentos con sacatestigos de caja o de diámetro pequeño;
- d) Observaciones y mediciones meteorológicas, incluida la instalación de instrumentos (por ejemplo, amarrados);
- e) Observaciones y mediciones oceanográficas, en particular hidrográficas, incluida la instalación de instrumentos (por ejemplo, amarrados);
- f) Observaciones y mediciones con grabaciones de vídeo y cine y con fotografías;
- g) Análisis y ensayos con minerales a bordo de buques;
- h) Sistemas de localización, incluidos los transpondedores de fondo y las boyas de superficie y subsuperficie indicados en los avisos a los navegantes;
- i) Mediciones con sensores de penachos remolcados (análisis químicos, nefelómetros, fluorómetros, etc.);
- j) Mediciones metabólicas *in situ* de la fauna (por ejemplo, consumo de oxígeno del sedimento);
- k) Análisis de ADN de muestras biológicas;

l) Estudios con liberación de colorantes o trazadores, a menos que los exija la legislación nacional o internacional que rige las actividades de los buques de bandera.

B. Actividades que requieren una evaluación de los efectos ambientales

19. Es necesario realizar una evaluación previa de los efectos ambientales de las actividades que se indican a continuación y elaborar un programa de vigilancia ambiental que se aplique durante y después de la ejecución de la actividad en cuestión, conforme a las recomendaciones que figuran en los párrafos 29 y 30. Es importante señalar que los estudios de referencia, de vigilancia y de evaluación de los efectos serán, probablemente, los principales elementos utilizados en la evaluación de los efectos ambientales de la explotación comercial:

a) Recogida de muestras para realizar estudios en tierra firme sobre la extracción y el procesamiento, si la zona en que se realiza la actividad de muestreo supera el límite estipulado en las orientaciones específicas dadas a los contratistas respecto de los distintos recursos minerales, según lo indicado en la sección IV.F *infra*;

b) Utilización de sistemas para crear perturbaciones artificiales en el fondo marino;

c) Prueba de los sistemas y el equipo de recolección;

d) Perforaciones con equipo de perforación a bordo;

e) Recogida de muestras de rocas;

f) Recogida de muestras con trineos epibentónicos, dragas o aparatos de arrastre, salvo que esté permitida para zonas menos extensas que la estipulada en las orientaciones específicas dadas a los contratistas respecto de los distintos recursos minerales, según lo indicado en la sección IV.F *infra*.

20. El contratista presentará al Secretario General la evaluación previa de los efectos ambientales y la información que se menciona en la recomendación que figura en el párrafo 27, así como el correspondiente programa de vigilancia ambiental, con al menos un año de antelación respecto del inicio de la actividad y por lo menos tres meses antes del período anual de sesiones de la Autoridad.

21. Se necesitan datos de vigilancia ambiental antes, durante y después de las pruebas de extracción en el lugar en que esta tiene lugar y en lugares de referencia comparables (elegidos de acuerdo con sus características ambientales y la composición de su fauna). La evaluación de los efectos se debe basar en un programa de vigilancia correctamente concebido que permita detectar repercusiones en distintos momentos y lugares y que proporcione datos estadísticamente justificables.

22. Se prevé que las mayores repercusiones ambientales se producirán en el fondo marino. Es posible que haya otras repercusiones en la profundidad en que se descarguen los desechos y en la columna hídrica. La evaluación del impacto debe abarcar los efectos para el ambiente bentónico, la capa bentónica limítrofe y el ambiente pelágico. La evaluación debe comprender no solo las zonas directamente afectadas por la extracción de minerales sino también la región más extensa en que

repercuten los penachos cerca del fondo marino, el penacho de descarga y el material liberado por el transporte de los minerales a la superficie del océano, dependiendo de la tecnología que se emplee.

23. Los contratistas podrán efectuar pruebas de extracción individualmente o en colaboración con otros. En un ensayo, se han de montar todos los componentes del sistema de extracción y se ejecutará todo el proceso de extracción experimental, de elevación de los minerales a la superficie del océano y de descarga de los desechos. A los fines de las evaluaciones de los efectos ambientales, esta etapa de ensayo se debe vigilar estrictamente, al igual que las pruebas de todos los componentes del proceso de extracción experimental. Cuando ya se hayan realizado pruebas de extracción, aunque hayan sido hechas por otro contratista, el conocimiento adquirido en ellas se debe utilizar cuando sea posible, para tener la seguridad de que con nuevas investigaciones se solucionarán las cuestiones aún no resueltas.

24. La vigilancia de las pruebas de extracción ha de permitir prever los efectos esperables del desarrollo y la aplicación de sistemas comerciales.

25. Los penachos de descarga en las aguas de superficie pueden interferir con la productividad primaria aumentando los niveles de los nutrientes y reduciendo la penetración de luz en el océano. La introducción de agua fría de profundidad también alterará la temperatura en la superficie en algunos lugares y liberará dióxido de carbono en la atmósfera. Antes de llevar a la superficie grandes volúmenes de agua de profundidad durante una prueba de extracción, es necesario hacer una evaluación de los efectos ambientales, porque los cambios del medio pueden modificar las cadenas tróficas, perturbar las migraciones verticales y de otro tipo y dar lugar a cambios de las características geoquímicas de una zona de oxígeno mínimo, si existe. Dado que el tamaño de las zonas de oxígeno mínimo varía de una región a otra y también en cierta medida de una estación a otra, los estudios ambientales deberán determinar el gradiente de profundidad de la capa de oxígeno mínimo en todos los lugares en que se hagan pruebas de extracción.

C. Información que debe proporcionar el contratista

26. El contratista deberá presentar a la Autoridad una descripción general y un calendario del programa propuesto de exploración, incluido el programa de trabajo para el período quinquenal inmediato, con indicación, por ejemplo, de los estudios que se harán acerca de los factores ambientales, técnicos y económicos y otros factores pertinentes que se han de tener en cuenta durante las pruebas de extracción. Esta descripción general incluirá lo siguiente:

a) Un programa de estudios oceanográficos y ambientales de referencia de conformidad con el conjunto correspondiente de reglamentaciones y cualesquiera normas y procedimientos ambientales publicados por la Autoridad que permitan evaluar los posibles efectos para el medio ambiente de las actividades de exploración propuestas, teniendo en cuenta las directrices publicadas por la Autoridad;

b) Las medidas propuestas para la prevención, la reducción y el control de la contaminación, otros riesgos y posibles efectos para el medio marino;

c) Una evaluación preliminar de los posibles efectos de las actividades de exploración propuestas sobre el medio marino;

d) La delimitación de las zonas de referencia para los efectos y de las zonas de referencia para la preservación. La zona de referencia para los efectos debe ser representativa del lugar donde se hará la extracción, desde el punto de vista de las características ambientales y la biota. La zona de referencia para la preservación debe estar en un lugar elegido cuidadosamente y ser suficientemente extensa como para no resultar afectada por las actividades de extracción, incluidos los efectos de los penachos operacionales y de descarga. El lugar de referencia será importante para determinar las variaciones naturales de las condiciones del medio ambiente. Tiene que incluir especies cuya composición sea comparable a la de la zona donde se hagan las pruebas de extracción.

27. El contratista proporcionará al Secretario General la totalidad o parte de la información siguiente, dependiendo de la actividad concreta que se ejecute:

- a) Tamaño, forma, tonelaje y calidad del depósito;
- b) Técnica de recolección del mineral (dragado mecánico pasivo o activo, succión hidráulica, desprendimiento mediante chorros de agua, etc.);
- c) Profundidad de penetración en el fondo marino;
- d) Mecanismos de desplazamiento (esquíes, ruedas, vehículos oruga, tornillos de Arquímedes, placas de apoyo, cojines de agua, etc.) que entren en contacto con el fondo marino;
- e) Métodos para separar el recurso mineral del sedimento en el fondo marino, incluido el lavado de los minerales; la concentración y composición del sedimento mezclado con agua en el penacho operacional creado en el fondo marino; la altura de las descargas con respecto al fondo marino; la construcción de modelos de la dispersión de las partículas según su tamaño y de su sedimentación, y estimaciones de la profundidad a la cual el sedimento causa asfixia de organismos a distintas distancias del lugar de extracción;
- f) Métodos de procesamiento en el fondo marino;
- g) Métodos de trituración de los minerales;
- h) Métodos de transporte del material a la superficie;
- i) Separación del recurso mineral de los finos y del sedimento en el buque de superficie;
- j) Métodos para tratar el sedimento y los finos procedentes de la abrasión;
- k) Volumen y profundidad del penacho de descarga, concentración y composición de las partículas en el agua descargada y propiedades químicas y físicas de la descarga;
- l) Procesamiento del recurso mineral en el buque de superficie;
- m) Lugar donde se hará la prueba de extracción y límites de la zona de pruebas;
- n) Duración probable de las pruebas;
- o) Planes de las pruebas (manera de llevar a cabo la recolección, zona que sufrirá perturbaciones, etc.);

- p) Mapas de referencia (por ejemplo, sonar de escaneo lateral, batimetría de alta resolución) de los depósitos que se recogerán;
- q) Situación de los datos de referencia sobre el medio ambiente regionales y locales.

28. Cada contratista deberá incluir en el programa de una actividad específica una enumeración de los sucesos que pueden provocar la suspensión o modificación de las actividades debido a daños graves al medio ambiente si los efectos de esos sucesos no pueden mitigarse en forma adecuada.

D. Observaciones y mediciones que habrán de hacerse mientras se ejecuta una actividad concreta

29. El contratista proporcionará al Secretario General la totalidad o parte de la información siguiente, dependiendo de la actividad concreta que se ejecute:

- a) Anchura, longitud y recorrido de las pistas de recolección en el fondo marino;
- b) Profundidad de penetración en el sedimento o la roca y perturbaciones laterales provocadas por el colector;
- c) Volumen y tipo del material recogido por el colector;
- d) Proporción del sedimento que se separe de la fuente del mineral en el colector, volumen y dimensiones máxima y mínima del material que deseché el colector, tamaño y configuración geométrica del penacho operacional en el fondo marino, trayectoria y dispersión espacial del penacho operacional en relación con las dimensiones de las partículas que contiene;
- e) Superficie y espesor de la sedimentación procedente del penacho operacional y distancia en que la sedimentación es insignificante;
- f) Volumen del penacho de descarga procedente del buque de superficie, concentración y composición de las partículas en el agua descargada, propiedades químicas y físicas de la descarga, comportamiento del penacho de descarga en la superficie, a profundidad media o en el fondo marino, según corresponda.

E. Observaciones y mediciones que habrán de hacerse después de ejecutada una actividad concreta

30. El contratista proporcionará al Secretario General la totalidad o parte de la información siguiente, dependiendo de la actividad concreta que se ejecute:

- a) Espesor del sedimento redepositado y los escombros rocosos en la zona afectada por el penacho operacional causado por las pruebas de extracción y por el penacho de descarga;
- b) Abundancia y diversidad de las comunidades bentónicas y cambios en el comportamiento de las principales especies afectadas por asfixia por sedimentación;
- c) Cambios en la distribución, abundancia y diversidad de las comunidades bentónicas en la zona de extracción, incluidos los niveles de recolonización;

- d) Posibles cambios que experimenten las comunidades bentónicas de las zonas adyacentes que no se prevé que sean perturbadas por la actividad, incluidos los penachos operacionales y de descarga;
- e) Cambios en las propiedades del agua al nivel del penacho de descarga durante la prueba de extracción y cambios en el comportamiento de la fauna en el penacho de descarga y debajo de él;
- f) Para los depósitos minerales, mapas posteriores a la prueba de extracción de la zona donde esta se haya hecho que indiquen los cambios en la geomorfología;
- g) Nivel de los metales que se encuentren en la fauna bentónica dominante afectada por los sedimentos reasentados procedentes de los penachos operacionales y de descarga;
- h) Obtención de muestras nuevas de datos de referencia sobre el medio ambiente local en la zona de referencia y en la zona de pruebas y evaluación de los efectos ambientales;
- i) Cambios en el flujo de líquidos y respuesta de los organismos a los cambios en las condiciones hidrotermales, si corresponde;
- j) Cambios en las corrientes de agua y en la respuesta de los organismos a los cambios en la circulación.

F. Requisitos adicionales específicos para distintos tipos de recursos

Nódulos polimetálicos

31. Aparte de la información indicada precedentemente, la información siguiente se refiere concretamente a los nódulos polimetálicos: se necesita una evaluación de los efectos para el medio ambiente respecto de toda obtención de muestras con trineos epibentónicos, dragas o aparatos de arrastre o técnicas similares que abarque más de 10.000 m².

Sulfuros polimetálicos

32. Aparte de la información indicada precedentemente, la información siguiente se refiere concretamente a los sulfuros polimetálicos:

- a) Se deben registrar todas las modificaciones de la descarga de líquidos en distintas condiciones hidrotermales y de la fauna correspondiente (empleando documentación fotográfica, mediciones de temperatura y otros indicadores, según sea conveniente);
- b) Para los depósitos de sulfuros activos, se deben analizar las relaciones entre la temperatura y la fauna (por ejemplo, entre 5 y 10 mediciones de temperatura distintas, documentadas con vídeo, dentro de cada subhábitat);
- c) Se deben confeccionar mapas que muestren la presencia de taxones importantes, incluidas las comunidades quimiosintéticas localizadas especiales, y se debe determinar su posición en relación con posibles lugares de extracción dentro de un radio de 10 km desde el lugar propuesto para la extracción;

d) La estructura y la biomasa de las comunidades de la meiofauna y los microbios propias de los depósitos de sulfuros polimetálicos se deben estudiar usando muestras obtenidas dragando y perforando la roca o usando vehículos teledirigidos y sumergibles, cuando sea posible. Se debe sacar una cantidad estadísticamente justificable de muestras de sulfuros polimetálicos, en las que se deben identificar las especies que viven en la roca o en las grietas y agujeros del depósito;

e) Se deben reunir ejemplares de la fauna usando técnicas de muestreo de precisión mediante vehículos teledirigidos y sumergibles en los distintos subhábitats y se deben conservar en cajas de muestras separadas;

f) Se deben determinar la abundancia y la cobertura de los taxones dominantes en cada subhábitat.

Costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto

33. Aparte de la información indicada precedentemente, la información siguiente se refiere concretamente a las costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto:

a) Las comunidades vinculadas con las costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto pueden tener una distribución muy localizada. Por lo tanto, las muestras biológicas deben estratificarse de acuerdo con el tipo de hábitat, que quedará definido por la topografía (por ejemplo, la cumbre, la ladera y la base de los montes submarinos), la hidrografía, el régimen de las corrientes, la megafauna predominante (por ejemplo, barreras de coral), el contenido de oxígeno del agua (si la capa de oxígeno mínimo toca el accidente de que se trata) y posiblemente también por la profundidad. Se deben tomar muestras biológicas repetidas usando técnicas adecuadas de muestreo en cada subhábitat;

b) En la medida de lo posible, se deben obtener muestras biológicas para un subconjunto representativo de todas las características de posible interés para la minería dentro de cada zona reclamada, a fin de contar con un cuadro de la distribución de la comunidad dentro de esa zona;

c) Se deben tomar imágenes fotográficas o de vídeo transversales para determinar el tipo de hábitat, la estructura de las comunidades y las asociaciones de la megafauna con tipos específicos de sustratos. La abundancia, la cubierta porcentual y la diversidad de la megafauna se deben determinar inicialmente con base en por lo menos cuatro tomas. Las imágenes deben ir desde un punto situado sobre el fondo plano del mar a 100 m o más de la base del monte submarino, subir por la ladera del monte y llegar hasta la cumbre. Quizás se necesiten muestras más limitadas para los accidentes más grandes del monte. Se deben hacer más tomas transversales en las zonas donde hay costras que pueden ser de interés para hacer pruebas de extracción;

d) Se recomienda sacar con vehículos teledirigidos o sumergibles una cantidad estadísticamente justificable de muestras repetidas por estrato para recoger especímenes y evaluar la variedad de especies;

e) Antes de las pruebas de extracción, se deben estudiar los peces demersales y otros componentes del necton que viven por encima del fondo marino, usando tomas transversales fotográficas y de vídeo sacadas con cámaras de arrastre

programadas para funcionar en momentos predeterminados, o con observaciones y fotografías obtenidas con sumergibles y vehículos teledirigidos. Los montes submarinos pueden ser ecosistemas importantes con una variedad de hábitats para distintas especies de peces que se congregan allí para desovar o alimentarse. Las pruebas de extracción pueden afectar el comportamiento de los peces;

f) La estructura y la biomasa de las comunidades de la meiofauna y los microbios propias de las costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto se deben estudiar usando muestras obtenidas con vehículos teledirigidos y sumergibles. Se debe sacar una cantidad estadísticamente justificable de muestras de costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto, en las que se deben identificar las especies que viven en la roca o en las grietas y agujeros de las costras.

V. Protocolo de reunión, comunicación y archivo de datos

A. Reunión y análisis de datos

34. Los tipos de datos que habrán de obtenerse, la frecuencia con que habrá que recogerlos y las técnicas analíticas empleadas de conformidad con las presentes recomendaciones deberán ajustarse a la mejor metodología disponible y utilizar un sistema de control de calidad internacional y procedimientos y laboratorios certificados.

B. Sistema de archivo y recuperación de datos

35. En el plazo máximo de un año a partir de la finalización de una expedición, se debe presentar a la secretaría de la Autoridad un informe sobre la expedición con listas de estaciones y de actividades y otros metadatos pertinentes.

36. El contratista debe proporcionar a la Autoridad todos los datos pertinentes, las descripciones de los datos y los inventarios, incluidos datos sin elaborar sobre el medio ambiente en el formato en que se convenga con la Autoridad. Los datos y la información necesarios para que la Autoridad formule normas, reglamentos y procedimientos sobre la protección y preservación del medio marino y su seguridad que no sean datos relativos al diseño del equipo que estén protegidos por derechos de propiedad intelectual (incluidos los datos hidrográficos, químicos y biológicos) deben estar libremente disponibles para hacer análisis científicos a más tardar cuatro años después de la finalización de la expedición. Se debe publicar en la web un inventario de los datos con que cuenta cada contratista. Junto con los datos propiamente dichos, se deben facilitar metadatos sobre las técnicas analíticas, los análisis de error, las descripciones de fallos, las técnicas y tecnologías que se deben evitar, comentarios sobre la suficiencia de los datos y otros elementos descriptivos pertinentes.

C. Presentación de informes

37. Se presentarán periódicamente a la Autoridad informes con una evaluación e interpretación de los resultados de las actividades de vigilancia, junto con los datos sin elaborar, en el formato prescrito.

D. Transmisión de datos

38. Todos los datos relativos a la protección y preservación del medio marino, con excepción de los datos relativos al diseño del equipo, que se hayan reunido en cumplimiento de las recomendaciones que figuran en los párrafos 29 y 30 deberán transmitirse al Secretario General, que les dará libre distribución con fines de análisis e investigación científicos dentro de un plazo de cuatro años desde la conclusión de la expedición, con sujeción a los requisitos de confidencialidad previstos en el reglamento pertinente.

39. El contratista transmitirá al Secretario General todos los demás datos no confidenciales que obren en su poder y que puedan ser importantes para proteger y preservar el medio marino.

VI. Cooperación en materia de investigación y recomendaciones para colmar lagunas en los conocimientos

40. La cooperación en materia de investigación puede proporcionar datos adicionales para la protección del medio marino y ofrecer una buena relación costo-eficacia a los contratistas.

41. La interacción entre múltiples disciplinas oceanográficas y múltiples instituciones puede ser útil para colmar lagunas en los conocimientos que resulten del hecho de que los contratistas trabajan de manera individual. La Autoridad puede prestar apoyo a la coordinación y difusión de los resultados de tales investigaciones, de conformidad con la Convención. La Autoridad debe prestar asesoramiento a los contratistas de minería para definir oportunidades de cooperación en materia de investigación, pero los contratistas deben tratar de establecer sus propios vínculos con instituciones académicas y otros grupos profesionales.

42. Los programas de cooperación en el campo de la investigación pueden ser especialmente útiles para combinar los recursos técnicos, las instalaciones de investigación, la capacidad logística y los intereses comunes de las empresas mineras y de las instituciones y los organismos de cooperación. De esta forma, los contratistas pueden aprovechar al máximo recursos de investigación en gran escala, como buques, vehículos submarinos autónomos y vehículos teledirigidos, y la capacidad técnica en geología, ecología, química y oceanografía física de las instituciones académicas.

43. Para responder algunas preguntas acerca de los efectos ambientales de la extracción de minerales, habrá que hacer experimentos, observaciones y mediciones especiales. No es necesario que todos los contratistas hagan los mismos estudios. La repetición de algunos experimentos o de estudios sobre los efectos no mejorará necesariamente los conocimientos científicos ni las evaluaciones de los efectos, pero podrá implicar un derroche de recursos financieros, humanos y tecnológicos. Se alienta a los contratistas a que consideren las posibilidades existentes para aunar sus esfuerzos de cooperación en materia de estudios oceanográficos internacionales.

Anexo I

Comentario explicativo

1. Las presentes recomendaciones tienen por objeto definir la información oceanográfica biológica, química, geológica y física necesaria para asegurar la protección eficaz del medio marino frente a los efectos nocivos que puedan tener las actividades en la Zona. Las recomendaciones, asimismo, imparten orientación a los posibles contratistas respecto de la preparación de los planes de trabajo para la exploración de minerales marinos.
2. Un plan de trabajo para la exploración debe incluir actividades que se conformen a los requisitos ambientales siguientes, con objeto de:
 - a) Realizar un estudio de referencia ambiental que permita comparar tanto el cambio natural como los efectos causados por las actividades mineras;
 - b) Describir métodos para la vigilancia y evaluación de los efectos sobre el medio marino de la extracción de minerales en el medio marino;
 - c) Suministrar datos con destino a la evaluación de impacto ambiental requerida para un contrato de explotación de minerales marinos en la Zona, incluida la designación de zonas de referencia para los efectos y para la preservación;
 - d) Suministrar datos para la ordenación regional de la exploración y explotación de recursos, la conservación de la biodiversidad y la recolonización de zonas afectadas por la minería de los fondos marinos; y
 - e) Establecer procedimientos para demostrar que no se ha causado ningún daño grave al medio ambiente de resultados de la exploración de minerales marinos.
3. Sobre la base de las metodologías actuales propuestas, se estima que los principales efectos se producirán en el fondo marino. También puede haber otros efectos causados por el procesamiento a bordo del buque minero y por el penacho de descarga o de resultados de las diferentes tecnologías que se utilicen.
4. En el fondo marino, el equipo de minería agitará y removerá el fondo marino (roca, nódulos y sedimentos) creando un penacho operacional de materia particulada cerca del fondo; en algunos casos podría descargar productos químicos nocivos, que afecten a la vida marina. Será necesario mitigar la pérdida de sustrato, proveer a la recolonización natural del fondo marino y formular métodos que reduzcan al mínimo los efectos en el espacio y el tiempo debidos a la alteración directa del fondo marino y a la materia transportada en el penacho operacional y depositada por este.
5. El procesamiento de lodos minerales en la superficie del mar a bordo del buque minero traerá a la superficie grandes volúmenes de agua fría, de alto contenido de nutrientes, sobresaturada de dióxido de carbono y cargada de partículas, que se debe controlar cuidadosamente a fin de no alterar los ecosistemas de la superficie marina y permitir la degasificación de gases que influyen en el clima y la liberación de los metales y compuestos nocivos producidos por el proceso de extracción, en particular en relación con las fases de minerales reducidos, tales como sulfuros. Se deben evaluar los productos químicos añadidos para separar las fases minerales de los materiales y aguas de desecho para determinar si pueden producir efectos nocivos.

6. Se debe controlar el penacho de descarga para limitar efectos ambientales nocivos. La descarga en la superficie marina puede introducir aguas cargadas de partículas en aguas oligotróficas de contenido limitado de partículas, obstruyendo así la penetración de la luz, alterando la temperatura del mar e introduciendo niveles elevados de nutrientes en regiones pobres en nutrientes, con efectos significativos sobre la composición de especies de los productores primarios y el ecosistema pelágico. La descarga dentro de las aguas más profundas de la zona o zonas de oxígeno mínimo puede desencadenar la liberación de metales bioactivos nocivos, en tanto la descarga a profundidades aún mayores puede introducir agua de alto contenido de partículas en comunidades pelágicas dispersas, pero generalmente diversas. La descarga en el fondo marino se sumaría al penacho operacional con agua más caliente y partículas más finas.

7. Los requisitos relativos a los datos de referencia abarcan siete categorías: oceanografía física, geología, química y geoquímica, comunidades biológicas, propiedades de los sedimentos, bioturbación y sedimentación.

8. Se necesitan datos oceanográficos físicos, por un lado, para estimar la posible influencia de los penachos operacionales y de descarga y, por el otro, junto con información sobre la geomorfología del fondo marino, para predecir la posible distribución de especies. Se necesita información sobre las corrientes, la temperatura y la turbidez en la superficie del mar, en aguas de profundidad media y en la capa bentónica limitrofe que recubre el fondo marino.

9. En la profundidad propuesta del penacho de descarga se precisan mediciones de las corrientes y de la materia particulada para predecir el comportamiento del penacho de descarga y evaluar las cargas naturales de partículas en el agua.

10. La estructura oceanográfica de la columna de agua se mide con sistemas de conductividad-temperatura-profundidad. Se necesita conocer la variación temporal en la estructura física del agua superficial. Se deben realizar perfiles y secciones de conductividad-temperatura-profundidad desde la superficie del mar hasta el fondo marino, a fin de caracterizar la estratificación de toda la columna de agua. Las estructuras de corrientes y temperaturas se pueden inferir de los datos de boyas obtenidos en largos plazos y de mediciones complementarias con perfiladores acústicos de corriente Doppler. Para obtener información espacial y temporal, se pueden utilizar sistemas remotos como los vehículos submarinos autónomos o los planeadores submarinos. El número y el emplazamiento de las boyas deben estar en consonancia con la dimensión de la zona, a fin de que se pueda caracterizar adecuadamente el régimen de las corrientes, en particular en zonas de geomorfología compleja. La resolución del muestreo recomendada se basa en las normas del Experimento Mundial sobre la Circulación Oceánica y del Proyecto sobre la variabilidad y previsibilidad del clima, con una distancia entre estaciones no superior a 50 km. En regiones con grandes gradientes laterales (por ejemplo, en corrientes limitrofes y cerca de grandes estructuras geomorfológicas), se debería reducir el espaciamiento del muestreo horizontal a fin de permitir la resolución de los gradientes. El número de medidores de corriente en cada boya dependerá de las escalas topográficas típicas de la zona que se estudie (es decir, de las diferencias de altitud con respecto al fondo). Se recomienda que el emplazamiento del medidor más profundo esté lo más cerca posible del fondo marino, normalmente a una distancia de entre 1 m y 3 m. El medidor de corrientes superiores debiera situarse por encima del accidente más elevado de la topografía aplicando una proporción de 1,2 a 2. Además,

las cotas básicas de profundidad de los medidores de corrientes deben ser de 10 m, 20 m, 50 m, 100 m y 200 m sobre el fondo marino.

11. Se recomienda realizar un análisis de datos satelitales para informarse de la actividad superficial de la zona a escala sinóptica y para los fenómenos de mayor escala.

12. La estructura de la columna hídrica se debe determinar mediante un perfil continuo o con muestras de la columna. Para las muestras, las mediciones de las propiedades del agua en el plano vertical no deben hacerse a distancias mayores de 100 m. La resolución debiera ser mayor en las regiones de alto gradiente (por ejemplo, para localizar y cuantificar los límites de las zonas de oxígeno mínimo). Para los parámetros sin gradientes horizontales significativos, se considera adecuada la determinación de las amplitudes de referencia (por ejemplo, las desviaciones medias y típicas). Para los parámetros con una estructura espacial significativa (gradientes, extremos), la resolución de muestreo debe permitir la caracterización de la estructura oceanográfica física de la zona. Debido a la marcada influencia de la topografía en las escalas espaciales de las características oceánicas, se estima que se necesitará un plan de reconocimiento en el cual la distancia entre estaciones dependa de las escalas geomorfológicas locales (por ejemplo, se requerirá una resolución mayor en zonas con pendientes empinadas).

13. La recopilación de datos de referencia sobre la segunda categoría citada (oceanografía química) responde a la necesidad concreta de recoger información antes de que se produzca una descarga en la columna de agua o en el fondo marino. Los datos que se reúnan serán importantes para determinar la posible influencia de la actividad minera, incluidas las pruebas de extracción sobre la composición del agua (por ejemplo, las concentraciones de metales) y sobre los procesos de los ecosistemas (actividad biológica). Las muestras se deben tomar en los mismos emplazamientos en que se efectúen las mediciones de la oceanografía física. Se deben analizar químicamente, cuando sea posible, el agua que cubre los nódulos y el agua intersticial en los sedimentos para evaluar los procesos de intercambio químico entre el sedimento y la columna hídrica. Los parámetros químicos que han de medirse y los protocolos recomendados figuran en el capítulo 23 del informe de la Autoridad titulado *Standardization of Environmental Data and Information: development of guidelines*. En el cuadro 3 de ese mismo informe se enumeran los parámetros específicos que deben, como mínimo, medirse (fosfato, nitrato, nitrito, silicato, alcalinidad del carbonato, oxígeno, zinc, cadmio, plomo, cobre, mercurio y carbono orgánico total). Una vez que se conozcan los detalles de las técnicas que se han de utilizar en las pruebas de extracción de minerales, las listas de parámetros deberían ampliarse para incluir toda sustancia potencialmente peligrosa que pudiera liberarse en la columna de agua en el curso de dichas pruebas. Todas las mediciones deben ser precisas y ajustarse a normas científicas aceptadas (por ejemplo, los protocolos del Proyecto sobre la variabilidad y previsibilidad del clima y del programa GEOTRACES).

14. Para poder analizar posteriormente otros parámetros, deberían tomarse muestras de agua adecuadas para el análisis de materia disuelta y particulada, que deberían conservarse en un depósito accesible para futuros estudios.

15. En el programa de medición sobre el terreno también hay que tener en cuenta los perfiles verticales y la variación temporal.

16. Un plan general para la obtención de datos oceanográficos físicos y químicos de referencia incluye los siguientes aspectos:

a) La recogida de datos hidrográficos y de transmisión de la luz de la columna hídrica, con resolución suficiente para determinar los patrones predominantes, teniendo en cuenta las características geomorfológicas y topográficas del fondo marino en la zona de exploración, cuando proceda;

b) La compilación de datos adecuados para evaluar el potencial de dispersión horizontal y vertical de la materia disuelta y particulada por advección y por turbulencia en las escalas temporales y espaciales pertinentes desde el punto de vista ambiental;

c) La elaboración y validación de un modelo numérico de circulación que abarque las escalas temporales y espaciales importantes para la dispersión, así como la realización de experimentos, por ejemplo, para investigar el posible efecto de vertimientos accidentales.

17. Independientemente de las técnicas de extracción que se empleen, cabe esperar que en las cercanías de los depósitos donde se efectúan operaciones de extracción, en las tuberías de transporte y en el procesamiento en la superficie marina se libere una cierta cantidad de subproductos en forma de partículas o sustancias disueltas en la columna de agua. También cabe esperar que, con las técnicas de exploración y los métodos para las pruebas de extracción que actualmente se proponen, los principales subproductos generados por esas actividades sean partículas creadas por la desintegración mecánica de los minerales extraídos. Si bien se estima que las empresas mineras reducirán en la mayor medida posible la pérdida de minerales de valor económico, no parece realista suponer que no habrá ninguna pérdida. Como se desconoce la amplitud de tamaños de las partículas, se parte del supuesto de que los productos secundarios de las pruebas de extracción de minerales incluirán partículas muy pequeñas que pueden permanecer en suspensión durante meses. Tampoco se puede descartar la posibilidad de que se introduzcan sustancias tóxicas. Si bien los metales ligados no están biológicamente disponibles, en determinadas condiciones ambientales (por ejemplo, pH bajo, incluso en vísceras de la fauna marina y zonas de oxígeno mínimo de la columna de agua) puede haber una disolución de metales, con la consiguiente toxicidad. Entre otros ejemplos cabe mencionar el vertimiento accidental o deliberado de sustancias químicas durante la exploración y las pruebas de extracción. Uno de los principales objetivos de la reunión de datos físicos de referencia es determinar el potencial de dispersión, tanto de las partículas como de las sustancias disueltas. También es necesario conocer el potencial de dispersión para vigilar y atenuar los efectos de vertimientos accidentales durante las pruebas de extracción. Se debe evaluar el potencial de dispersión en las cercanías de los posibles lugares de extracción, incluso cuando el objetivo del diseño de la tecnología utilizada abarque evitar la descarga en el medio ambiente de subproductos derivados de las pruebas de extracción.

18. Respecto de cada subproducto derivado de las pruebas de extracción de minerales se debe modelizar la escala temporal en la que dicho subproducto tenga un efecto ambiental significativo. Si esas escalas temporales dependen de la dilución, en la evaluación de la dispersión se ha de incluir la determinación de las tasas de difusión vertical y horizontal cerca del lugar elegido. El potencial de dispersión debe evaluarse con arreglo a escalas temporales que abarquen desde las frecuencias de las mareas hasta la mayor de esas escalas temporales de efectos

ambientales. Por lo general, la evaluación del potencial de dispersión en fondos abisales requiere una vigilancia a largo plazo. Incluso para determinar las direcciones y velocidades del caudal medio de las corrientes en las profundidades marinas puede ser necesario obtener mediciones de las corrientes durante varios años. Evaluar la dispersión por turbulencia resulta difícil y, por lo general, requiere la aplicación de técnicas de Lagrange, como flotadores equilibrados o experimentos de dispersión de colorantes. Por esos motivos, se recomienda que la evaluación del potencial de dispersión a escala regional en diferentes niveles de la columna de agua comience en las primeras etapas de la exploración. Quizás resulte posible evaluar la dispersión cerca de la superficie y cerca de los 1.000 m a partir de los datos disponibles (flotadores de superficie y flotadores de la Red de Oceanografía Geostrofica en Tiempo Real, respectivamente). Antes de que comiencen las pruebas de extracción, es preciso evaluar el potencial de dispersión en todos los niveles en los lugares en los que se puedan descargar subproductos tóxicos en la columna de agua debido a dichas pruebas, así como en los lugares en que pueda haber vertimientos accidentales. La resolución vertical necesaria dependerá del régimen dinámico de la región (cizalladura vertical de las corrientes horizontales), pero se prevé que será necesario tomar muestras como mínimo en tres niveles (cerca de la superficie, a una profundidad media y cerca del fondo). En particular, se deben obtener datos de resolución temporal y espacial del flujo cerca de los fondos marinos (por ejemplo, utilizando mediciones obtenidas con un trazador acústico Doppler de perfiles de corriente montado en el fondo marino y muestras suficientes para determinar los flujos de marea predominantes). En regiones de relieve geomorfológico cerca del lugar donde se efectúen las pruebas de extracción se debieran aumentar las resoluciones horizontales y verticales para poder determinar las estructuras dinámicas predominantes vinculadas con la geomorfología de los fondos abisales (corrientes limítrofes, remolinos interceptados, desbordes, etc.).

19. Cerca de los campos de respiraderos hidrotermales activos muchas veces se puede obtener información útil y de primer orden sobre la dispersión al nivel de los penachos equilibrados a partir de observaciones hidrográficas, químicas y ópticas. La interpretación de las observaciones de la dispersión de los penachos, en lo que respecta al potencial de dispersión de los subproductos de la extracción, se ve complicada por una serie de factores, entre ellos: que se tiene un conocimiento exiguo de las características temporales y espaciales de las fuentes hidrotermales; que los penachos hidrotermales se dispersan en su punto de equilibrio, que depende tanto de la fuente como de las características del entorno; y que no se puede controlar la composición de las partículas de los penachos (y, por ende, tampoco la velocidad de asentamiento). No obstante, cuando esos penachos ocurren en las cercanías de un recurso mineral, se estima que las observaciones de la dispersión de los penachos hidrotermales resultarán útiles, en particular para planificar estudios controlados de seguimiento de la dispersión. A fin de completar una evaluación del potencial de dispersión, se debe elaborar un modelo numérico hidrodinámico tridimensional que abarque las escalas temporales y espaciales importantes para la dispersión.

20. El contratista debería utilizar un modelo que los expertos en modelización oceánica consideren adecuado para los estudios de dispersión cerca de los fondos marinos; no se considerarán adecuados los modelos de recuadro sencillos ni los modelos de coordenada z de baja resolución vertical en las profundidades marinas. Los detalles de ese modelo dependerán de la configuración topográfica y

oceanográfica del lugar elegido. La resolución debe ajustarse a las escalas antes descritas (por ejemplo, la de los gradientes debe ser de varios puntos) y la validez del modelo se debe confirmar mediante una comparación con los datos obtenidos de las observaciones. Tras su validación, el modelo numérico debería emplearse para investigar posibles hipótesis que permitan estimar los efectos potenciales de vertimientos accidentales o los efectos en ciertos casos extremos (por ejemplo, las tormentas atmosféricas).

21. La modelización será importante para extrapolar los resultados de las pruebas de extracción a las operaciones de extracción comercial.

22. La recopilación de datos de referencia sobre la tercera categoría citada (propiedades del sedimento, incluidas las propiedades químicas del agua intersticial) tiene por objeto predecir el comportamiento del penacho de descarga y el efecto de las pruebas de extracción sobre la composición del sedimento. Así, pues, habrá que medir los siguientes parámetros: gravedad específica, densidad aparente, resistencia a la cizalladura, granulometría y profundidad a la cual el sedimento cambia del estado óxico al subóxico o del estado subóxico al óxico. Habrá que medir el carbono orgánico e inorgánico en el sedimento, los metales que puedan ser perjudiciales en algunas formas (hierro, manganeso, zinc, cadmio, plomo, cobre y mercurio), los nutrientes (fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos), los carbonatos (alcalinidad) y el sistema de oxidación-reducción del agua intersticial. La geoquímica del agua intersticial y los sedimentos se debiera determinar hasta una profundidad de 20 cm. Los protocolos recomendados figuran en los cuadros 1 y 2 del capítulo 23 del informe de la Autoridad titulado *Standardization of Environmental Data and Information: development of guidelines*. Se deberían obtener y archivar, antes de las pruebas de extracción, calas y muestras representativas del sedimento.

23. La recopilación de datos de referencia sobre la cuarta categoría citada (comunidades de especies biológicas) responde a la necesidad de allegar información sobre las “comunidades naturales”, incluida la “variabilidad espacial y temporal natural”, con objeto de determinar los posibles efectos de las actividades en la fauna bentónica y pelágica.

24. La caracterización de las comunidades pelágicas y bentónicas debiera llevarse a cabo en todos los subhábitats que puedan verse afectados por las operaciones mineras, a fin de determinar las distribuciones regionales con miras al establecimiento de zonas de referencia para la preservación y la formulación de estrategias de mitigación destinadas a propiciar la recolonización natural en zonas afectadas por las actividades mineras.

25. Se recomienda utilizar los instrumentos cartográficos del Sistema de Información Geográfica para catalogar los hábitats, documentar los lugares de muestreo y planificar los programas de muestreo aleatorio estratificado.

26. Se deberían aplicar prácticas normalizadas para la conservación de organismos, a saber: el muestreo diferenciado de subhábitats en contenedores separados (preferentemente aislados), con tapas cerradas para evitar que las muestras se diluyan al recuperarlas; la recuperación de las muestras en las 12 horas siguientes a su recolección para obtener material de calidad; y su procesamiento y conservación inmediatos en cubierta o su almacenamiento en cámaras refrigeradas durante un máximo de seis horas antes de su conservación (o menos tiempo cuando se haya previsto realizar pruebas moleculares).

27. Se deberían emplear múltiples métodos de conservación, incluida la conservación en formalina para los estudios taxonómicos, la congelación o la conservación en etanol al 100% para los estudios moleculares, el desecado de animales enteros o de determinados tejidos para los análisis de isótopos estables y la congelación de animales enteros o de determinados tejidos para los análisis bioquímicos y de oligoelementos metálicos.

28. En la medida de lo posible, se debería obtener documentación fotográfica en color de los organismos (los organismos *in situ* o el material recién extraído en cubierta para documentar la coloración natural). Esas fotografías deberían formar parte de una colección de archivo.

29. Se debería dejar constancia, respecto de todas las muestras y productos del muestreo (por ejemplo fotografías, material conservado, secuencias de genes), de los datos pertinentes sobre su obtención (como mínimo la fecha, hora, método de muestreo, latitud, longitud y profundidad).

30. La identificación y enumeración de muestras en el mar y en los laboratorios deberían complementarse, cuando corresponda, con análisis moleculares e isotópicos. Las matrices de la abundancia de especies y de la biomasa de especies deberían ser productos estándar siempre que ello sea viable.

31. Los especímenes deben archivarlos para compararlos con las identificaciones taxonómicas de otros emplazamientos y entender en detalle los cambios en la composición de las especies en el tiempo. Si se altera la composición de especies, los cambios podrían ser casi imperceptibles, por lo cual es fundamental estar en condiciones de compararlos con los especímenes originales (en los casos en que la identificación no haya sido confirmada). Se recomienda que las muestras se archiven como parte de colecciones nacionales o internacionales.

32. La normalización de la metodología y de los informes sobre resultados es de suma importancia y debería abarcar los instrumentos y el equipo; las garantías de calidad en general; la recogida de muestras; las técnicas de tratamiento y conservación; los métodos de determinación y el control de calidad a bordo de los buques; los métodos analíticos y el control de calidad en los laboratorios; y el procesamiento de datos y la presentación de informes. La normalización de datos permitirá comparar los resultados entre diferentes regiones y seleccionar los parámetros esenciales para la labor de vigilancia.

33. La variación espacial en la comunidad biológica se debe evaluar antes de que se realicen las pruebas de extracción, mediante muestreo en tres por lo menos de los depósitos de minerales de la zona, si los hay, cada uno de ellos separado por una distancia mayor que la abarcada por la deposición prevista del 90% de las partículas en suspensión como resultado de las operaciones de extracción. Como las poblaciones de fauna de algunos depósitos serán subgrupos de metapoblaciones que interactúan mediante dispersión y colonización, es importante determinar el grado de aislamiento de las poblaciones que se encuentren en los depósitos de minerales que se han de extraer y también si una población determinada sirve de reserva fundamental de genitores para otras poblaciones.

34. Podrán utilizarse distintos tipos de equipo de muestreo según las características del fondo marino y el tamaño de la fauna que vaya a recogerse. Por lo tanto, los métodos para obtener datos biológicos de referencia con anterioridad a las pruebas de extracción deben conformarse a las condiciones particulares de cada

caso. El empleo de sacatestigos múltiples permitirá distribuir los diversos tubos de muestreo de una misma estación entre los especialistas que utilizan técnicas distintas para la identificación y el censo de la fauna. Hay que recalcar, sin embargo, que es preciso ajustar el diámetro de los tubos para evitar que se agite demasiado el sedimento o que los tubos queden obstruidos por partículas grandes, tales como nódulos y fragmentos de roca, y que las muestras biológicas deben ser suficientemente grandes como para generar tamaños de muestras aceptables desde el punto de vista de la abundancia y la biomasa a los efectos de un sólido análisis estadístico.

35. Los sustratos duros (tales como sulfuros polimetálicos, costras de cobalto y basalto), especialmente cuando los organismos son pequeños, constituyen un entorno muy difícil para realizar un muestreo cuantitativo. Bien puede ser necesario recurrir a múltiples técnicas de toma de muestras, incluidas la succión y excavación, de los organismos de mayor tamaño. La documentación videográfica y fotográfica de las secciones transversales tal vez sea el único medio adecuado para elaborar matrices de la abundancia de especies en algunos casos. Para todos los hábitats se recomienda el muestreo de precisión mediante vehículos operados por control remoto. Los vehículos submarinos autónomos o los vehículos híbridos (que combinan características de estos y de los vehículos operados por control remoto) quizás resulten, en última instancia, plataformas útiles para el estudio y la toma de muestras. Las superficies minerales expuestas pueden ser irregulares y tener pendientes empinadas, lo que presenta dificultades a la hora de tomar imágenes cuantitativamente sin el empleo de un vehículo operado por control remoto.

36. A continuación se indican los datos que habrá que recoger, y la metodología correspondiente, para las diversas clases o tamaños de la fauna del fondo marino:

a) **Megafauna.** Los datos sobre la abundancia, la biomasa y la estructura y diversidad de especies de la megafauna debieran basarse en vídeos y fotografías de secciones transversales. Las fotografías deben tener una resolución suficiente para identificar organismos de más de 2 cm en su dimensión más pequeña. Abarcarán un campo de una anchura mínima de 2 m. Por lo que respecta a las estaciones de muestreo, habrá que definir qué secciones fotográficas se tomarán teniendo en cuenta las diversas características del fondo, como la topografía, la variabilidad de las propiedades del sedimento y la abundancia y el tipo de depósito. La identificación de especies debiera confirmarse mediante la recogida de especímenes *in situ*. Se debe utilizar el muestreo para determinar la megafauna del sistema menos abundante pero de importancia potencialmente crítica (incluidos peces, cangrejos y otros organismos móviles). Se deben conservar muestras representativas de esos organismos para hacer análisis taxonómicos, moleculares e isotópicos.

b) **Macrofauna.** Los datos sobre la macrofauna (organismos de más de 250 μm), su abundancia, biomasa y estructura y diversidad de especies se deben obtener mediante el análisis cuantitativo de las muestras. En los sedimentos blandos, los perfiles verticales con una distribución adecuada de profundidades (profundidades recomendadas: 0 a 1 cm, 1 a 5 cm y 5 a 10 cm) se deben recoger mediante sacatestigos de caja (0,25 m²) o sacatestigos múltiples, según corresponda;

c) **Meiofauna.** Los datos sobre la meiofauna (organismos de menos de 250 μm y más de 32 μm), su abundancia, biomasa y estructura se deben recoger mediante un análisis cuantitativo de muestras. En los sedimentos blandos, los perfiles verticales con una distribución adecuada de profundidades (profundidades

recomendadas: 0 a 0,5 cm, 0,5 a 1,0 cm, 1 a 2 cm, 2 a 3 cm, 3 a 4 cm y 4 a 5 cm) se deben recoger mediante testigos. Podrá destinarse a esos fines un tubo de los sacatestigos múltiples que se usen para hacer muestreos en cada estación;

d) **Microfauna.** La actividad metabólica microbiana debe analizarse utilizando la prueba del trifosfato de adenosina u otro método de análisis corriente. En los sedimentos blandos, se deben obtener perfiles verticales, con intervalos recomendados de muestreo de 0 a 0,5 cm, 0,5 a 1,0 cm, 1 a 2 cm, 2 a 3 cm, 3 a 4 cm y 4 a 5 cm. Podrá destinarse a esos fines un tubo de los sacatestigos múltiples que se usen para hacer muestreos en cada estación;

e) **Fauna nodular.** Se deben analizar la abundancia, biomasa y estructura de especies de la fauna nodular a partir de un número reducido de nódulos que se tomarán de la parte superior de los sacatestigos de caja o testigos tomados con un vehículo operado por control remoto;

f) **Detritívoros bentónicos.** En la zona de estudio se debe instalar, durante un año como mínimo, una cámara cebada que se dispense automáticamente a intervalos para analizar la dinámica física del sedimento superficial y documentar el grado de actividad de la megafauna superficial y la frecuencia de las resuspensiones. Se pueden utilizar trampas cebadas para estudiar la composición de las especies de las comunidades. Las comunidades de anfípodos necrófagos se debieran determinar con trampas cebadas a intervalos breves (24 a 48 horas).

37. Cuando exista la posibilidad de descargas en la superficie, se deberían determinar las características del plancton en los primeros 200 m de la columna de agua. En función de los estudios de modelización del penacho, bien puede ser necesario estudiar las comunidades de plancton, especialmente de plancton gelatinoso, en un amplio intervalo de profundidades. Antes de empezar las pruebas de extracción, hay que estudiar la estructura de las comunidades pelágicas alrededor de la base del penacho de descarga y a profundidades inferiores a esta. Además, se debe caracterizar la comunidad pelágica en la capa bentónica limítrofe usando técnicas de redes de arrastre pelágicas de apertura-cierre cerca del fondo o vehículos operados por control remoto. Se deben medir la composición, biomasa y producción del fitoplancton, la composición y biomasa del zooplancton y la biomasa y productividad del plancton bacteriano. Se deberían estudiar las variaciones temporales del plancton en la capa superior de las aguas superficiales en función de escalas estacionales e interanuales. Para complementar los programas sobre el terreno se puede recurrir a la teleobservación, cuyos resultados es fundamental calibrar y validar.

38. Se deben analizar los oligometales y posibles elementos tóxicos presentes en el tejido muscular y las vísceras de especies de peces e invertebrados bentónicos dominantes. Este procedimiento se debe repetir antes de que empiecen las operaciones de pruebas de extracción de minerales (para medir la variabilidad natural) y, a partir de entonces, por lo menos una vez por año para vigilar los cambios que puedan ser resultado de las pruebas de extracción de minerales. Tal vez sea necesario combinar vigilancia y experimentos a bordo de los buques y en laboratorios para resolver, antes de que se realicen las pruebas de extracción, los posibles efectos ecotoxicológicos, incluso los efectos potenciales sobre el fitoplancton y el zooplancton si el penacho de descarga se produce en la superficie del mar o a profundidad mediana.

39. La variación temporal debe evaluarse por lo menos en uno de los posibles sitios donde se realicen pruebas de extracción y en el sitio de referencia para la preservación antes de las pruebas de extracción (lo ideal sería un muestreo anual en un plazo mínimo de tres años). Ese estudio temporal debería ser examinado por la Autoridad antes del inicio de las pruebas de extracción. Los estudios de la variación temporal en el fondo marino deben basarse en reconocimientos fotográficos o videográficos. En el caso de depósitos de sulfuros, se deben estudiar las temperaturas correspondientes y las muestras de subhábitats. El uso de sistemas de observatorio sencillos con fotografía de tomas a intervalos en el fondo marino, que filmen el fondo marino entre cuatro y cinco veces por día durante un período de un año, podría proporcionar datos temporales de alta resolución. Dentro de lo posible, se debieran realizar estudios de ecosistemas para determinar, por ejemplo, las tasas de crecimiento, las tasas de reclutamiento y el estado trófico de los grupos taxonómicos dominantes. Si se ha previsto realizar pruebas de extracción de minerales en varios sitios, el contratista debe determinar hasta qué punto los estudios temporales realizados en uno son aplicables en otro; esa determinación también debe ser examinada por la Autoridad.

40. Se debe proceder a una normalización taxonómica. Con el fin de facilitar la identificación, debería efectuarse un intercambio de códigos de identificación, claves, dibujos y secuencias en los principales laboratorios y colecciones que realicen estudios taxonómicos de los organismos marinos. Los conocimientos de taxonomía son muy escasos, incluso cuando se trata de grandes grupos de fauna (por ejemplo, peces, moluscos, crustáceos decápodos, corales, esponjas y equinodermos). Es importante que en cada emplazamiento se evalúen todos los grupos taxonómicos. Ello se puede hacer con más eficiencia mediante la creación de centros de cooperación en taxonomía o grupos de expertos. Si se aplican normas coherentes y se conservan las colecciones, la taxonomía numérica (por ejemplo, especie 1, especie 2, etc.) constituye una buena base para los estudios de referencia, pero se deben realizar trabajos de taxonomía clásica y molecular, ya sea directamente por cuenta del contratista o como parte de programas cooperativos de investigación. Los métodos moleculares siguen registrando rápidos avances, por lo cual los estudios bióticos a todos los niveles, especialmente a nivel de microorganismos, serán mucho más rápidos y económicamente más viables que en la actualidad. Las secuencias moleculares deberían depositarse en la base de datos Genbank o en bases equivalentes de datos sobre secuencias que gocen de reconocimiento internacional.

41. La información sobre la sucesión de las especies de fauna después de las pruebas de extracción es esencial para determinar las tasas de recuperación de la población bentónica frente a los efectos de la minería. Los datos deberían incluir muestras obtenidas de la zona inmediata de las pruebas de extracción, antes y después de su realización, a determinadas distancias de la zona de extracción (a fin de evaluar los efectos del penacho bentónico) y a intervalos repetidos después de las pruebas de extracción. Esos experimentos sobre los efectos se pueden llevar a cabo en régimen de colaboración.

42. Se puede obtener información adicional sobre los efectos del penacho en la fauna pelágica mediante observaciones de fenómenos naturales atípicos, como la mortandad de peces y las concentraciones extraordinariamente grandes de peces, mamíferos marinos, tortugas y aves.

43. La distribución vertical de la luz afecta directamente a la productividad primaria en la zona eufótica. Si hay descargas de partículas en la superficie, los perfiles verticales de la intensidad de la luz mostrarán sus efectos en la atenuación de la luz y las bandas espectrales en el tiempo y en función de la profundidad y la distancia a que se encuentre el buque minero. Esos valores pueden servir para detectar cualquier acumulación de partículas en suspensión en la pycnoclina. Además, los penachos de descarga pueden dar lugar a la liberación de grandes volúmenes de nutrientes, cambios de temperatura, emisiones de dióxido de carbono y (en sitios de sulfuros) a posibles cambios en el pH y la acidificación de los océanos.

44. La recogida de datos de referencia sobre la quinta categoría citada (bioturbación) tiene por objeto allegar información sobre las tasas “naturales” de los procesos sedimentarios, incluso sobre la “variabilidad especial y temporal natural”, a fin de elaborar modelos y evaluar los efectos de las actividades mineras sobre dichos procesos. Habrá que medir el índice de bioturbación (es decir, el grado de mezcla de sedimentos causado por los organismos) para analizar la importancia de la actividad biológica anterior al trastorno que ocasionen las actividades de extracción, y ese índice podrá determinarse a partir de los perfiles de actividad excesiva del isótopo Pb-210 que se obtengan mediante los testigos, teniendo en cuenta la variabilidad del sedimento. Se debe analizar la actividad excesiva del isótopo Pb-210 en un mínimo de cinco cotas de profundidad por testigo (profundidades recomendadas: 0 a 0,5 cm, 0,5 a 1,0 cm, 1 a 1,5 cm, 1,5 a 2,5 cm y 2,5 a 5 cm). Los índices y la profundidad de la bioturbación se deben analizar mediante modelos estándar de advección o de difusión directa.

45. La recogida de datos de referencia sobre la sexta categoría citada (sedimentación) tiene por objeto acopiar datos para modelizar y evaluar los efectos del penacho de descarga. Se recomienda que se realicen fondeos con trampas de sedimento unidas a una línea de boyas, poniendo una trampa a más de 2.000 m por debajo de la superficie, a fin de analizar la corriente de partículas procedente de la zona eufótica, y otra a 500 m aproximadamente por encima del fondo marino, a fin de analizar la corriente de sustancias que lleguen hasta el fondo. La trampa inferior debe colocarse a suficiente altitud con respecto al fondo como para que no le afecte la resuspensión del sedimento. Las trampas de sedimento permanecerán instaladas durante un período apropiado y las muestras se deben recoger mensualmente para examinar los cambios en los flujos estacionales y evaluar la variabilidad de año a año, en particular entre años de fenómenos climáticos (por ejemplo, El Niño y La Niña). Las trampas pueden instalarse en la misma boya de sondeo que los medidores de corriente que ya se han descrito. Habida cuenta de que la corriente de sustancias que descienden desde la parte superior de la columna hídrica hasta las profundidades del mar tiene importancia ecológica en el ciclo trófico de los organismos que habitan en el fondo, habrá que analizar de manera apropiada el flujo de sustancias en aguas de profundidad media y el flujo que llega hasta el fondo marino, con la mira de comparar sus efectos con los de las descargas de desechos y relaves. Cuando se conozcan las velocidades de asentamiento *in situ* de las partículas descargadas como resultado de las pruebas de extracción de minerales, tanto en las profundidades intermedias como cerca del fondo marino, se puede verificar y mejorar la capacidad de los modelos matemáticos para predecir con exactitud la dispersión de los penachos en las profundidades intermedias y bentónicas. Esta información es pertinente dada la preocupación expresada con

respecto a los efectos de los penachos de descarga y los penachos operacionales sobre la biota bentónica y los organismos pelágicos de la capa bentónica limítrofe. La resolución temporal de las mediciones del flujo de partículas debe ser como mínimo un mes o más, y la serie cronológica de nefelometría debería registrarse en los colectores de sedimentos.

46. La recopilación de datos de referencia sobre la séptima categoría citada (propiedades geológicas) tiene como objetivo determinar la heterogeneidad del medio ambiente y ayudar a determinar los lugares adecuados para la extracción de muestras.

47. Se deberían reunir datos batimétricos de alta resolución y calidad en la zona donde se prevé que la dispersión de los subproductos de las pruebas de extracción tenga un efecto significativo en el medio ambiente (es decir, la totalidad de la región abarcada por el modelo numérico de circulación).

48. Cuando proceda, como parte del estudio de referencia de alta resolución, se debería obtener una serie de calas representativas de los sedimentos del fondo marino antes de las operaciones de extracción, que se conservarán en un depósito apropiado. Se debieran emplear dispositivos de muestreo que recojan testigos inalterados de unos pocos centímetros de la capa superior.

49. En el caso de depósitos de sulfuros, los campos de respiraderos hidrotermales se deben clasificar como latentes o inactivos, que aún se encuentran bajo la posible influencia de una fuente de calor aunque actualmente no estén despidiendo fluidos hidrotermales, o extintos, cuando estén en sitios distantes de las fuentes de calor actuales. Desde un punto de vista ecológico, esas dos hipótesis pueden considerarse en general equivalentes. Sin embargo, desde una perspectiva biológica, es importante saber si en el sitio de extracción propuesto existen respiraderos hidrotermales activos (hipótesis 1), si las operaciones programadas de extracción provocarán una nueva salida de gases hidrotermales en un sitio inactivo (hipótesis 2) o si un sitio seguirá siendo inactivo desde el punto de vista hidrotermal incluso cuando sea perturbado por pruebas de extracción (hipótesis 3). Es importante que en la evaluación de referencia se determine qué hipótesis es válida.

50. La parte IV de las recomendaciones versa sobre la evaluación del impacto ambiental. Algunas actividades no pueden ocasionar daños graves al medio marino y, por lo tanto, no hay que evaluar su impacto ambiental. Se ha preparado una lista de esas actividades. Por lo que respecta a las actividades que no requieren una evaluación del impacto ambiental, deberá ejecutarse un programa de vigilancia antes, durante y después de la actividad en cuestión con la mira de determinar los efectos de esta sobre las actividades biológicas, incluida la recolonización de las zonas perturbadas.

51. Los estudios ambientales que se hagan durante la exploración se basarán en el plan que haya propuesto el contratista, que será examinado por la Comisión Jurídica y Técnica para comprobar que sea completo, preciso y fiable desde el punto de vista estadístico. Una vez examinado, el plan se incorporará al programa de actividades con arreglo al contrato. Los estudios ambientales que se hagan durante la exploración consistirán, entre otras cosas, en vigilar los parámetros ambientales para comprobar las constataciones de que no habrá daños ambientales graves de resultados de las actividades realizadas en el fondo marino, a profundidades intermedias y en la parte superior de la columna de agua.

52. Se estima que las pruebas de los sistemas de recolección ofrecerán la oportunidad de examinar las consecuencias ambientales de la extracción en el medio marino. El contratista remitirá a la Autoridad un plan de esas pruebas, incluidos los detalles relativos a la vigilancia del medio, con una antelación mínima de un año al comienzo de las pruebas y como mínimo tres meses antes del período de sesiones anual de la Autoridad. En el plan de pruebas de los sistemas de recolección habrá una disposición relativa a la vigilancia de las zonas afectadas por las actividades del contratista que puedan ocasionar daños graves al medio marino, incluso cuando las zonas afectadas queden fuera del emplazamiento propuesto para las pruebas. En la medida de lo posible, en el programa se especificarán las actividades o contingencias que puedan provocar la suspensión o modificación de las pruebas ante la posibilidad de ocasionar daños graves al medio ambiente si esas actividades o contingencias no pudieran mitigarse adecuadamente. Asimismo, en el programa se autorizará a refinar el plan de pruebas antes de que estas se inicien, o en otro momento oportuno, cuando ese refinamiento sea necesario. En el plan se incorporarán estrategias para asegurar que los muestreos se basen en métodos estadísticos fiables, que el equipo y los métodos sean científicamente aceptables, que el personal que planifique la recogida de datos, los reúna y los analice esté debidamente calificado y que los datos resultantes se remitan a la Autoridad con arreglo a los formatos especificados.

53. Se recomienda que durante las pruebas de extracción se notifiquen las zonas de referencia para los efectos y para la preservación. La zona de referencia para los efectos se debe seleccionar con arreglo al criterio de que sea representativa de las características del medio ambiente, incluida la biota, del lugar donde se llevarán a cabo las pruebas de extracción. La zona de referencia para la preservación debe estar en un lugar elegido cuidadosamente y ser suficientemente extensa como para no resultar afectada por las variaciones naturales de las condiciones ambientales locales. Esa zona tendrá una composición de especies comparable a la de la zona donde se harán las pruebas de extracción. La zona de referencia para la preservación debe estar fuera de la zona donde se hagan las pruebas de extracción y de las influidas por el penacho.

54. En el programa de vigilancia que proponga el contratista se darán detalles de la forma en que se evaluarán los efectos de las actividades relacionadas con las pruebas de extracción.

55. La parte V de las recomendaciones versa sobre la recolección de los datos y la presentación de informes. Se recomienda que las técnicas de recolección y análisis se conformen a las mejores prácticas, como las elaboradas por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, que pueden consultarse en los centros mundiales de datos y los centros nacionales encargados de los datos oceanográficos, o las recomendadas por la Autoridad. Se debe publicar en la Internet, por conducto de la Autoridad, un inventario del acervo de datos de cada contratista.

56. Los estudios ambientales de referencia y los programas de vigilancia constituyen una fuente importante de datos y conocimientos. Un sistema de archivo y recuperación de datos ayudaría a todos los contratistas en la búsqueda de indicadores pertinentes desde el punto de vista ambiental. Las síntesis de esos datos y experiencias pueden ser ventajosas para todos los contratistas. La mayor

accesibilidad de los datos realza la probabilidad de fiabilidad de los modelos y ayudará a:

- a) Determinar las mejores prácticas;
- b) Elaborar un enfoque común de la gestión de datos;
- c) Lograr un intercambio multilateral de opiniones y datos que fomente la cooperación internacional;
- d) Ahorrar tiempo, esfuerzo y gastos para advertir de los fallos que se descubran;
- e) Hacer economías mediante la reducción del número de mediciones de determinados parámetros.

57. Los modelos se pueden validar y ajustar mediante la verificación de esos datos, y de esa forma pueden complementar parcialmente otros trabajos onerosos de reunión de datos. Es posible que algunas zonas en que se haya solicitado realizar exploraciones sean adyacentes o vecinas a otras, lo cual justifica también que se facilite el acceso a los datos y que se aúnen esfuerzos en la modelización, de modo que los efectos de las actividades en zonas vecinas se puedan evaluar sin necesidad de reproducir todos los aspectos de la evaluación ambiental.

58. La parte VI de las recomendaciones versa sobre la cooperación en materia de investigación y las recomendaciones para colmar lagunas en los conocimientos. Durante los últimos años ha habido una revolución en el desarrollo del conocimiento y la tecnología en el ámbito de la oceanografía. Varias instituciones especializadas de todo el mundo están ejecutando amplios programas de investigación. Esas instituciones cuentan con un caudal considerable de conocimientos biológicos y científicos, y tal vez estén dispuestas a colaborar con los contratistas de minería en la realización de algunas de las investigaciones sobre el medio ambiente que se necesitan. También podrían suministrar equipo y prestar servicios especializados para la obtención de muestras y cabe presumir que estarán muy interesadas en trabajar a bordo del buque del contratista y a brindar asistencia en la obtención de muestras en zonas remotas.

59. La cooperación en materia de investigación puede facilitar la determinación de parámetros de referencia de la variabilidad natural basados en registros geológicos y biológicos y otros registros ambientales procedentes de zonas seleccionadas.

60. La colaboración entre las instituciones científicas y los contratistas puede abarcar la creación de repositorios de colecciones representativas, un repositorio de bases de datos de secuencias genéticas, el análisis y la interpretación de isótopos estables y una biblioteca de fotografías de especies y especímenes. La información científica básica acumulada gracias a esa colaboración permitirá contar, en forma eficiente, con datos que ayuden a planificar el desarrollo y a adoptar decisiones, así como a detectar oportunamente cualquier efecto ambiental significativo o problema de importancia antes de las pruebas de extracción o en el curso de estas. Esa información se puede emplear para buscar soluciones en la forma menos conflictiva posible.

61. El riesgo de extinción de una parte significativa de una comunidad de la fauna en un lugar donde se pueden llevar a cabo pruebas de extracción dependerá en gran medida de lo localizada o generalizada que sea la distribución de especies. Para

realizar las evaluaciones habrá que hacer síntesis de la biogeografía de la fauna. Esas evaluaciones serán más fáciles si hay una colaboración entre los contratistas y con las instituciones de investigación.

62. Los estudios de modelización se deben basar en la colaboración y guardar relación estrecha con los estudios sobre el terreno, a fin de evaluar el riesgo de extinción en función de distintas estrategias de ordenación, incluidas las diferentes posibilidades disponibles para definir las zonas protegidas. En las estrategias generales de conservación hay que tener en cuenta los efectos que puedan tener para las comunidades las actividades distintas de las pruebas de extracción de minerales.

63. Los contratistas deberían colaborar con la Autoridad y con los organismos de investigación científica nacionales e internacionales en programas de investigación cooperativa para elevar al máximo la evaluación del impacto ambiental y reducir al mínimo el costo de esas evaluaciones.

64. Conforme a la Convención, la Autoridad promoverá e impulsará la realización de investigaciones científicas marinas en la Zona y coordinará y difundirá los resultados de tales investigaciones y análisis cuando estén disponibles.

Anexo II

Glosario de términos técnicos

Sulfuros activos	Sulfuros polimetálicos por los que fluye agua caliente. Los sulfuros activos (llamados también respiraderos hidrotermales) transportan compuestos reducidos (por ejemplo, sulfuro) a la superficie de contacto del fondo marino-agua de mar, donde pueden ser oxidados o metabolizados autotróficamente por microorganismos simbióticos o de vida libre.
TFA	Trifosfato de adenosina, un compuesto orgánico complejo que utilizan todos los organismos para almacenar y transformar energía a corto plazo. La cantidad de TFA presente puede emplearse como medida de la biomasa microbiana total del sedimento, ya que corresponde al número de células activas, la mayoría de las cuales son bacterias.
Batipelágico	Perteneciente a la zona de alta mar situada a profundidades superiores a 3.000 m, es decir, a mayor profundidad que la zona mesopelágica.
Bentónico	Perteneciente a los fondos marinos.
Capa bentónica limítrofe	Capa de agua situada inmediatamente encima de la superficie de contacto entre el agua del fondo oceánico y el sedimento.
Bentopelágico	Perteneciente a la zona que se halla muy cerca del fondo marino de las regiones más profundas de la alta mar y que está en contacto, hasta cierto punto, con ese fondo.
Bentos	Organismos que habitan sobre del fondo o en el subsuelo marino.
Quimiosíntesis	Proceso por el cual los microorganismos transforman metabólicamente el carbono inorgánico en carbono orgánico (células) usando la energía derivada de la oxidación de compuestos reducidos. La quimiosíntesis es la base de la red trófica vinculada con los respiraderos hidrotermales de los fondos marinos. El término “quimioautotrofia” es más preciso y describe mejor el fenómeno general de la quimiosíntesis; las dos palabras se usan muchas veces indistintamente.
Costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto	Las costras de ferromanganeso con alto contenido de cobalto, que se forman típicamente por precipitación, se encuentran en sustratos duros en los fondos oceánicos en accidentes con relieve topográfico importante, como los montes submarinos y las crestas.
Sondas CTP	Sondas para medir la conductividad (índice de salinidad), la temperatura y la profundidad (definida a partir de la medición de la presión). Los dos primeros parámetros son esenciales en las observaciones oceanográficas, y el perfil de profundidad es necesario para delinear la estructura vertical del mar si se instalan otros sensores, se pueden medir otros parámetros, como el pH y la concentración de oxígeno disuelto.
Efectos acumulativos	Efectos derivados de cambios incrementales causados por otras acciones pasadas, presentes o previsibles.
Demersales	Se dice de los organismos que viven en el fondo de una masa de agua o cerca de ella.

Diel	Período de 24 horas que comprende, normalmente, un día y la noche consecutiva.
Efectos directos	Efectos causados como consecuencia directa de una acción, como la pérdida de hábitat y de poblaciones debido a la extracción de sulfuros u otros materiales.
Embolismo	La sangre y los tejidos de los peces contienen gases disueltos. Si se suben peces de las profundidades a la superficie, la caída de la presión hace que el gas disuelto se dilate y forme burbujas (embolismo), lo que causa desfiguración y la protrusión de los órganos internos a través de la boca y otros orificios.
Endemismo	El grado en que la distribución de una especie está limitada a una región geográfica particular; el endemismo se observa, por lo común, en zonas que están aisladas de alguna forma. Los biólogos también utilizan el término “endémico” para referirse a un organismo que puede tener una distribución geográfica más amplia, pero está restringido a un hábitat específico, por ejemplo, los respiraderos hidrotermales.
Epifauna	Animales que viven en el fondo marino, ya sea que estén adheridos a él o que circulen libremente por él.
Epipelágico	Pertenece a la región superior de las profundidades marinas, situada por encima de la zona mesopelágica y por debajo, generalmente, de la zona de oxígeno mínimo.
Zona eufótica	Sección superior del mar que recibe suficiente luz para la fotosíntesis. En aguas marinas claras, la zona eufótica puede extenderse hasta una profundidad máxima de 150 m.
Fauna	Vertebrados e invertebrados.
Haloclina	Capa de agua en que se registra un gradiente de salinidad marcado.
Sustratos duros	Afloramientos en forma de concreciones de carbonato, material sólido, rocas de la corteza o depósitos de materiales precipitados, metales y minerales descargados desde el subsuelo por sistemas hidrotermales.
Hidrodinámico	Se dice de todo fenómeno relacionado con el movimiento del agua de mar.
Zona de efecto	Zona donde se producen los efectos (directos, indirectos, acumulativos o interactivos) que resulten de la actividad.
Zonas de referencia para los efectos	Zonas utilizadas para evaluar los efectos en el medio marino de las actividades en la Zona; estas zonas deben ser representativas de las características ambientales (físicas, químicas y biológicas) de la zona en la que se ha de realizar la actividad minera.
Sulfuros inactivos (o latentes)	Sulfuros polimetálicos por los que ya no fluye agua caliente en dirección al agua de mar que los cubre (es decir, que son sulfuros “fríos”). Si son agitados, se pueden reiniciar los flujos hidrotermales hacia la columna de agua, con lo cual los sulfuros inactivos pasan a ser activos (de ahí la calificación de “latentes”).

Efectos indirectos	Efectos sobre el medio ambiente que no son el resultado directo de la actividad, a menudo producidos fuera o como resultado de una ruta compleja (física, química y biológica). Muchas veces se habla de efectos secundarios (o incluso terciarios).
Endofauna	Organismos que habitan dentro del sedimento.
Macrofauna	Animales lo suficientemente grandes para distinguirse a simple vista y que miden hasta 2 cm de largo.
Megafauna	Animales lo suficientemente grandes (de más de 2 cm de longitud) como para distinguirse en las fotografías y que se proponen como taxón fundamental (véase “taxonomía”) para la evaluación del impacto ambiental de las actividades de explotación minera a grandes profundidades.
Meiofauna	Animales bentónicos que tienen un tamaño intermedio entre el de la macrofauna y el de la microfauna. En la práctica se los define como los que miden más de 32 μm y menos de 250 μm .
Mesopelágico	Pertenece a la zona del mar que se sitúa por debajo de la epipelágica y por encima de la batipelágica y que coincide, normalmente, con la zona que está iluminada débilmente o “zona crepuscular”.
Microfauna	Organismos invisibles a simple vista, más pequeños que los que componen la meiofauna. En la práctica se los define como los organismos que miden menos de 32 μm .
Microorganismos	Comprenden bacterias, arqueas y eucarias microscópicas.
Necton	Peces, cefalópodos, crustáceos y mamíferos marinos que se desplazan por sus propios medios en la alta mar.
Nematodos	Nombre por el que se conoce la clase de las lombrices. Constituyen el elemento dominante de la meiofauna.
Zona de oxígeno mínimo	Capa de agua presente en todos los mares a profundidades de entre 400 y 1.000 m y que se forma por el hundimiento y la degradación bacteriana de la materia orgánica que se sintetiza en la superficie marina. La escasez de oxígeno puede provocar la disolución de las partículas metálicas.
Pelágico	Pertenece a la alta mar.
pH	Medida de la acidez o la alcalinidad.
Fotosíntesis	Síntesis biológica de sustancias orgánicas cuya fuente de energía es la luz. En presencia de clorofila y de energía luminosa, las plantas transforman el dióxido de carbono y el agua en hidratos de carbono y oxígeno.
Fitoplancton	Plantas microscópicas que son los productores primarios en los océanos.
Plancton	Organismos que se mueven pasivamente a la deriva o que nadan débilmente. Comprenden las etapas larvianas de los organismos bentónicos y pelágicos, el fitoplancton (en aguas superficiales), el zooplancton, las medusas y otros organismos a la deriva o que nadan débilmente.

Penacho	Dispersión de agua de mar que contiene partículas sedimentarias densas. El penacho bentónico es una corriente de agua que contiene partículas sedimentarias del fondo marino en suspensión, nódulos de manganeso erosionados y biota bentónica macerada, que es el resultado de la alteración del fondo marino causada por el colector de extracción y que se esparce por una zona cercana al fondo marino. La parte más alejada del centro del penacho bentónico se denomina “lluvia de finos”. El penacho superficial es una corriente de agua que contiene partículas sedimentarias del fondo marino en suspensión, nódulos de manganeso erosionados y biota bentónica macerada, que resulta de separar, a bordo del buque minero, los nódulos del agua en que se encuentran, y que se esparce por una zona más cercana a la superficie del mar que la del penacho bentónico.
Sulfuros polimetálicos	Depósitos de minerales sulfurosos y demás recursos minerales unidos a ellos que existen en la Zona, que se han formado por acción hidrotermal y contienen concentraciones de metales, incluidos cobre, plomo, zinc, oro y plata.
Agua intersticial	Agua presente en los espacios existentes entre las partículas sedimentarias.
Zonas de referencia para la preservación	Zonas representativas del lugar donde se efectúan las pruebas de extracción, pero en las que no se harán esas pruebas; se utiliza para evaluar los cambios en la situación biológica del medio ambiente causados por las actividades de pruebas de extracción.
Pycnoclina	Capa de agua en que se registra una variación marcada de la densidad en relación con la profundidad. Separa las aguas superficiales, que están bien mezcladas entre sí, de las aguas densas de las profundidades marinas. La densidad del agua depende de la temperatura, la salinidad y, en menor medida, la presión.
Lluvia de finos	Parte del “penacho bentónico” más alejada del centro de este y que consta principalmente de finos, es decir, de partículas sedimentarias que son transportadas por las corrientes del fondo y que se depositan lentamente sobre este, por lo general fuera de la zona de explotación minera.
Sistema de oxidación-reducción	Una reacción química esencial compuesta de oxidación (cesión de electrones) y reducción (recepción de electrones). La tendencia química a la oxidación (debida a la presión ambiental) puede expresarse mediante el potencial de oxidación-reducción (eH), que puede determinarse mediante un medidor de eH/pH. Hay una fuerte correlación entre el eH y la concentración de oxígeno disuelto en el sedimento.
Detritívoro	Se dice del animal que se alimenta de productos de desecho y de restos de plantas y animales muertos a los que no ha matado él mismo.
Montes submarinos	Accidentes topográficos aislados, por lo general de origen volcánico, de altura considerable sobre el fondo marino.
Escalas espaciales	Escalas propias de las dimensiones espaciales de los fenómenos marinos, como por ejemplo el diámetro de un remolino o la longitud de una ola. También tienen que ver con la disposición geográfica de las estaciones de muestreo.

Subhábitat	Un componente visualmente reconocible de un hábitat más grande, por ejemplo, un banco de anélidos o mejillones puede ser un subhábitat de un determinado depósito de sulfuros polimetálicos activos; es un término de utilidad práctica que permite comprender mejor la naturaleza del hábitat en su conjunto.
Simbiosis (quimiosintética)	Asociaciones entre bacterias (simbiontes) y vertebrados o invertebrados (huéspedes), en las que los simbiontes son quimiosintéticos y suministran alimento al huésped. Las bacterias pueden ser tanto endosimbióticas (viven dentro de los tejidos del huésped; por ejemplo, gusanos tubícolas, almejas o mejillones) o episimbióticas (viven en el exterior del huésped, por ejemplo, los camarones Bresiliidae y los poliquetos Alvinelidae).
Escalas sinópticas	Escalas de variabilidad hidrodinámica o escalas de fenómenos temporales que duran desde una o dos semanas hasta uno o dos meses y escalas espaciales de uno a varios cientos de kilómetros. Un fenómeno típico de esas escalas son los remolinos sinópticos de entre 100 y 200 km de diámetro que atraviesan la zona noreste del Pacífico tropical, de este a oeste, y que se adentran, a menudo, en los fondos marinos.
Taxonomía	Clasificación ordenada de los animales o las plantas según sus presuntas relaciones naturales.
Pruebas de extracción	Utilización y puesta a prueba de sistemas y equipos de recuperación.
Termoclina	Capa de agua en que se registra una rápida variación de la temperatura en relación con la profundidad.
Sección transversal	Corte vertical (que sirve de referencia para todas las mediciones y los muestreos que se hacen durante el estudio) de la ruta de un buque de estudios oceanográficos que se extiende desde la superficie hasta el fondo marino y desde el punto A hasta el punto B.
Transmisómetro	Dispositivo que se utiliza para medir la atenuación de la luz a lo largo de determinada trayectoria, por ejemplo dentro del agua. Puede establecerse una correlación entre los datos del transmisómetro y la cantidad de partículas presentes.
Zooplankton o plancton animal	A diferencia del fitoplancton, los organismos del zooplankton no producen sustancias orgánicas por sí mismos y, por tanto, se alimentan de otros organismos.