



## Comisión Jurídica y Técnica

Distr. general  
10 de abril de 2001  
Español  
Original: inglés

---

### Séptimo período de sesiones

Kingston (Jamaica)

2 a 13 de julio de 2001

## **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**

**Informe elaborado 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 de prospección y exploración de nódulos polimetálicos en la Zona (en adelante “el reglamento”) (ISBA/6/A/18). En él se exige a la Autoridad que dicte normas, reglamentos y procedimientos ambientales y los mantengan 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. También se dispone en él que en todo contrato de exploración de nódulos polimetálicos se exija al Contratista que, en colaboración con la Autoridad y el Estado o los Estados patrocinadores, obtenga datos básicos sobre el medio que sirvan de referencia para evaluar los efectos probables en el medio marino de su programa de actividades, y que elabore un programa para vigilar esos efectos y presentar informes al respecto. El Contratista informará anualmente de los resultados de sus programas de vigilancia ambiental. Además, cuando se solicite autorización para ejecutar un plan de trabajo de exploración, todos los solicitantes deberán adjuntar, entre otras cosas, la descripción de un programa de estudios oceanográficos y ambientales básicos que estén en consonancia con el reglamento y

las normas y los procedimientos sobre medio ambiente dictados por la Autoridad y permitan evaluar las posibles repercusiones ambientales de las actividades de exploración previstas, teniendo en cuenta las recomendaciones que haga la Comisión Jurídica y Técnica; así como hacer una evaluación preliminar de los efectos que puedan tener en el medio marino las actividades previstas de exploración.

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

3. En junio de 1998, la Autoridad organizó un seminario sobre la elaboración de directrices ambientales. El resultado de ese seminario fue un proyecto de directrices para evaluar las posibles repercusiones ambientales de la exploración de los nódulos polimetálicos. En el seminario se señaló que se

necesitaban métodos claros y unificados de análisis del medio marino que se basaran en los principios científicos establecidos y en los que se 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. Era consciente de que había que formular unas recomendaciones sencillas y prácticas para ayudar a los contratistas a cumplir la obligación de reunir una serie de datos ambientales básicos que se les imponía en el reglamento. Estimaba que, habida cuenta de la naturaleza técnica de las recomendaciones y de la escasa comprensión que había de las repercusiones que tendrían las actividades de exploración en el medio marino, era indispensable proporcionar, en el anexo I del presente documento, una explicación de esas recomendaciones. Complementa esas explicaciones un glosario de términos técnicos que figura en el anexo II del presente documento.

4. Esas recomendaciones obedecen al propósito de describir los procedimientos que habrán de aplicarse para reunir datos básicos; por ejemplo, el de vigilar toda actividad que se ejecute dentro de la zona de exploración y que pueda causar perjuicios graves al medio marino, tanto durante la ejecución de la actividad como después de ejecutada; y para facilitar a los contratistas la presentación de informes. Dado que esas recomendaciones se basan en los conocimientos científicos actuales que hay sobre el medio marino y en la tecnología correspondiente, es posible que haya que revisarlas en el futuro teniendo en cuenta los progresos de la ciencia y la técnica. Según el reglamento, la Comisión Jurídica y Técnica podrá examinar periódicamente esas recomendaciones teniendo en cuenta los conocimientos y la información científicos que haya en ese momento. Se recomienda que el examen se lleve a cabo 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 diversos especialistas científicos de reconocido prestigio.

## II. Ámbito de aplicación

### A. Finalidad

5. La finalidad de esas recomendaciones orientativas es la siguiente:

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

b) Proporcionar orientación a los posibles contratistas para que elaboren un plan de trabajo de exploración de los nódulos polimetálicos, de conformidad con lo dispuesto en la Convención, en el Acuerdo de 1994 relativo a la aplicación del Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, y en el reglamento.

### B. Definiciones

6. Salvo que se indique lo contrario en el presente documento, los vocablos y las expresiones que se hayan definido en el reglamento tendrán el mismo sentido en estas recomendaciones orientativas. En el anexo II del presente documento figura un glosario de terminología técnica.

### C. Estudios ambientales

7. En todo plan de trabajo de exploración de los nódulos polimetálicos se tendrán en cuenta las siguientes etapas de realización de estudios ambientales:

a) Estudios para recoger datos básicos sobre el medio marino, y

b) Vigilancia de los sistemas y el equipo de recogida de datos durante las pruebas a que se los someta y después de efectuadas esas pruebas.

## III. Estudios de recogida de datos básicos sobre el medio marino

### Necesidades de datos básicos

8. A fin de obtener los datos básicos sobre el medio marino de la zona de exploración que se exigen en el párrafo 4 del artículo 31 del reglamento, el Contratista se servirá de la mejor tecnología disponible para hacer lo siguiente:

a) En lo que respecta a la oceanografía física:

- i) Recoger información sobre las condiciones oceanográficas de toda la columna hídrica, es decir, sobre los regímenes de corrientes, de temperatura y de turbidez por encima del fondo marino;
  - ii) Adaptar el programa de medición de corrientes a la topografía y a la actividad hidrodinámica regional de la parte superior de la columna hídrica y de la superficie del mar;
  - iii) Medir las corrientes y las partículas materiales que haya a la profundidad en que se prevea hacer la descarga durante las pruebas de los sistemas y el equipo de recogida, y
  - iv) Medir la distribución de las partículas para determinar su concentración en toda la columna hídrica;
- b) En lo que respecta a la oceanografía química: recoger información sobre las propiedades químicas de la columna hídrica, incluida la capa de agua que cubre los nódulos;
- c) Por 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 y las posibles fuentes de los penachos que se formen a grandes profundidades; y recoger muestras del sedimento teniendo en cuenta la variabilidad de su distribución;
- d) Por lo que respecta a las colonias de especies biológicas:
- i) Recoger datos sobre esas colonias, 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 colonias que habitan en los fondos marinos, sobre todo la megafauna, la macrofauna, la meiofauna, la biomasa microbiana, la fauna nodular y los depuradores bentónicos;
  - iii) Analizar las colonias de especies bentónicas, bentopelágicas, mesopelágicas y batipelágicas;
  - iv) Estudiar los oligoelementos metálicos que se encuentren en las especies dominantes;
  - v) Registrar las observaciones de mamíferos marinos e identificar la especie correspondiente y su comportamiento;

- vi) Instalar, al menos, una estación para analizar la variabilidad temporal de los fenómenos que se estudien;
- e) En lo que respecta a la bioperturbación: recopilar datos sobre la mezcla de sedimentos, desglosándolos por organismo;
- f) 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.

## **IV. Evaluación de las repercusiones ambientales**

### **A. Actividades cuyas repercusiones ambientales no requieren evaluación**

9. No hay que evaluar las siguientes actividades, ya que no entrañan peligros graves para el medio marino:
- a) Observaciones y mediciones de propiedades gravitatorias y magnéticas;
  - b) Trazado de perfiles o imágenes acústicos o electromagnéticos del fondo y el subsuelo marinos, sin usar explosivos;
  - c) Recogida de muestras de agua y biota, así como de muestras de minerales, de determinadas características; por ejemplo, la recogida de muestras mediante tubos, ganchos o cestas para determinar las propiedades geológicas y geotécnicas de los fondos marinos;
  - d) Observaciones y mediciones meteorológicas, que incluyen el emplazamiento de los instrumentos;
  - e) Observaciones y mediciones oceanográficas y, por tanto, hidrográficas, que incluyen el emplazamiento de los instrumentos;
  - f) Observación y medición mediante televisión y cámaras fotográficas;
  - g) Realización de análisis y ensayos mineralográficos a bordo de buques;
  - h) Sistemas de localización, incluidos transpondedores de fondo y boyas de superficie y subsuperficie registradas en las Noticias a los Marinos.

## **B. Actividades cuyas repercusiones ambientales requieren evaluación**

10. Hay que evaluar previamente las repercusiones ambientales de las siguientes actividades y elaborar un programa de vigilancia ambiental que se aplique durante la ejecución de la actividad en cuestión y después de ejecutada, conforme a las recomendaciones que se hacen en los párrafos 14 y 15:

- a) Actividades de dragado para recolectar nódulos que se estudiarán en tierra firme con objeto de determinar qué posibilidades ofrecen desde el punto de vista de su explotación o elaboración;
- b) Utilización de equipo especial para estudiar la reacción del sedimento a la perturbación provocada por los instrumentos de recolección o los mecanismos de desplazamiento;
- c) Prueba de los sistemas y el equipo de recolección.

11. El Contratista presentará al Secretario General una evaluación de las repercusiones ambientales y la información que se enuncia en la recomendación 13, así como el correspondiente programa de vigilancia del medio marino, al menos con un año de antelación al inicio de la actividad y, en caso de que vayan a realizarse pruebas integradas, con una antelación mínima de dos años.

12. Todo Contratista especificará en su programa las contingencias que puedan provocar la suspensión o modificación de las actividades ante la posibilidad de que el medio marino sufra graves perjuicios si no se mitigan apropiadamente los efectos de las contingencias especificadas.

## **C. Información que proporcionará el Contratista**

13. El Contratista proporcionará al Secretario General toda la información siguiente, o parte de ella, dependiendo de la actividad concreta que vaya a ejecutar:

- a) Técnica de recolección de nódulos (por ejemplo, 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, como el lavado de los nódulos; el volumen de la descarga de sedimento mezclado con el agua, la concentración de las partículas en la mezcla descargada, la altura de los caudales de descarga con respecto al fondo marino, etc.;

e) Métodos de trituración de 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 que esté en la superficie;

h) Métodos de retención de los finos y el sedimento 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 del caudal de descarga;

j) Ubicación de la zona de pruebas de extracción y límites de esa zona;

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 lleva a cabo una actividad**

14. El Contratista proporcionará al Secretario General toda la siguiente información, o parte de ella, dependiendo de la actividad concreta que se vaya a ejecutar:

a) Anchura, longitud y recorrido de las pistas de recolección del fondo marino;

b) Profundidad de penetración del colector 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 deseché el colector, tamaño y configuración geométrica del penacho que forme el caudal de descarga, comportamiento del penacho que forme detrás de sí el colector;

e) Superficie y densidad de la resedimentación que se produzca a ambos lados del recorrido del colector hasta llegar a una distancia en que la resedimentación sea despreciable;

f) Volumen del caudal de descarga sobrante del buque de superficie, concentración de partículas en el agua descargada, propiedades químicas y físicas del caudal de descarga, comportamiento del penacho que forme el caudal de descarga en la superficie o a profundidad mediana.

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

15. El Contratista proporcionará al Secretario General toda la siguiente información, o parte de ella, dependiendo de la actividad concreta que se ejecute:

a) Densidad del sedimento redepositado a ambos lados del recorrido del colector;

b) Comportamiento de los diversos tipos de fauna bentónica afectados por la resedimentación;

c) Cambios que afecten a la fauna bentónica que habite en las zonas que recorra el colector; por ejemplo, la posible recolonización;

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

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

## **V. Reunión de datos, presentación de informes y protocolos de archivo**

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

16. Los tipos de datos que se habrán de obtener, la frecuencia con que habrá que hacerlo y las técnicas analíticas previstas en estas recomendaciones orientativas deberán decidirse aplicando la mejor metodología que haya y utilizando un sistema de control de calidad internacional y unas técnicas y laboratorios certificados, conforme a lo recomendado.

### **B. Sistema de archivo y recuperación de datos**

17. El Contratista proporcionará a la Autoridad todos los datos pertinentes, las descripciones de los datos y los inventarios de éstos.

### **C. Presentación de informes**

18. Se presentarán periódicamente a la Autoridad informes sobre los resultados evaluados e interpretados de las observaciones, en el formato prescrito.

### **D. Transmisión de datos**

19. Todos los datos relativos a la protección y la conservación del medio marino, con la excepción de los datos relativos al diseño de equipo, que se hayan reunido en cumplimiento de las recomendaciones 14 y 15 deberán remitirse al Secretario General, el cual los difundirá de manera gratuita para que se los analice e investigue científicamente, pero respetando los requisitos de confidencialidad previstos en el reglamento.

20. El Contratista remitirá 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.

## Anexo I

### Explicación

1. La finalidad de estas recomendaciones orientativas es definir los componentes biológicos, químicos, geológicos y físicos que habrán de medir los contratistas y los procedimientos que habrán de aplicar para proteger efectivamente el medio marino contra los efectos nocivos que puedan derivarse de sus actividades en la Zona, y ofrecer a los posibles contratistas unas directrices para elaborar sus planes de trabajo de exploración de los nódulos polimetálicos.

2. Se estimó que había que definir con claridad las diversas etapas de la exploración. De las pruebas de ingeniería a que se someta el equipo de extracción y de las pruebas a que se someta el sistema integrado de explotación minera se derivarán consecuencias diferentes para el medio ambiente. La escala de las pruebas es fundamental para evaluar sus consecuencias ambientales. En todo plan de trabajo de exploración se tendrán en cuenta las siguientes etapas de realización de estudios ambientales:

a) Estudios ambientales básicos;

b) Observación de los sistemas y el equipo de recolección durante la ejecución de las pruebas a que se los someta y después de ejecutadas esas pruebas.

3. La finalidad de obtener unos datos ambientales básicos es cerciorarse de que puedan tomarse medidas para evaluar las repercusiones de las actividades de exploración en el medio marino. Si bien todavía se desconoce qué tecnología efectiva se empleará en algunas actividades de exploración, en concreto qué sistemas y equipo de recolección se emplearán, y si bien los conocimientos actuales del medio de los fondos marinos son insuficientes para prever qué efectos precisos tendrán las pruebas a que se someta 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 que se hayan adquirido de las actividades anteriores que hayan llevado a cabo los primeros inversionistas inscritos y los científicos. Se prevé que las principales repercusiones se producirán en el fondo marino y que habrá repercusiones menores a la profundidad en que se realice la descarga de desechos o relaves. 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 prevenir los efectos de las actividades y de impedir que el medio ambiente resulte perjudicado de gravedad, habrá que tener en cuenta los siguientes puntos fundamentales:

a) La función de reacción a una dosis de las colonias de especies biológicas que habiten en el sedimento en un caso dado de sedimentación. Tanto esa función como el trazado de modelos en que se reproduzca la cantidad de sedimento que se depositará en determinada zona ayudarán a predecir cuáles serán las repercusiones;

b) El efecto de alteración crónica, es decir, el efecto de alteración provocado por numerosas sedimentaciones en una zona determinada, de cuyo estudio se obtendrá información sobre con qué frecuencia se podrá producir en una zona, sin perjudicar al ecosistema, un penacho que deje una cantidad pequeña de sedimentación;

c) La escala cronológica de recuperación de las colonias de especies biológicas después de haberse producido una alteración intensa. El sedimento que se transporte hasta la superficie con la corriente 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 dificultar la migración vertical. La descarga debe producirse por debajo de la capa de la termoclina y de la capa de oxígeno mínimo. Habida cuenta de que las capas de la termoclina y de oxígeno mínimo varían según las regiones y, hasta cierto punto, según las estaciones, en los estudios ambientales se deberá hacer lo siguiente:

i) Determinar el gradiente de profundidad de la capa de la termoclina y de la capa de oxígeno mínimo de cada zona de explotación minera;

ii) Concentrarse en las propiedades oceanográficas de la zona situada a la profundidad en que se produzca la descarga;

iii) Tener en cuenta los parámetros oceanográficos de la capa superior de agua, ya que existe la posibilidad de que se produzcan descargas accidentales.

4. La parte III versa sobre las necesidades de datos básicos. El Contratista, utilizando la mejor tecnología que haya, recopilará los datos básicos de la zona de exploración. Se necesitan datos básicos sobre seis ámbitos: oceanografía física, oceanografía química, propiedades del sedimento, colonias de especies biológicas, bioperturbación y sedimentación.

5. La recopilación de datos básicos sobre el primero de los ámbitos citados (oceanografía física) responde a la necesidad general de reunir información material antes de que el medio físico sufra alteraciones, a fin de trazar modelos y determinar la influencia que van a tener las intervenciones posteriores. Se necesita información sobre oceanografía física para calcular la posible influencia del penacho que se forme debido a la explotación minera. Esa información versará sobre las condiciones generales que haya en la parte situada por encima del fondo marino, así como sobre sus regímenes de temperatura y turbidez. 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. También habrá que hacer mediciones de esa índole en los estratos superiores para determinar las condiciones ambientales básicas. La estructura oceanográfica superficial se determinará mediante sondas de medida de la conductividad, la temperatura y la profundidad. También habrá que ocuparse de los aspectos temporales de la estructura superficial. Los perfiles y las secciones de conductividad, temperatura y profundidad deben hacerse desde la superficie hacia el fondo, para analizar la estratificación de la totalidad de 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 de otros métodos de medición de corrientes. Hay que calcular bien el número de boyas de sondeo y su lugar de emplazamiento teniendo en cuenta la magnitud de la zona, a fin de hacerse una idea precisa del régimen de corrientes. El número de medidores de corriente que se utilizará en cada boya de sondeo dependerá de las escalas topográficas propias de la zona que se estudie (es decir, de las diferencias de altitud con respecto al fondo). Se recomienda que el lugar de emplazamiento esté lo más cerca posible del fondo marino, normalmente a una distancia de entre 1 y 3 metros. 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 serán de 5, 15, 50 y 200 metros con respecto al fondo. Se recomienda que se haga un análisis de los datos obtenidos por satélite para entender la actividad superficial que haya en la zona a escala sinóptica y a gran escala.

6. La recopilación de datos básicos sobre el segundo de los ámbitos citados (oceanografía química) responden a la necesidad concreta de reunir información antes de que se produzca descarga alguna en el agua, incluida el agua que cubre los nódulos. La información que se reúna será importante para determinar cómo influirá en la actividad biológica la modificación de la composición del agua que provoquen las pruebas de explotación minera. Se analizará químicamente el agua que cubra los nódulos para estudiar los procesos de intercambio químico entre el sedimento y la columna hídrica. Habrá que medir la concentración del oxígeno disuelto y de los nutrientes disueltos, como nitratos, nitritos, fosfatos y silicatos, así como el contenido total de carbón orgánico del agua que cubra los nódulos. El análisis químico de la columna hídrica es esencial para determinar las condiciones generales previas a cualquier descarga en el agua. Habrá que trazar los perfiles verticales de la concentración de nutrientes que contienen carbono orgánico, por ejemplo, los fosfatos, los nitratos, los nitritos y los silicatos, así como los perfiles verticales de la temperatura, la salinidad y la concentración de oxígeno disuelto. En el programa de medición sobre el terreno hay que tener en cuenta también la variación temporal de los diversos factores. No será necesario determinar si hay oligoelementos metálicos en caso de que se compruebe que su variabilidad estacional o anual es despreciable.

7. La recopilación de datos sobre el tercer ámbito citado (propiedades del sedimento) responde a la necesidad de recoger información básica para prever el comportamiento del penacho de la descarga. Así, habrá que medir los siguientes parámetros: la gravedad específica, la densidad volumétrica, la resistencia a la cizalladura, el tamaño de los gránulos y la 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 y los nutrientes (fosfatos, nitratos y silicatos), los carbonatos (es decir, la alcalinidad) y el sistema de oxidación-reducción del agua de los intersticios, todo ello a una profundidad mínima de 20 centímetros o justo por debajo del estrato subóxico. Habrá que analizar las propiedades geoquímicas

del agua intersticial y de los sedimentos a una profundidad mínima de 20 centímetros o por debajo del estrato subbóxico, si lo hubiera. Al planificar los muestreos habrá que tener en cuenta también la variación de la estructura sedimentaria.

8. La recopilación de datos básicos sobre el cuarto ámbito citado (colonias de especies biológicas) responden a la necesidad de recopilar información “natural”, y en particular información sobre la “variabilidad natural”, para determinar los efectos de las actividades en la fauna pelágica. La explotación minera del fondo marino repercutirá, sobre todo, en las especies biológicas que habiten en el fondo marino. Las pruebas a que se sometan los componentes (es decir, las pruebas de ingeniería) permitirán hacer un primer análisis de esa repercusión. Las pruebas integradas subsiguientes que se lleven a cabo permitirán analizar esa repercusión de manera más profunda. Por lo que respecta a los muestreos, podrán utilizarse diversas clases de sondas dependiendo del tamaño de la fauna que vaya a recogerse. El empleo de sondas múltiples permitirá distribuir los diversos tubos de toma de muestras de una misma estación entre los diversos especialistas que utilizan técnicas distintas para identificar y computar 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 enuncian los datos que habrá que recoger, junto con los métodos apropiados para las diversas clases o tamaños de la fauna:

**Megafauna.** Los datos sobre la abundancia de la megafauna, su biomasa, la estructura de especies y su diversidad se recogerán a partir de unas secciones fotográficas. Las imágenes tendrán una resolución suficiente como para identificar organismos de más de 2 centímetros en su dimensión más pequeña. Abarcarán un campo de una anchura mínima de 2 metros. 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 nódulos.

**Macrofauna.** Los datos sobre la macrofauna (organismos de más de 250 micrones), su abundancia, la estructura de especies, la biomasa, la diversidad de especies y la distribución por profundidades (profundidades recomendadas: 0 a 1, 1 a 5, 5 a 10 cm) se recogerán mediante sondas de caja (0,25 m<sup>2</sup>). Se filtrará cuidadosamente la macrofauna mediante unos tamices de 500 y

250 micras de anchura de retícula que irán encajados unos en otros.

**Meiofauna.** Los datos sobre la meiofauna (organismos de menos de 250 micras y más de 32), su abundancia, su biomasa, la estructura de especies y la distribución de éstas por profundidades (profundidades recomendadas: 0 a 0,5, 0,5 a 1, 1 a 2, 2 a 3 cm) se recogerán mediante sondas de tubo. En cada estación podrá destinarse a esos fines un tubo de los que se usen para hacer muestreos múltiples. Se filtrará la meiofauna mediante tamices encajados de 1.000, 500, 250 y 32 micras de anchura de retícula.

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

**Fauna nodular.** Se analizarán la abundancia 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 las sondas de caja.

**Depuradores bentónicos.** Se instalará en la zona de estudio durante un año como mínimo una cámara 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 cámaras con cebo para estudiar las colonias de depuradores bentónicos.

9. La recogida de datos básicos sobre el quinto de los ámbitos citados (bioperturbación) responde a la necesidad de reunir información “natural”, y en particular información sobre la “variabilidad natural”, para trazar modelos y determinar los efectos de las actividades (en concreto los efectos del penacho que se forme en el fondo). Habrá que medir el índice de bioperturbación, 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 explotación minera, y ese índice podrá determinarse a partir de los perfiles de actividad excesiva del isótopo Pb-210 que se obtengan mediante las sondas, 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 sonda (las profundidades recomendadas son 0 a 1, 2 a 3, 4 a 5, 6 a 7, 9 a 10 y 14 a 15 cm). Los índices y la profundidad de la bioperturbación se analizarán mediante modelos estándar de advección o de difusión directa.

10. La recogida de datos básicos sobre el sexto de los ámbitos citados (sedimentación) responde a la necesidad de reunir información “natural”, y en particular información sobre la “variabilidad natural”, para trazar modelos y determinar los efectos de las actividades (es decir, los efectos del penacho que se forme a una profundidad media). 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 poniendo otra trampa 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 mínimo de 12 meses, y se recogerán muestras en ellas mensualmente, para examinar los flujos estacionales. Las trampas pueden instalarse en el mismo boya de sondeo que los medidores de corriente que ya se han descrito. Habida cuenta de que la corriente de sustancias que bajan 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 apropiadamente 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 y relaves.

11. La parte IV de las recomendaciones orientativas versa sobre la evaluación de las repercusiones ambientales. Algunas actividades no pueden ocasionar perjuicios graves al medio marino y, por tanto, no hay que evaluar sus repercusiones. 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 la ejecución de determinada actividad y después de ejecutada. Ello entraña dos operaciones. La primera es observar y medir los parámetros durante la ejecución de la actividad en cuestión para determinar la magnitud de

los trastornos creados por esa actividad. La segunda es observar y medir periódicamente los parámetros una vez ejecutada la actividad, a fin de determinar los efectos de ésta en las actividades biológicas, sobre todo en lo que respecta a la recolonización de las zonas perturbadas.

12. 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. Una parte de los estudios ambientales que se harán durante la exploración consistirá en vigilar los parámetros ambientales para comprobar la veracidad de las informaciones a partir de las cuales se haya llegado a la conclusión de que las actividades no provocarán perjuicios graves al medio marino. Los estudios se concentrarán, sobre todo, en reunir datos que permitan despejar la incógnita de hasta qué punto el uso de las tecnologías previstas ocasionará perjuicios ambientales graves en las zonas bentónica, media y superior de la columna hídrica.

13. Se estima que las pruebas de los sistemas de extracción ofrecerán la oportunidad de examinar las consecuencias de la actividad minera en el medio marino. El Contratista remitirá a la Autoridad, con antelación suficiente, un plan de pruebas de extracción minera. En caso de que haya descripciones preliminares de pruebas de esa índole, se remitirán esas descripciones a la Autoridad junto con la solicitud de aprobación del plan de trabajo de exploración; los detalles se presentarán con una antelación mínima de dos años con respecto al inicio de las pruebas. En el plan de pruebas de extracción habrá una disposición relativa a la vigilancia de las zonas afectadas por las actividades de explotación minera del Contratista, en los casos en que las actividades previstas pudieran ocasionar perjuicios graves al medio marino, y ello incluso cuando las zonas afectadas quedaran fuera del yacimiento previsto. En la medida de lo posible, se especificarán en el programa las actividades o las contingencias que pudieran provocar la suspensión o la modificación de las pruebas ante la posibilidad de que el medio ambiente quedara gravemente perjudicado si esas actividades o fenómenos no pudieran mitigarse suficientemente. Asimismo, en el programa se autorizará a retocar el plan de pruebas de extracción antes de que éstas se inicien o en otro momento, cuando proceda retocarlo para dar cuenta,

debidamente, de las operaciones previstas o incorporar en él los resultados de actividades recientes de investigación o vigilancia. En el plan de pruebas de extracción 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 calificados desde el punto de vista científico y que los datos resultantes se remitan a la Autoridad con arreglo a los formatos especificados.

14. Se recomienda que, durante las pruebas de extracción, se delinee 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, por ejemplo la biota, de la zona que se prevea explotar. La zona de referencia para la conservación se escogerá de manera cuidadosa y será lo suficientemente grande como para no verse afectada por las variaciones naturales de las condiciones del medio local. Esa zona tendrá una composición de especies comparable a la de la zona donde se harán las extracciones de prueba. Asimismo, la zona de referencia para la conservación quedará fuera de la zona de las extracciones de prueba y de las zonas afectadas por el penacho.

15. En el programa de vigilancia que proponga el Contratista se dispondrán los medios para determinar la importancia de las perturbaciones que creen sus actividades durante la ejecución de la actividad de que se trate. Esa información será esencial para determinar los efectos de dicha actividad en el medio marino y prever los efectos que puedan tener actividades parecidas en el futuro, y sobre todo en el momento de emprenderse una operación comercial. Hay que puntualizar que la tecnología actual carece de la capacidad de hacer algunas de las observaciones y mediciones previstas. Por tanto, habrá que modificar las previsiones actuales dependiendo de los adelantos técnicos que se hayan hecho en el momento en que se emprenda la actividad en cuestión.

16. La parte V de las recomendaciones orientativas versa sobre la reunión y el análisis de los datos. Se recomienda que se empleen las técnicas de reunión y análisis de datos que mejores resultados hayan dado; por ejemplo, las que ha elaborado la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y

la Cultura (UNESCO), que pueden consultarse en los Centros Mundiales de Datos y los Centros Nacionales Encargados de los Datos Oceanográficos, o las técnicas que haya elaborado o recomiende la Autoridad. Deberá poderse consultar en la World Wide Web el inventario de los datos de todos los contratistas. Deberán incluirse metadatos que 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, deberá haber comentarios sobre lo apropiados que sean y sobre otros elementos descriptivos que hagan al caso.

17. Si se instaurara un sistema de archivo y recuperación de datos, los contratistas podrían servirse de él para buscar indicadores pertinentes de protección del medio marino. Los estudios de datos básicos sobre el medio marino y los programas de supervisión 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 contrastar con la realidad y ajustarse mediante esos datos marinos empíricos y pueden servir de suplemento parcial a las costosas recopilaciones de datos. El aumento de las posibilidades de obtener datos hará aumentar también, probablemente, la precisión de los modelos y ayudará en las actividades siguientes:

- a) Determinar qué métodos han dado los mejores resultados;
- b) Elaborar un planteamiento común para crear una base de datos que goce de consenso;
- c) Intercambiar opiniones y datos entre numerosas partes, con miras a fomentar 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.

## Anexo II

### Glosario de términos técnicos

Batipelágico	Relativo a la zona de alta mar situada a profundidades superiores a 3.000 metros, es decir, a la zona más profunda que la 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	Los 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.
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 capa de oxígeno mínimo.
Escalas espaciales	Escalas propias de las dimensiones espaciales de los fenómenos marinos; por ejemplo, el diámetro de un remolino o la longitud de una ola. Esas escalas 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 kilómetros 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 principales productores de sustancias orgánicas de los mares.
Fotosíntesis	La 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 anhídrido carbónico y el agua en hidratos de carbono y oxígeno.
Haloclina	Capa de agua en que se registra un gradiente de salinidad marcado.

Hidrodinámico	Relativo al movimiento del agua del mar.
Lluvia de finos	Componente del “penacho bentónico” que está más alejado del centro de éste 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 éste, por lo general fuera de la zona de explotación minera.
Macrofauna	Animales lo suficientemente grandes como para distinguirse a simple vista y que miden hasta 2 centímetros de largo.
Megafauna	Animales lo suficientemente grandes (de más de 2 cm de longitud) como para distinguirse en las fotografías y que está previsto que sirvan de taxón fundamental (véase “taxonomía”) para evaluar las repercusiones ambientales 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 micras y menos de 250.
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 micras.
Necton	Peces, cefalópodos, crustáceos y mamíferos marinos que se desplazan por sus propios medios en el 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 muy cercana a la superficie del 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 éste. La parte más dispersa 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 procedentes del buque cisterna, 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 proporción 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.

Reacciones de oxidación-reducción	Unas reacciones químicas esenciales son las de oxidación (liberación de electrones) y de reducción (apropiación 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.
Sección transversal	Corte vertical (que sirve de referencia para todas las mediciones y los muestreos que se harán durante el estudio) y 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 relaciones naturales hipotéticas.
Termoclina	Capa de agua en que se registra una rápida variación de la temperatura en proporción 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 en las células 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 trazarse 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 metros 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 que se encuentren en esa zona.
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 metros.
Zooplankton o plancton animal	A diferencia de los organismos del fitoplancton, los del zooplankton no producen sustancias orgánicas por sí mismos y, por tanto, se alimentan de otros organismos.