



## Comisión Jurídica y Técnica

Distr. general  
2 de noviembre de 2010  
Español  
Original: inglés

---

### 16º período de sesiones

Kingston (Jamaica)

26 de abril a 7 de mayo de 2010

## **Recomendaciones para información de los contratistas respecto a la evaluación del posible impacto ambiental de la exploración de nódulos polimetálicos en la Zona<sup>1</sup>**

**Publicadas por la Comisión Jurídica y Técnica**

### **I. Introducción**

1. El 13 de julio de 2000, la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos aprobó el Reglamento sobre prospección y exploración de nódulos polimetálicos en la Zona (en adelante “el Reglamento”) (ISBA/6/A/18 y Corr.1 y Corr.2), en el que se exige a la Autoridad que dicte normas, reglamentos y procedimientos ambientales y los mantenga 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. El Reglamento también dispone que en todo contrato de exploración de nódulos polimetálicos se debe exigir al contratista que obtenga datos ambientales de referencia y establezca líneas de base ambientales 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 e informar anualmente de sus resultados. 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 el Reglamento y con las normas, reglamentos y procedimientos ambientales dictados por la Autoridad, que permita evaluar el posible impacto ambiental 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.

---

<sup>1</sup> Aprobadas por la Comisión Jurídica y Técnica el 27 de abril de 2010 en el entendimiento de que el anexo I tendrá carácter provisional hasta que la Comisión lo examine más detenidamente.



2. En virtud del Reglamento, 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. En junio de 1998, la Autoridad organizó un seminario sobre la elaboración de directrices ambientales, cuyo resultado fue un proyecto de directrices para evaluar el posible impacto ambiental de la exploración de nódulos polimetálicos. 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. La Comisión Jurídica y Técnica examinó el proyecto de directrices en las reuniones que celebró en agosto de 1999 y julio de 2000. La Comisión era consciente de que había que formular unas recomendaciones sencillas y prácticas para ayudar a los contratistas a cumplir la obligación de establecer líneas de base ambientales que les imponía el Reglamento. Ese documento se publicó en 2002 con el título de “Recomendaciones para orientar a los contratistas con respecto a la determinación de las posibles repercusiones ambientales de la exploración de los nódulos polimetálicos en la Zona” (ISBA/7/LTC/1/Rev.1\*\*). La Comisión consideró que, habida cuenta de la naturaleza técnica de las recomendaciones y del escaso conocimiento que había de las repercusiones de las actividades de exploración en el medio marino, era indispensable proporcionar, en el anexo I del documento, una explicación de dichas recomendaciones técnicas. Esas explicaciones se complementaron con un glosario de términos técnicos incluido en el anexo II del documento ISBA/7/LTC/1/Rev.1\*\*.

4. Dado que las recomendaciones recogidas en el documento ISBA/7/LTC/1/Rev.1\*\* se basaban en los conocimientos científicos sobre el medio marino y en la tecnología existentes en el momento en que se elaboraron, se señaló que era posible que hubiera que revisarlas ulteriormente teniendo en cuenta los progresos de la ciencia y la tecnología. De conformidad con el Reglamento, la Comisión Jurídica y Técnica puede examinar periódicamente esas recomendaciones a la luz de la información y los conocimientos científicos disponibles en el momento. Se recomienda que ese examen se lleve a cabo preferiblemente cada cinco años. A fin de facilitararlo, se recomienda a la Autoridad que organice un seminario e invite a participar en él a los integrantes de la Comisión Jurídica y Técnica, a los contratistas y a expertos científicos de reconocido prestigio.

5. El presente documento es una actualización de las recomendaciones publicadas por la Comisión en 2002 y tiene en cuenta la información pertinente procedente de los seminarios celebrados en 2001 y 2004. En 2001, la Autoridad organizó un seminario sobre normalización de datos ambientales. En 2004 se celebró otro seminario con la finalidad de establecer recomendaciones ambientales para las actividades humanas relacionadas con los sulfuros polimetálicos y las costras con alto contenido de cobalto. Aunque algunas recomendaciones del seminario de 2004 no son pertinentes en relación con los nódulos polimetálicos, habida cuenta del distinto entorno en que se encuentran los recursos, otras sí pueden serlo, ya que son el resultado de los mayores conocimientos y la mejor tecnología que existen desde la celebración del seminario de 1998.

## **II. Ámbito de aplicación**

### **A. Finalidad**

6. 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 nódulos polimetálicos 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 el Reglamento.

### **B. Definiciones**

7. Salvo que se indique lo contrario en el presente documento, los términos y expresiones definidos en el Reglamento tendrán el mismo sentido en estas recomendaciones. En el anexo II del presente documento figura un glosario de términos técnicos.

### **C. Estudios ambientales**

8. En todo plan de trabajo para la exploración de nódulos polimetálicos se tendrán en cuenta las siguientes etapas:

a) Realización de estudios ambientales de referencia;

b) Vigilancia durante y después de las pruebas de los sistemas y el equipo de recolección.

## **III. Estudios ambientales de referencia**

### **A. Datos de referencia necesarios**

9. A fin de establecer la línea de base ambiental de la zona de exploración que se exige en el artículo 31, párrafo 4, del Reglamento, el contratista utilizará la mejor tecnología disponible para reunir datos con miras a establecer la variabilidad espacial y temporal, lo que incluye:

- 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, cuando proceda;
  - iii) Adaptar el programa de medición a la actividad hidrodinámica regional en la parte superior de la columna hídrica y en la superficie del mar, cuando proceda;
  - iv) Medir los parámetros físicos a la profundidad en que se prevea hacer la descarga durante las pruebas de los sistemas y el equipo de recolección;
  - v) Medir la concentración de partículas para determinar su distribución en toda la columna hídrica;
- b) En lo que respecta a la geología: elaborar mapas regionales del Sistema de Información Geográfica con batimetría de alta calidad para mostrar las principales características geológicas y geomorfológicas y reflejar así la heterogeneidad del medio;
- c) En lo que respecta a la oceanografía química (incluida la geoquímica): recoger información sobre las propiedades químicas de la columna hídrica, incluida la capa de agua que cubre los nódulos;
- d) En lo que respecta a las propiedades del sedimento: determinar sus propiedades básicas, incluidas las propiedades mecánicas del suelo, para analizar con precisión los depósitos sedimentarios superficiales que son las posibles fuentes de los penachos a grandes profundidades, así como recoger muestras del sedimento teniendo en cuenta su variabilidad;
- e) En lo que respecta a las comunidades biológicas, y con ayuda de mapas regionales para planificar una estrategia de muestreo biológico que tenga en cuenta la heterogeneidad del medio:
  - i) Recoger datos sobre las comunidades biológicas, tomando muestras representativas de la variabilidad topográfica del fondo, las características del sedimento y la abundancia y los tipos de nódulos;
  - ii) Recopilar datos sobre las comunidades que habitan en los fondos marinos, sobre todo la megafauna, la macrofauna, la meiofauna, la microfauna, la fauna nodular y los detritívoros bentónicos;
  - iii) Analizar las comunidades pelágicas;
  - iv) Medir los niveles de oligoelementos metálicos que se encuentran en las especies dominantes;
  - 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;
  - vi) Instalar al menos una estación dentro de cada región o tipo de hábitat, según proceda, para evaluar las variaciones temporales;

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

g) En lo que respecta a la sedimentación: recopilar datos sobre el flujo de sustancias desde la parte superior de la columna hídrica hasta las profundidades marinas.

10. Además de un análisis de los datos, se deben ofrecer datos brutos en informes anuales cuando sean pertinentes para lograr un mejor conocimiento de la región con miras a una protección eficaz del medio ambiente.

#### **IV. Evaluación del impacto ambiental**

11. Se debe utilizar la mejor tecnología de muestreo disponible a fin de obtener los datos de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental.

##### **A. Actividades que no requieren una evaluación de impacto ambiental**

12. No es necesario evaluar el impacto ambiental de las siguientes actividades, que no entrañan daños graves para el medio marino:

- 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;
- c) Recogida de muestras de agua, biota y sedimentos para el estudio ambiental de referencia:
  - i) Recogida de muestras de pequeñas cantidades de agua, sedimentos y biota;
  - ii) Recogida de muestras de minerales de alcance limitado, como la que se hace con sacamuestras de cucharas o cangilones;
  - iii) Obtención de muestras con sacatestigos de caja o de diámetro pequeño o con cucharas;
- d) Observaciones y mediciones meteorológicas, incluida la instalación de instrumentos;
- e) Observaciones y mediciones oceanográficas, en particular hidrográficas, incluida la instalación de instrumentos;
- f) Observaciones y mediciones con grabaciones de vídeo y 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 (por ejemplo, consumo de oxígeno del sedimento);
- k) Análisis de ADN de muestras biológicas.

## **B. Actividades que requieren una evaluación de impacto ambiental**

13. Es necesario realizar una evaluación previa del impacto ambiental 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 17 y 18 *infra*. Es importante señalar que estos datos de referencia y los resultados de los programas de vigilancia y de la evaluación de impacto serán, probablemente, los principales elementos utilizados en la evaluación del impacto ambiental para la explotación comercial:

- a) Recogida de muestras con trineos epibentónicos, dragas o aparatos de arrastre a fin de recolectar nódulos para realizar estudios en tierra firme sobre su extracción y tratamiento, cuando la zona en que se realice la actividad de muestreo supere los 10.000 m<sup>2</sup>;
- b) Utilización de equipo especializado para estudiar los efectos de las perturbaciones artificiales que pueden crearse en el fondo marino;
- c) Prueba de los sistemas y el equipo de recolección.

14. El contratista presentará al Secretario General la evaluación previa de impacto ambiental y la información que se menciona en la recomendación que figura en el párrafo 16 *infra*, así como el correspondiente programa de vigilancia ambiental, con al menos un año de antelación respecto del inicio de la actividad.

15. El contratista especificará en su programa las contingencias que puedan provocar la suspensión o modificación de las actividades debido a la posibilidad de ocasionar daños graves al medio ambiente en caso de que los efectos de tales contingencias no se pudieran mitigar adecuadamente.

## **C. Información que debe proporcionar el contratista**

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

- a) Técnica de recolección de nódulos (dragado mecánico pasivo o activo, succión hidráulica, desprendimiento mediante chorros de agua, etc.);
- b) Profundidad de penetración en el fondo marino;
- c) 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;
- d) Métodos para separar, en el fondo marino, los nódulos del sedimento, incluido el lavado de los nódulos; volumen de la descarga de sedimento mezclado

con el agua; concentración de partículas en la mezcla descargada; altura de las descargas con respecto al fondo marino; etc.;

- e) Métodos de trituración de los nódulos;
- f) Métodos de transporte de los nódulos a la superficie;
- g) Separación de los nódulos de los finos y del sedimento en el buque de superficie;
- h) Métodos para tratar el sedimento y los finos procedentes de la abrasión de los nódulos;
- i) Volumen y profundidad del caudal de descarga, concentración de partículas en el agua descargada y propiedades químicas y físicas de la descarga;
- j) Ubicación y límites de la zona de pruebas de extracción;
- k) Duración probable de las pruebas;
- l) Planes de las pruebas (manera de llevar a cabo la recolección, zona que sufrirá perturbaciones, etc.).

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

17. 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 y perturbaciones laterales provocadas por el colector;
- c) Volumen del sedimento y de los nódulos recogidos por el colector;
- d) Proporción del sedimento que se separe del nódulo en el colector, volumen del sedimento que deseche el colector, tamaño y configuración geométrica del penacho de la descarga, comportamiento del penacho que forme detrás de sí el colector;
- e) Superficie y espesor de la resedimentación que se produzca a ambos lados del recorrido del colector hasta la distancia en que dicha resedimentación sea insignificante;
- f) Volumen del caudal de descarga procedente del buque de superficie, concentración de partículas en el agua descargada, propiedades químicas y físicas de la descarga, comportamiento del penacho de la descarga en la superficie, a profundidad media o en el fondo marino.

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

18. 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 a ambos lados del recorrido del colector y en la zona afectada por el sedimento reasentado procedente del penacho causado por las pruebas de extracción y del penacho de la descarga;

b) Abundancia, diversidad y, de ser posible, comportamiento de los diversos tipos de fauna bentónica afectados por la resedimentación;

c) Cambios en la abundancia y diversidad de la fauna bentónica en las zonas que recorra el colector, incluidos los niveles de recolonización;

d) Posibles cambios que experimente la fauna bentónica de las zonas adyacentes que, en apariencia, no hayan sido perturbadas por la actividad;

e) Alteración de las propiedades del agua al nivel de la descarga procedente del buque de superficie durante las pruebas de extracción, y posible alteración del comportamiento de la fauna afectada;

f) Para los depósitos minerales, mapas de la zona donde se haya hecho la extracción que indiquen los cambios en la geomorfología a la escala más pequeña posible;

g) Nivel de los oligoelementos metálicos que se encuentren en la fauna bentónica dominante afectada por los sedimentos reasentados procedentes del penacho de la descarga.

## **V. Protocolo de reunión, comunicación y archivo de datos**

### **A. Reunión y análisis de datos**

19. Los tipos de datos que habrán de obtenerse, la frecuencia con que habrá que hacerlo 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**

20. Deberán cumplirse las siguientes obligaciones:

a) Presentar a la Secretaría de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos un informe sobre la expedición realizada, en el plazo de un año desde su conclusión, con un listado de estaciones, actividades y otros metadatos pertinentes;

b) Presentar a la Secretaría de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos datos brutos de las muestras.



### **C. Presentación de informes**

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

### **D. Transmisión de datos**

22. Todos los datos relativos a la protección y conservación 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 17 y 18 *supra* deberán transmitirse al Secretario General, el cual los difundirá de manera gratuita con fines de análisis e investigación científicos en el plazo de cuatro años desde la conclusión de la expedición, con sujeción a los requisitos de confidencialidad previstos en el Reglamento.

23. 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 conservar el medio marino.

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

24. 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.

25. La cooperación en materia de investigación supone la interacción entre múltiples disciplinas oceanográficas y 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.

## Anexo I

### Explicación

1. La finalidad de las recomendaciones para información de los contratistas es definir los componentes biológicos, químicos, geológicos y físicos que habrán de medirse y los procedimientos que deberá aplicar el contratista para garantizar la protección efectiva del medio marino contra los efectos nocivos que puedan derivarse de sus actividades en la Zona, así como orientar a los posibles contratistas en la elaboración de sus planes de trabajo para la exploración de nódulos polimetálicos.

2. Se consideró necesario definir con claridad las diversas etapas de la exploración. El alcance de las pruebas de los sistemas de recolección es fundamental para evaluar sus consecuencias ambientales. En todo plan de trabajo para la exploración se tendrán en cuenta las siguientes etapas:

- a) Realización de estudios ambientales de referencia;
- b) Vigilancia durante y después de las pruebas de los sistemas y el equipo de recolección.

3. La finalidad de las líneas de base ambientales es asegurar que se puedan tomar medidas para evaluar el impacto de las actividades de exploración en el medio marino. Aunque se desconozca qué tecnología se empleará efectivamente en algunas actividades de exploración, en concreto qué sistemas y equipo de recolección se emplearán, y aunque los conocimientos actuales sobre las profundidades marinas sean insuficientes para prever qué efectos reales tendrán las pruebas de esa tecnología, sí se pueden prever, hasta cierto punto, las perturbaciones que sufrirá el medio tomando como punto de partida la experiencia y los conocimientos adquiridos en las anteriores actividades de los primeros inversionistas inscritos y los científicos. Es previsible que el principal impacto se produzca en el fondo marino. El colector de nódulos agitará la capa superficial semilíquida del sedimento y formará un penacho cerca del fondo. Ese colector comprimirá, fragmentará y apelmazará la capa más dura del sedimento subyacente. A fin de prever los efectos de las actividades y evitar que se causen daños graves al medio marino, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

a) La función dosis-respuesta de las comunidades biológicas que habiten en el sedimento en un caso concreto de sedimentación. La determinación de esa función y la elaboración de modelos sobre la cantidad de sedimento que se depositará en una zona determinada ayudarán a predecir el impacto;

b) El efecto de alteración crónica, es decir, el efecto de alteración provocado por múltiples sedimentaciones en una zona determinada, que permitirá obtener información sobre la frecuencia con que se produce en una zona, sin perjudicar al ecosistema, un penacho que deje una cantidad pequeña de sedimentos;

c) La escala temporal de recuperación de las comunidades biológicas después de haberse producido una alteración muy intensa. El sedimento que se transporte hasta la superficie con el flujo de nódulos polimetálicos se podrá verter al mar junto con los finos nodulares. Es posible que el vertido en las aguas superficiales interfiera en la productividad primaria, al hacer aumentar el nivel de nutrientes y disminuir la penetración de la luz en el mar o introducirse en la cadena

trófica y perturbar la migración vertical. La descarga puede realizarse por debajo de la termoclina y de la zona de oxígeno mínimo, y preferiblemente en el fondo marino. Habida cuenta de que la termoclina y la zona de oxígeno mínimo varían según las regiones y, hasta cierto punto, según las estaciones, los estudios ambientales deberán:

- i) Determinar el gradiente de profundidad de la termoclina y de la capa de oxígeno mínimo de cada zona de extracción;
- ii) Concentrarse en las propiedades oceanográficas de la zona situada a la profundidad en que se produzca la descarga;
- iii) Incluir los parámetros oceanográficos de la capa superior de agua, debido a la posibilidad de que se produzcan descargas accidentales.

4. La parte III de las recomendaciones versa sobre los datos de referencia necesarios. El contratista, utilizando la mejor tecnología disponible, establecerá la línea de base ambiental de la zona de exploración. Se necesitan datos de referencia sobre siete ámbitos: oceanografía física, oceanografía química, propiedades del sedimento, comunidades biológicas, bioturbación, sedimentación y propiedades geológicas.

5. La recopilación de datos de referencia sobre el primero de los ámbitos citados (oceanografía física) responde a la necesidad general de reunir datos físicos antes de cualquier alteración a fin de elaborar modelos y determinar la posible influencia en el medio físico. Se necesita información sobre la oceanografía física para valorar la posible influencia del penacho producido por la extracción. Esa información versará sobre los regímenes de corrientes, temperatura y turbidez por encima del fondo marino. Habrá que medir, a la profundidad en que vaya a realizarse la descarga, las corrientes y las partículas en suspensión, ya que ello aportará información esencial para prever el comportamiento del penacho de la descarga. Habrá que hacer estudios de esa índole en los estratos superiores para determinar las condiciones ambientales de referencia. La estructura oceanográfica de la superficie se determinará mediante sondas de medición de la conductividad, la temperatura y la profundidad (CTP). También habrá que ocuparse de los aspectos temporales de la estructura de la superficie. Los perfiles y secciones de conductividad, temperatura y profundidad deben hacerse desde la superficie hacia el fondo, para analizar la estratificación de toda la columna hídrica. La estructura de las corrientes y de los campos térmicos puede deducirse de los datos de los sondeos largos y complementarse mediante los datos de los trazadores acústicos Doppler de perfiles de corrientes y otros métodos de medición de corrientes. El número de boyas de sondeo y su emplazamiento debe ser adecuado, habida cuenta del tamaño de la zona, para determinar correctamente el régimen de corrientes. La resolución del muestreo recomendada se basa en las normas del Experimento Mundial sobre la Circulación Oceánica y en las normas de CLIVAR, y la distancia entre estaciones no debe superar los 50 km. En las regiones con grandes gradientes laterales (por ejemplo, en las corrientes limitrofes y cerca de estructuras geomorfológicas importantes) se debería reducir el espaciado del muestreo horizontal a fin de permitir la resolución de los gradientes. El número de medidores de corrientes en cada boya de sondeo dependerá de las escalas topográficas propias de la zona que se estudie (diferencias de altitud con respecto al fondo). Se recomienda que el emplazamiento esté lo más cerca posible del fondo marino, normalmente a una distancia de entre 1 y 3 m. El medidor de corrientes superiores deberá 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 con respecto al fondo. Se recomienda que se haga un análisis de datos obtenidos por satélite para entender la actividad superficial de la zona a escala sinóptica y para los fenómenos a mayor escala.

6. La recopilación de datos de referencia sobre el segundo de los ámbitos citados (oceanografía química) responde a la necesidad concreta de reunir información antes de que se produzca descarga alguna en el agua, incluida el agua que cubre los nódulos. Los datos que se reúnan serán importantes para determinar cómo influirá en la actividad biológica la modificación de la composición del agua que provoquen las pruebas de extracción con los sistemas de recolección. Las muestras deben recogerse en los mismos emplazamientos indicados para las mediciones de la oceanografía física. Se debe 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 Internacional de los Fondos Marinos titulado *Standardization of Environmental Data and Information: Development of Guidelines*. El cuadro 3 de ese mismo informe enumera los parámetros específicos que deben, como mínimo, medirse (fosfato, nitrato, nitrito, silicato, alcalinidad del carbonato, oxígeno, zinc, cadmio, plomo, cobre, mercurio, carbono orgánico total). Una vez que se conozcan los detalles de las técnicas propuestas para las pruebas de extracción, las listas de parámetros deberían ampliarse para incluir toda sustancia potencialmente peligrosa que pueda liberarse en la columna hídrica durante dichas pruebas. Todas las mediciones deben ser precisas y ajustarse a las normas científicas aceptadas (por ejemplo, las de CLIVAR, el JGOFS y el GEOSECS).

7. El análisis químico de la columna hídrica es esencial para determinar las condiciones generales previas a cualquier descarga en el agua. Para poder analizar posteriormente otros parámetros, deberían recogerse muestras de agua adecuadas para el análisis de materia disuelta y particulada y conservarse en un depósito accesible para futuros estudios.

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

9. Un plan general para la obtención de datos oceanográficos físicos y químicos de referencia debe incluir los siguientes aspectos:

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

b) Reunión 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) 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, investigar el posible impacto de derrames accidentales).

10. Se deben elaborar modelos de las escalas temporales para el impacto ambiental de cada subproducto derivado de las pruebas de extracción. Se debe determinar la contribución de la advección y la turbulencia al potencial de dispersión. Antes de que comiencen las pruebas de extracción, es preciso evaluar el potencial de dispersión en todos los niveles en los lugares en que vayan a liberarse en la columna hídrica subproductos de dichas pruebas que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente, así como en los lugares en que haya más probabilidades de que se produzcan derrames accidentales. En las regiones de relieve geomorfológico cercanas al lugar donde se efectúen las pruebas de extracción se debe aumentar tanto la resolución horizontal como la vertical para poder determinar las estructuras dinámicas vinculadas con la topografía de los fondos abisales (por ejemplo, corrientes limítrofes, remolinos confinados, meandros). A fin de completar una evaluación del potencial de dispersión, se debe construir un modelo numérico hidrodinámico tridimensional que abarque las escalas temporales y espaciales importantes para la dispersión.

11. La elaboración de modelos facilitará la extrapolación de los resultados de las pruebas de extracción a las operaciones comerciales de extracción.

12. La recopilación de datos de referencia sobre el tercer ámbito citado (propiedades del sedimento, incluidas las propiedades químicas del agua intersticial) tiene por objeto recoger información básica para prever el comportamiento del penacho de la descarga y el efecto de las pruebas de extracción en la composición del sedimento. Así, 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. Además, habrá que medir el carbono orgánico y el carbono inorgánico del sedimento, otros elementos (hierro, manganeso, zinc, cadmio, plomo, cobre, mercurio), los nutrientes (fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos), los carbonatos (alcalinidad) y el sistema de oxidación-reducción del agua intersticial, todo ello hasta una profundidad de 20 cm. Habrá que analizar las propiedades geoquímicas del agua intersticial y de los sedimentos hasta una profundidad de 20 cm. Los protocolos recomendados figuran en los cuadros 1 y 2 del capítulo 23 del informe de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos titulado *Standardization of Environmental Data and Information: Development of Guidelines*.

13. La recopilación de datos de referencia sobre el cuarto ámbito citado (comunidades biológicas) tiene por objeto reunir información “natural”, en particular sobre la “variabilidad natural”, con miras a evaluar los efectos de las actividades en la fauna bentónica y pelágica.

14. La explotación minera del fondo marino repercutirá, sobre todo, en las comunidades biológicas que habitan en ese fondo. Las pruebas a que se sometan los componentes (las pruebas de ingeniería) darán una primera indicación de esa repercusión, y las pruebas integradas subsiguientes permitirán analizarla de manera más profunda.

15. Se recomienda utilizar los instrumentos cartográficos del Sistema de Información Geográfica para situar la información sobre los hábitats y las muestras en su contexto espacial.

16. Se deberían seguir las prácticas normalizadas para la conservación de los 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 no más de 6 horas antes de su conservación (o menos tiempo cuando se haya previsto realizar pruebas moleculares).

17. Se deberían emplear múltiples métodos de conservación, incluida la conservación en formalina para los estudios taxonómicos, el congelamiento 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 el congelamiento de animales enteros o de determinados tejidos para los análisis bioquímicos y de oligoelementos metálicos.

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

19. Se debería indicar, respecto de todas las muestras y productos del muestreo (por ejemplo fotografías, material conservado, secuencias de genes), la información pertinente sobre su obtención (como mínimo la fecha, hora, método de muestreo, latitud, longitud y profundidad).

20. La identificación y enumeración de muestras en el mar y en los laboratorios deberían complementarse, cuando correspondiera, con análisis moleculares e isotópicos. Las matrices sobre abundancia de especies y biomasa de especies deberían ser productos estándar siempre que fuera posible.

21. 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 a lo largo del tiempo.

22. 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.

23. Las técnicas de reunión y análisis han de ajustarse 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 formuladas o recomendadas por la Autoridad.

24. La variación espacial en la comunidad biológica debe evaluarse antes de realizar las pruebas de extracción.

25. Podrán utilizarse distintos tipos de equipo de muestreo dependiendo del tamaño de la fauna que vaya a recogerse. 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 cómputo de la fauna. Sin embargo, hay que recalcar que es preciso ajustar el diámetro de los tubos

para evitar que se agite demasiado el sedimento o que los tubos queden obstruidos por los nódulos. 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:

**Megafauna.** Los datos sobre la abundancia de la megafauna, su biomasa, la estructura de especies y su diversidad se recogerán a partir de secciones fotográficas transversales. Las imágenes tendrán 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 transversales 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 nódulos. La identificación de las especies debería confirmarse mediante la recogida de especímenes en el sitio. Se deberán utilizar formas de 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.

Por lo que respecta a la endofauna:

**Macrofauna.** Los datos sobre la macrofauna (organismos de más de 250  $\mu\text{m}$ ), su abundancia, la estructura de especies, la biomasa, la diversidad de especies y la distribución por profundidades (profundidades recomendadas: 0 a 1 cm, 1 a 5 cm y 5 a 10 cm) se recogerán mediante sacatestigos de caja (0,25 m<sup>2</sup>).

**Meiofauna.** Los datos sobre la meiofauna (organismos de menos de 250  $\mu\text{m}$  y más de 32  $\mu\text{m}$ ), su abundancia, su biomasa, la estructura de especies y su distribución por profundidades (profundidades recomendadas: 0 a 0,5 cm, 0,5 a 1 cm, 1 a 2 cm, 2 a 3 cm, 3 a 4 cm y 4 a 5 cm) se recogerán mediante testigos. Podrá destinarse a esos fines un tubo de los sacatestigos múltiples que se usen para hacer muestreos en cada estación.

**Microfauna.** La actividad metabólica microbiana deberá analizarse utilizando la prueba del trifosfato de adenosina (TFA), u otros métodos normalizados de análisis, a intervalos de 0 a 1 cm dentro de los testigos. Podrá destinarse a esos fines un tubo de los sacatestigos múltiples que se usen para hacer muestreos en cada estación. Se recomienda que para recoger las muestras se empleen intervalos de 0 a 0,5 cm, 0,5 a 1 cm, 1 a 2 cm, 2 a 3 cm, 3 a 4 cm y 4 a 5 cm.

**Fauna nodular.** Se analizarán la abundancia, la biomasa y la 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.

**Detritívoros bentónicos.** Se instalará en la zona de estudio durante un año como mínimo una cámara con cebo que se dispare 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 podrán utilizar trampas con cebo para estudiar la composición de las especies de las comunidades.

26. Si existe la posibilidad de descargas en la superficie, se deberían determinar las características del plancton en los primeros 200 m de la columna hídrica. Antes de empezar las pruebas de extracción, también hay que estudiar la estructura de las

comunidades pelágicas alrededor de la profundidad del penacho y en la capa bentónica limítrofe. Se ha de 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.

27. Se deben analizar los oligoelementos metálicos presentes en el tejido muscular y los órganos de los peces y las especies de invertebrados bentónicos y bentónico-pelágicos dominantes, por lo menos cuatro veces antes de que empiecen las pruebas de extracción (para medir la variabilidad natural) y posteriormente por lo menos una vez por año para vigilar los cambios que puedan resultar de dichas pruebas. Posiblemente sea necesario combinar vigilancia y experimentos a bordo de los buques y en laboratorios para resolver en todos sus aspectos, antes de las pruebas de extracción, la cuestión de las repercusiones en el fitoplancton y el zooplancton de las descargas en la superficie y los efectos de los oligoelementos metálicos.

28. La variación temporal debe evaluarse por lo menos en uno de los posibles lugares donde se realicen pruebas de extracción y en la zona de referencia para la conservación correspondiente a la actividad extractiva de que se trate (lo ideal sería hacerlo una vez por año durante tres años, o como mínimo dos veces: una al comienzo y otra al final de un mismo año). Este estudio temporal debería ser examinado por la Autoridad antes del inicio de las pruebas de extracción. Los estudios temporales deben incluir un reconocimiento fotográfico y de vídeo de la distribución de los subhábitats, además de datos de referencia como la abundancia de especies, la biomasa y la estructura de las comunidades.

29. Se debe abordar la normalización taxonómica y, 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 realizan estudios taxonómicos de los organismos marinos.

30. La información obtenida de muestras, fotografías, vídeos u otras fuentes ayudará a determinar las repercusiones de las actividades en el bentos y a resolver cuestiones relativas a su magnitud, y puede servir para elaborar estrategias apropiadas de atenuación de los efectos de las operaciones de extracción comercial. La información sobre la sucesión de la fauna después de las pruebas de extracción ayudará a determinar las posibilidades de recuperación de la población bentónica de los efectos de dichas pruebas. Los datos deberían incluir muestras obtenidas en las inmediaciones de la zona de pruebas antes y después de su realización, a determinadas distancias del área de extracción, a fin de evaluar los efectos del penacho bentónico, y a determinados intervalos después de las actividades de extracción. Estos experimentos pueden llevarse a cabo en colaboración con terceros.

31. Se puede obtener información sobre otros efectos del penacho en la biota a profundidades intermedias realizando observaciones de fenómenos poco frecuentes, como la mortandad de peces y las concentraciones extraordinariamente grandes de peces, mamíferos marinos, tortugas y aves.



32. 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 los efectos de estas en la atenuación de la luz y las bandas espectrales a lo largo del tiempo y en función de la profundidad y la distancia del buque minero. Esos valores pueden utilizarse para detectar acumulaciones de partículas en suspensión en la piconclina.

33. La recogida de datos de referencia sobre el quinto de los ámbitos citados (bioturbación) tiene por objeto reunir información “natural”, en particular sobre la “variabilidad natural”, para elaborar modelos y determinar los efectos de las actividades (el penacho que se forme en el fondo). 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 analizará 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 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 analizarán mediante modelos estándar de advección o de difusión directa.

34. La recogida de datos de referencia sobre el sexto de los ámbitos citados (sedimentación) tiene por objeto reunir información “natural”, en particular sobre la “variabilidad natural”, para elaborar modelos y determinar los efectos de las actividades (el penacho que se forme a una profundidad intermedia). Se recomienda que se realicen fondeos con trampas de sedimento unidas a una línea de boyas, con una trampa a más de 2.000 m por debajo de la superficie, a fin de analizar el flujo de partículas procedente de la zona eufótica y otra trampa a 500 m aproximadamente por encima del fondo marino a fin de analizar el flujo de sustancias que llegue hasta el fondo. La trampa inferior debe colocarse a suficiente altitud con respecto al fondo para no verse afectada por la resuspensión del sedimento. Las trampas de sedimento permanecerán instaladas durante un período adecuado, y se recogerán muestras mensualmente para examinar los flujos estacionales y evaluar la variación interanual, especialmente entre años en los que se registran fenómenos climáticos (por ejemplo, El Niño o La Niña). Las trampas pueden instalarse en la misma boya de sondeo que los medidores de corrientes que ya se han descrito. Habida cuenta de que el flujo de sustancias que baja 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 adecuadamente el flujo de sustancias en aguas de profundidad media y el flujo que llega hasta el fondo marino para comparar sus efectos con los de las descargas de desechos.

35. La recopilación de datos de referencia sobre el séptimo ámbito citado (propiedades geológicas) tiene como objetivo determinar la heterogeneidad del medio ambiente y ayudar a determinar los lugares adecuados de extracción de las muestras.

36. Se deberían reunir datos batimétricos de alta resolución (por lo menos 200 m de resolución horizontal y 10 m de resolución vertical) y de alta calidad en la zona donde se prevé que la dispersión de los subproductos de las pruebas de extracción tendrá un efecto significativo en el medio ambiente, es decir, la totalidad de la región abarcada por el modelo numérico de circulación.

37. Como parte del estudio de referencia de alta resolución, se debería obtener, antes de las operaciones de extracción, una serie de testigos representativos del sedimento del fondo marino de la zona elegida (incluida la capa superior de unos pocos centímetros de espesor, que puede perderse cuando se utilizan sacatestigos estándar) que se conservarán en un depósito apropiado para los estudios científicos del caso, teniendo en cuenta al mismo tiempo las repercusiones comerciales para el contratista. Una estrategia de muestreo razonable consistiría en extraer testigos del sedimento a intervalos de 1 km, comenzando en el límite del depósito y hasta una distancia de por lo menos 10 km en los cuatro puntos cardinales.

38. 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 tanto, no hay que evaluar su impacto ambiental. Se ha confeccionado una lista de esas actividades. Por lo que respecta a las actividades cuyo impacto ambiental habrá que evaluar, deberá aplicarse un programa de vigilancia durante y después de la ejecución de la actividad en cuestión. Ello entraña dos operaciones: la primera es observar y medir los parámetros durante la ejecución de la actividad para determinar la magnitud de los trastornos creados por ella; la segunda es observar y medir periódicamente los parámetros una vez ejecutada la actividad a fin de determinar sus efectos en las actividades biológicas, incluida la recolonización de las zonas perturbadas.

39. 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 en el programa de actividades fijado en el contrato. Los estudios ambientales que se hagan durante la exploración consistirán, entre otras cosas, en vigilar los parámetros ambientales para comprobar que, en la práctica, se cumple la previsión de que las actividades no provocarían daños graves al medio marino. Los estudios se centrarán, sobre todo, en reunir datos que permitan determinar hasta qué punto el uso de las tecnologías propuestas puede ocasionar daños ambientales graves en las zonas bentónica, media y superior de la columna hídrica.

40. Se estima que las pruebas de los sistemas de recolección ofrecerán la oportunidad de examinar las consecuencias de la extracción en el medio marino. El contratista remitirá a la Autoridad, con una antelación mínima de un año, un plan de esas pruebas. En caso de que haya descripciones preliminares de esas pruebas, se remitirán a la Autoridad junto con la solicitud de aprobación del plan de trabajo para la exploración. Los detalles para la vigilancia del medio ambiente durante las pruebas de extracción se presentarán con una antelación mínima de un año con respecto al inicio de las pruebas. 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, se especificarán en el programa las actividades o las 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 retocar el plan de pruebas antes de que estas se inicien, o en otro momento oportuno, cuando proceda hacerlo para dar cuenta debidamente de las operaciones propuestas o incorporar en él los resultados de

actividades recientes de investigación o vigilancia. En el plan de pruebas de los sistemas de recolección se dispondrán estrategias para garantizar que los muestreos se basen en métodos estadísticos fiables, que el equipo y los métodos tengan solvencia científica, que el personal que planifique la recogida de datos, los recoja y los analice esté debidamente calificado desde el punto de vista científico y que los datos resultantes se remitan a la Autoridad con arreglo a los formatos especificados.

41. Se recomienda que, durante las pruebas de los sistemas de recolección, se delimite la zona de referencia para las repercusiones y la zona de referencia para la conservación. La zona de referencia para las repercusiones se escogerá teniendo en cuenta que deberá ser una zona representativa de las características del medio, incluida la biota, de la zona en que tendrán lugar las pruebas. La zona de referencia para la conservación se escogerá de manera cuidadosa y será lo suficientemente grande para no verse 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. Asimismo, la zona de referencia para la conservación quedará fuera de la zona de las pruebas y de las zonas afectadas por el penacho.

42. En el programa de vigilancia que proponga el contratista se dispondrán los medios para evaluar la importancia de las perturbaciones que creen sus actividades. Esa información será esencial para determinar los efectos de dicha actividad en el medio marino y prever los efectos que puedan tener actividades similares en el futuro, sobre todo en el momento de emprenderse una operación comercial. Hay que puntualizar que con la tecnología actual no es posible hacer algunas de las observaciones y mediciones previstas. Por tanto, habrá que adaptar las presentes propuestas dependiendo de los adelantos técnicos que se hayan hecho en el momento en que se emprenda la actividad en cuestión.

43. La parte V de las recomendaciones versa sobre la reunión y comunicación de los datos. Se recomienda que se empleen técnicas de reunión y análisis que se ajusten 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 formuladas o recomendadas por la Autoridad. Deberá poderse consultar un inventario de los datos de todos los contratistas en un sitio de metadatos de la World Wide Web en que se detallen las técnicas analíticas, los análisis de errores, las descripciones de los fallos, así como las técnicas y las tecnologías cuya utilización deba evitarse. Además de los datos propiamente dichos, deberán incluirse comentarios sobre la suficiencia de datos y otros elementos descriptivos pertinentes.

44. Un sistema de archivo y recuperación de datos ayudaría a los contratistas a buscar indicadores pertinentes desde el punto de vista ambiental. Los estudios ambientales de referencia y los programas de vigilancia constituyen una fuente importante de datos y de conocimientos. La síntesis de esos datos y esa experiencia puede beneficiar a todos los contratistas. Por ejemplo, la síntesis de los datos sobre batimetría, corrientes, vientos, salinidad y campos térmicos puede ser un aporte fundamental para elaborar modelos de los procesos oceanográficos de una región o de una cuenca. Los modelos se pueden validar y ajustar utilizando esos datos marinos empíricos y de esa forma pueden complementar parcialmente las costosas

recopilaciones de datos. La mayor accesibilidad de los datos hará aumentar la probabilidad de precisión de los modelos y ayudará a:

- a) Determinar mejores prácticas;
- b) Elaborar un enfoque común para crear una base de datos aceptable;
- 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 reduciendo el número de mediciones de determinados parámetros.

45. 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 construcción de modelos, de modo que las repercusiones de las actividades en zonas vecinas se puedan evaluar sin necesidad de repetir todos los aspectos de la evaluación ambiental.

46. La parte VI de las recomendaciones versa sobre la cooperación en materia de investigación y las recomendaciones para colmar lagunas en los conocimientos. En los últimos años se ha producido una revolución en el desarrollo de los conocimientos y las técnicas de oceanografía. Varias instituciones especializadas de todo el mundo están ejecutando programas amplios de investigación. Esas instituciones cuentan con importantes conocimientos técnicos en biología y otras cuestiones científicas.

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

48. La colaboración entre la comunidad científica y los contratistas puede dar como resultado la creación de depósitos de colecciones representativas y 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 la colaboración permitirá obtener, con una buena relación costo-eficacia, datos que ayuden a planificar el desarrollo y a adoptar decisiones, así como a detectar oportunamente cualquier efecto ambiental significativo o cuestión de importancia antes o durante las pruebas de extracción. Esta información se puede emplear para buscar soluciones en la forma menos conflictiva posible.

49. 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 las especies. Las evaluaciones al respecto requerirán que se hagan síntesis de la biogeografía de la fauna y serán más fáciles si hay colaboración entre los contratistas y con la comunidad científica.

50. Los trabajos de confección de modelos se deben basar en la colaboración y guardar estrecha relación con los estudios sobre el terreno, a fin de evaluar el riesgo de extinción en función de distintas estrategias de ordenación, incluidas diferentes posibilidades para la definición de las zonas protegidas. En las estrategias generales

de conservación hay que tener en cuenta las repercusiones que tienen para las comunidades de fauna las actividades distintas de las pruebas de extracción.

51. Los contratistas deberían colaborar con la Autoridad en programas de cooperación en materia de investigación para maximizar la evaluación del impacto ambiental minimizando los costos de esas evaluaciones.

52. 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

Agua intersticial	Agua presente en los espacios existentes entre las partículas sedimentarias.
Batipelágico	Relativo a la zona de alta mar situada a profundidades superiores a 3.000 m, es decir, a mayor profundidad que la zona mesopelágica.
Bentónico	Relativo a los fondos marinos.
Bentopelágico	Relativo 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 encima del fondo o en el subsuelo marino.
Capa bentónica limítrofe	Capa de agua situada inmediatamente encima de la superficie de contacto entre el agua del fondo oceánico y el sedimento.
CLIVAR	Variabilidad y predecibilidad del clima, componente del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas.
Detritívoro	Animal que se alimenta de productos de desecho y de restos de plantas y animales muertos a los que no ha matado él mismo.
Diel	Período de 24 horas que comprende, normalmente, un día y la noche consecutiva.
Embolismo	La sangre y los tejidos de los peces contienen gases disueltos. Si se suben peces de las profundidades a la superficie, la disminución de la presión permite 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.
Endofauna	Organismos que habitan dentro del sedimento.
Epifauna	Animales que viven en el fondo marino, ya sea que estén adheridos a él o que circulen libremente por él.
Epipelágico	Relativo 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.
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.
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.
Fitoplancton	Plantas microscópicas que son los productores primarios de los mares.
Fotosíntesis	Síntesis biológica de sustancias orgánicas que tiene como fuente de energía 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.
GEOSECS	Estudio Geoquímico de Secciones Oceánicas.

Haloclina	Capa de agua en que se registra un gradiente de salinidad marcado.
Hidrodinámico	Relativo al movimiento del agua del mar.
JGOFS	Estudio Mundial Conjunto de los Flujos Oceánicos (Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).
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.
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) para distinguirse en las fotografías y que está previsto que sirvan de taxón fundamental (véase “taxonomía”) para evaluar el 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 la microfauna. En la práctica se los define como los que miden más de 32 µm y menos de 250 µm.
Mesopelágico	Relativo 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.
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.
Pelágico	Relativo a la alta mar.
Penacho	Masa de agua de mar dispersa que contiene partículas sedimentarias densas. El penacho bentónico es una corriente de agua que se esparce por una zona cercana al fondo y que contiene partículas sedimentarias del fondo marino en suspensión, nódulos de manganeso erosionados y biota bentónica macerada que emanan del colector de extracción debido a la alteración del fondo marino que provoca este. La parte más alejada del centro del penacho bentónico se denomina “lluvia de finos”. El penacho superficial es la corriente de agua que contiene partículas sedimentarias del fondo marino en suspensión, nódulos de manganeso erosionados y biota bentónica macerada que resultan de separar, a bordo del buque minero, los nódulos del agua en que se encuentran, y que se extiende por una zona más cercana a la superficie del mar que la del penacho bentónico.
pH	Medida de la acidez o la alcalinidad.

Picnoclina	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.
Plancton	Organismos que se mueven pasivamente a la deriva o que nadan débilmente.
Sistema de oxidación-reducción	Unas reacciones químicas esenciales son las de oxidación (cesión de electrones) y de reducción (recepción de electrones). La tendencia química a la oxidación 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.
Sección transversal	Corte vertical (que sirve de referencia para todas las mediciones y los muestreos que se harán 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.
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. Se pueden medir otros parámetros, como el pH y la concentración de oxígeno disuelto, si se instalan otros sensores.
Taxonomía	Clasificación ordenada de los animales o las plantas según sus presuntas relaciones naturales.
Termoclina	Capa de agua en que se registra una rápida variación de la temperatura en relación con la profundidad.
TFA	Trifosfato de adenosina, 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.
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.
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 por 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.
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.
Zooplancton o plancton animal	A diferencia del fitoplancton, los organismos del zooplancton no producen sustancias orgánicas por sí mismos y, por tanto, se alimentan de otros organismos.