

## Comisión Jurídica y Técnica



Distr.  
GENERAL

ISBA/5/LTC/1  
21 de junio de 1999  
ESPAÑOL  
ORIGINAL: INGLÉS

---

Quinto período de sesiones  
Kingston (Jamaica)  
9 a 27 de agosto de 1999

RECOMENDACIONES DEL SEMINARIO PARA FORMULAR DIRECTRICES RESPECTO  
DE LA EVALUACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL DE LA EXPLORACIÓN  
DE NÓDULOS POLIMETÁLICOS EN LA ZONA

Informe del Secretario General

### I. INTRODUCCIÓN

1. En junio de 1998, la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos organizó un seminario para formular directrices respecto de la evaluación del posible impacto ambiental de la exploración de nódulos polimetálicos en los fondos profundos de la Zona. Atendiendo a una amable invitación del Gobierno de China, el seminario se celebró en Sanya, isla de Hainan (China). Los participantes incluían expertos científicos reconocidos en oceanografía biológica, química y física y expertos en cuestiones de política internacional para los océanos. Asistieron también representantes de cinco de los primeros inversionistas inscritos, la Asociación China de Investigación y Desarrollo de los Recursos Minerales Oceánicos, la Deep Ocean Resources Development Co. Ltd. (Japón), la Interoceanmetal Joint Organization, la India y la República de Corea, así como expertos precedentes de Alemania, Australia, el Brasil, Camerún, China, los Estados Unidos de América, la Federación de Rusia, Fiji, Indonesia, Jamaica, el Japón, Namibia y Papua Nueva Guinea. Las actas del seminario, que incluyen presentaciones detalladas de estudios pasados y en curso del medio ambiente en relación con la explotación de minerales de los fondos profundos, así como monografías y debates sobre el medio biológico, químico y físico de los fondos marinos, se publicarán en 1999.

### II. DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EXPLORACIÓN DE NÓDULOS POLIMETÁLICOS EN LA ZONA

2. El principal resultado del seminario consistió en una serie de proyectos de directrices para la evaluación del impacto ambiental de la explotación en la

Zona, que figura en el anexo del presente documento. Los proyectos de directrices obedecen al propósito de describir los procedimientos que han de aplicar los contratistas para adquirir datos de base, la vigilancia de sus actividades de exploración y la presentación de informes a la Autoridad sobre esas actividades. La Comisión Jurídica y Técnica, al examinar el proyecto de directrices, actúa de conformidad con el párrafo 2 e) del artículo 165 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 1982, según el cual la Comisión hará recomendaciones al Consejo acerca de la protección del medio marino teniendo en cuenta las opiniones de expertos reconocidos.

3. Sobre la base de los conocimientos científicos actuales, en el seminario se distinguieron dos etapas distintas de la exploración que habría que tener en cuenta a los efectos de establecer un programa para observar, medir, evaluar y analizar, mediante métodos científicos reconocidos y en forma periódica, los riesgos o efectos de la contaminación del medio ambiente dimanada de actividades de exploración. Se dijo que la primera etapa era aquella en la cual se había de obtener información científica para caracterizar las condiciones naturales en los posibles sitios de extracción (datos de base). Era también la etapa en que, como resultado de los ensayos técnicos de componentes del sistema de extracción, se obtendrían conocimientos acerca de procesos naturales tales como la dispersión y la sedimentación de partículas, con lo cual la comunidad internacional podría hacer predicciones precisas del impacto ambiental. La segunda etapa era aquella en la cual el sistema integrado de extracción sería puesto a prueba para determinar su resistencia y fiabilidad y en la que habría que realizar actividades de vigilancia de medio ambiente para poder predecir los efectos del régimen comercial de explotación (extracción de prueba).

4. El proyecto de directrices consta de nueve secciones. Tras una introducción (sección 1), la sección 2 contiene definiciones y términos diversos, idénticos a los contenidos en el proyecto de código de extracción minera que actualmente examina el Consejo de la Autoridad<sup>1</sup>. En la sección 3 se indican las actividades que, según se prevé, no han de causar perjuicios graves al medio ambiente y en la sección 4 se indican aquellas que pueden causarlos. La sección 5 se refiere a la metodología para la vigilancia de las actividades, la recopilación de datos de base y la reducción de los efectos perjudiciales. La sección 6 se refiere a los requisitos en materia de presentación de informes. La sección 7 se refiere a los datos de base, si bien actualmente se desconoce la tecnología efectiva para la explotación. La sección 8 contiene recomendaciones para la cooperación en la investigación y en la sección 9 se indican algunas necesidades de investigación ambiental en el futuro.

5. Las directrices comienzan con un plan ambiental que debe preparar el contratista a fin de recopilar datos de base y verificar las observaciones preliminares en cuanto a los efectos. El seminario recomendó que el plan, una vez examinado por la Comisión Jurídica y Técnica, pasara a formar parte del programa de trabajo del contratista en virtud del contrato de exploración. Se imparten directrices para prestar asistencia en la formulación y ejecución de planes ambientales. Según las directrices, con cinco años de antelación por lo menos a la extracción de prueba, el contratista presentará a la Autoridad un plan que contendrá disposiciones para la vigilancia de las áreas comprendidas en el sitio del contratista en que las actividades propuestas puedan causar daños graves al medio ambiente. Se imparten también directrices para la formulación de un plan de extracción de prueba.

6. El seminario, observando que, en razón del elevado costo que entraña la adquisición de la tecnología y los instrumentos especializados que se necesitan para la investigación, los ecosistemas de los fondos profundos se cuentan entre los menos conocidos, formuló varias recomendaciones en la materia. Se recomendó encarecidamente emprender actividades de cooperación internacional en la forma de una investigación coordinada y la mancomunación de recursos por conducto de la Autoridad a fin de mejorar la relación costo-eficacia y evitar trabajos repetitivos. Se sugirió también consultar a expertos en química de metaltraza acerca de la necesidad de incluir estudios de esa índole en los estudios de base. Habida cuenta de que no había expertos calificados en el seminario de Sanya, los participantes se refirieron a las posibles reacciones químicas entre los sedimentos mantenidos en suspensión y el agua intersticial subóxica o anóxica en virtud de la posible liberación de metales disueltos.

### III. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

7. En el curso del seminario, los participantes formularon diversas recomendaciones que apuntaban a colmar las lagunas que existían en las bases de conocimientos de la comunidad internacional a los efectos de la ordenación de la extracción de nódulos polimetálicos de los fondos profundos de manera de impedir que se causaran daños graves al medio marino y de ayudar a sufragar el elevado costo que entraña la obtención de información sobre los ecosistemas de los fondos profundos.

8. Se sugirió que, mediante actividades de colaboración entre los contratistas, era posible llevara cabo eficazmente investigaciones de cuestiones relacionadas con el medio ambiente. No era necesario que todos y cada uno de los contratistas se ocuparan de cada cuestión concreta relativa al medio ambiente. La opinión era que la cooperación constituía la forma más eficiente de utilizar los recursos humanos y de capital. Según el seminario, había importantes problemas de investigación que podían resolverse mediante la cooperación internacional coordinada por conducto de la Autoridad; esos problemas eran los siguientes.

#### A. Configuración latitudinal y longitudinal de la diversidad biológica

9. La distribución geográfica de la fauna constituía un importante factor que ejercía influencia en las comunidades biológicas de los fondos profundos. Las respuestas a preguntas tales como ¿cuál es la distribución latitudinal y longitudinal de las especies bénticas en los lugares en que hay nódulos? y ¿cuáles son los índices y las escalas espaciales de la corriente de genes?, permitían cuantificar los efectos en las comunidades biológicas y hacer frente al problema de la probabilidad de la extinción de especies como consecuencia de la extracción de minerales de los fondos marinos.

10. En la actualidad, se sabe poco acerca de la distribución geográfica de la mayoría de las especies abisales. Por ejemplo, 30 años después se ha descubierto que uno de los primeros peces fotografiados desde un sumergible tripulado en el Mediterráneo, el Bathypterois grallator, habita el Océano Pacífico central<sup>2</sup>. Existen muchos otros ejemplos con organismos menos móviles,

como equinodermos y poríferos. Es difícil identificar fauna que está insuficientemente descrita y caracterizada.

#### B. Sistematización y taxonomía de la biota de los fondos marinos

11. Habida cuenta de que se dedican pocos recursos a la sistematización y la taxonomía de la biota de los fondos marinos, hubo consenso en los científicos participantes en que el estudio de la clasificación y descripción de grupos de animales de los fondos profundos tenía elevada prioridad. Se necesitaban documentación adecuada y expertos con buena formación en sistematización a fin de establecer una base biológica para los organismos bénticos y comparar los resultados de la identificación de especies de sitios alterados de extracción y sitios de referencia no alterados.

12. Se propuso establecer una taxonomía normalizada para hacer comparaciones entre áreas a partir de los datos obtenidos por científicos de distintos países. Ello permitiría a los técnicos determinar la similaridad de la fauna entre distintos sitios, con lo que se conocería mejor la distribución de las especies. Se señaló que no era necesario que todos los posibles contratistas tuvieran pericia en ese campo. Los posibles contratistas podían compartirla a condición de que pusieran en práctica normas internacionales reconocidas para la identificación de las especies.

13. Era indispensable tener normas taxonómicas aceptables para predecir el impacto, para describir la distribución geográfica de las especies y para hacer experimentos in situ a fin de predecir los efectos sobre las comunidades biológicas de la extracción de nódulos polimetálicos.

#### C. Zona de referencia para la preservación

14. Según los científicos, era importante que hubiera zonas de referencia para la preservación. Sin embargo, por el momento no estaban en condiciones de responder a las interrogantes básicas de cómo seleccionar zonas de referencia para la preservación y zonas de referencia para el impacto, cuál debía ser su superficie, cuántas se necesitaban y cómo debían estar distribuidas a lo largo de los gradientes naturales en los lugares en que se encuentran nódulos polimetálicos. Como ejemplo de cuán compleja era esta tarea, se dijo que los datos extraídos del sitio de referencia de DISCOL indicaban grandes variaciones de la concentración en un período de siete años<sup>3</sup>. Así, antes de hacer experimentos sobre alteración<sup>4</sup>, había que considerar minuciosamente los criterios para la selección de lugares de control o referencia para hacer experimentos en los fondos marinos antes de extraer nódulos.

15. Varios participantes se refirieron a la necesidad de establecer las zonas de referencia para la preservación y las zonas de referencia para el impacto en una etapa temprana del proceso de manera de poder concentrarse en la obtención de datos ambientales de gran calidad. Además, se sugirió que las zonas de referencia para el impacto coincidieran con los primeros grupos de lugares para la extracción a fin de poder estudiar y evaluar desde el principio los procesos de recuperación e impacto. Había buenos argumentos para proseguir el estudio y la evaluación de este importante tema.

D. Estudios de la tasa de enterramiento

16. Como resultado de la extracción de nódulos quedará sedimento en suspensión. La falta de control del experimento de campo ha redundado en detrimento de los intentos realizados hasta la fecha por cuantificar el efecto del sedimento adicional sobre los bentos.

17. Habría que hacer investigaciones con las funciones de reacción a una dosis de sedimentos en los fondos marinos en sitios representativos. Ello serviría para establecer la relación entre el volumen de sedimento en el lecho marino y los efectos sobre la comunidad biológica en ese lecho. Se dijo que una posibilidad consistía en experimentos controlados en que se aplicara una cantidad controlada de sedimento al lecho marino y se hicieran periódicamente evaluaciones de los efectos biológicos.

18. La función de reacción a una dosis es la relación entre el volumen de sedimento depositado sobre el lecho marino existente y la reacción de la comunidad biológica al enterramiento. Además de la reacción a una ocurrencia, puede haber un nivel crónico como consecuencia de múltiples ocurrencias de redeposición. También hay que prestar atención al efecto de alteración crónica. Habría que hacer investigaciones para determinar ese efecto, lo que serviría para determinar con qué frecuencia se podría producir en una zona, sin causar efectos negativos en el ecosistema, una estela de sedimento que dejara una cantidad pequeña de sedimentación. El efecto de alteración crónica es la reacción de los bentos ante casos repetidos de deposición, como se prevé en las propuestas de extracción de minerales que existen hasta la fecha. Es importante reconocer la importancia de la frecuencia de la generación de estelas y la escala cronológica de la recuperación de la comunidad biológica. Interesa a todos los posibles contratistas resolver estas cuestiones a los efectos del diseño de su equipo, sus sistemas de explotación y sus estrategias para la extracción de nódulos.

19. Habría que hacer investigaciones sobre las escalas cronológicas para la recuperación de la comunidad biológica tras una alteración muy intensa. Se dijo, respecto de la investigación sobre las funciones de reacción a una dosis, la alteración crónica y las escalas cronológicas de la recuperación, que sería muy útil utilizar sumergibles y realizar experimentos muy controlados en lugares muy precisos. Se señaló además que existían diversos sumergibles que podían bajar a más de 4.000 metros de profundidad y, por lo tanto, funcionar en las zonas de nódulos.

E. Variabilidad natural

20. Habría que hacer investigaciones sobre la variabilidad natural entre años en los fondos marinos con escalas cronológicas más largas (decenios por ejemplo) en general y en sitios reivindicados a los efectos de clasificar el grado en que surten efectos las actividades en la Zona. Se señaló a este respecto que, como para este tipo de investigación se necesitaban observaciones a largo plazo, sólo se había procedido a ella en unos pocos lugares.

21. Como ejemplo de variabilidad natural se puede mencionar la diferencia entre un lecho marino quieto, como lo ven los biólogos de los fondos marinos, y uno

que sufre los efectos de tormentas bénticas. El medio de baja energía física que indican los biólogos contrasta con la situación dinámica que indican los expertos en hidrodinámica. Según los expertos en oceanografía física, las turbulencias en los fondos oceánicos pueden tener una importante función en el traslado y la redistribución de sedimentos movilizados y materias disueltas en aguas profundas y cerca del fondo. Ello puede tener consecuencia para el medio ambiente en las futuras zonas de extracción y las profundidades abisales pueden controlarse no sólo mediante procesos biológicos<sup>5</sup>.

22. Un mayor estudio a escala regional de los procesos físicos que afectan a los fondos abisales podría servir para resolver esta situación. Existen diversas técnicas para resolver este problema, entre ellas los registros fotográficos a largo plazo, la vigilancia a largo plazo y los cálculos teóricos de la magnitud vertical de las turbulencias derivadas de campos eólicos de la superficie y de la estructura vertical de la columna de agua. Además, una integración regional de datos anteriores y corrientes (que se pueden obtener de los posibles contratistas) serviría para evaluar la dinámica del agua en el tiempo y el espacio.

#### IV. SUGERENCIAS ADICIONALES

23. Se dijo también que habría que reunir y evaluar a escala regional datos sobre medio ambiente aportados por los distintos primeros inversionistas inscritos, tales como datos corrientes, datos biológicos y datos sobre la química de las aguas del fondo del mar. A medida que avancen los programas de vigilancia ambiental de los distintos contratistas, cabe pensar en la posibilidad de uniformar la metodología y la presentación de informes sobre los resultados. El seminario recomendó que la Autoridad promoviera la unificación y normalización de los métodos y tecnologías de investigación y desarrollo. Se señaló a este respecto que esa normalización debía incluir a los instrumentos y el equipo, los programas de garantía de la calidad, la reunión, el tratamiento y la conservación de muestras, los métodos de determinación y el control de la calidad a bordo de los buques, los métodos de análisis y el control de calidad en los laboratorios y la elaboración y presentación de datos. La normalización de los métodos permitiría comparar resultados entre los distintos lugares en que hay nódulos y seleccionar los parámetros fundamentales para la vigilancia.

#### Notas

<sup>1</sup> ISBA/4/C/4/Rev.1 (29 de abril de 1998).

<sup>2</sup> Jones, A. T. y K. J. Sulak (1990). First Central Pacific Plate and Hawaiian record of the deep-sea tripod fish Bathypterois grallator (Pisces: Cholorophthalmidae). Pacific Science 44, 254-257.

<sup>3</sup> Datos de DISCOL tomados de H. Thiel.

<sup>4</sup> Para la perspectiva de una empresa de extracción, véase Greenwald, R. J. y Hennigar, H. R., Jr. (1988). Designation of an Ocean Mining Stable Reference Area. Oceans 1988, Baltimore, Maryland, págs. 752 a 761. Para un texto más académico, véase Board of Ocean Science and Policy, National Research Council

(1984). Deep Seabed Stable Reference Areas. National Academy Press, Washington, D.C. 74 páginas.

<sup>5</sup> Tal como presentan Gardner, W. D., L. G. Sullivan y E. M. Thorndike (1994), Long-term photographic, current and nephelometer observations of manganese nodule environments in the Pacific, Earth and Planetary Science Letters 70, págs. 95 a 109, y se examina en C. R. Smith; véase la sección de los documentos del seminario titulada "El entorno biológico en las zonas de los fondos profundos en que se concentran nódulos".

## Anexo

### DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL RESULTANTE DE LA EXPLORACIÓN DE NÓDULOS POLIMETÁLICOS EN LA ZONA

#### 1. Introducción

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 1982 ("La Convención") y el Acuerdo de 1994 relativo a la Aplicación de la Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 10 de diciembre de 1982 ("el Acuerdo") requieren que la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos formule las normas, el reglamento y los procedimientos relativos a la prospección, exploración y explotación en la Zona. La Autoridad se encuentra en estos momentos en el proceso de aprobación del proyecto de reglamento para la prospección y explotación de nódulos polimetálicos en la Zona ("proyecto de reglamento")<sup>1</sup>. Un elemento importante del proyecto de reglamento es la protección del medio marino contra las actividades relacionadas con la exploración.

El párrafo 1) del artículo 28 del proyecto de reglamento dispone que la Autoridad elaborará procedimientos para establecer líneas ambientales de referencia para evaluar los efectos probables de las actividades en la Zona en el medio ambiente marino. El párrafo 2 del artículo 28 dispone que todo contrato exigirá que el contratista establezca líneas ambientales de referencia para evaluar los efectos probables de su programa de trabajo en el medio ambiente marino y un programa para vigilar esos efectos e informar a su respecto.

Las directrices reflejan el actual estado del conocimiento científico en materia de medio oceánico. Con arreglo a la Convención, éstas se han elaborado teniendo en cuenta la opinión de los expertos reputados en la materia<sup>2</sup>. Se reconoce que algunas actividades de carácter no invasor que se realizarán durante la exploración como las observaciones y mediciones meteorológicas, y que no se ha demostrado que causen daños ambientales, pueden separarse de aquellas que deben vigilarse. Las directrices tienen su origen en el reconocimiento de la necesidad de que la comunidad internacional comprenda mejor las condiciones naturales en posibles emplazamientos de prospección y exploración y obtenga información científica adicional sobre el eventual impacto de esas actividades.

#### 2. Definiciones

Para los fines de las presentes directrices, los términos que figuran a continuación se entenderán e interpretarán en el mismo sentido que en el proyecto de reglamento<sup>3</sup>:

a) Por "actividades en la Zona" se entenderán todas las actividades de exploración y explotación de recursos en la Zona;

b) Por "Zona" se entenderá los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo fuera de los límites de la jurisdicción nacional;

c) Por "Autoridad" se entenderá la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos;

d) Por "contratista" se entenderá el Estado o la entidad que ha celebrado un contrato con la Autoridad para realizar actividades en la Zona, e incluirá a la Empresa cuando haya celebrado un contrato con la Autoridad con tal objeto;

e) Por "exploración" se entenderá la búsqueda de yacimientos de nódulos polimetálicos en la Zona en virtud de derechos exclusivos, el análisis de esos yacimientos, el ensayo del sistema y equipo de extracción, instalaciones de extracción y sistemas de transporte y la realización de estudios de los factores ambientales, técnicos, económicos y comerciales y otros factores apropiados que haya que tener en cuenta en la explotación;

f) Por "medio marino" se entenderá los componentes, las condiciones y los factores físicos, químicos y biológicos cuya interacción determina la productividad, el estado, la condición y la calidad del ecosistema marino, incluidos la zona costera, las aguas de los mares y los océanos y el espacio aéreo sobre esas aguas, así como los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo;

g) Por "nódulos polimetálicos" se entenderá uno de los recursos de la Zona constituido por yacimientos acreacionarios de hidróxilos de manganeso y de hierro, que pueden contener níquel, cobre y cobalto, entre otras cosas, y se encuentren dentro de un sedimento no consolidado;

h) Por "recursos" se entenderá todos los recursos minerales sólidos, líquidos o gaseosos in situ en la zona, situados en los fondos marinos o en su subsuelo, incluidos los nódulos polimetálicos;

i) Por "Secretario General" se entenderá el Secretario General de la Autoridad;

j) Por "daños graves al medio marino", se entenderá los efectos causados por las actividades realizadas en la Zona en los componentes vivos o no vivos del medio marino y los ecosistemas relacionados con éste que constituyen un cambio adverso importante del medio marino determinado con arreglo a las normas, los reglamentos y los procedimientos aprobados por la Autoridad sobre la base de normas y prácticas internacionalmente reconocidas.

### 3. Actividades que no se prevé que causen daños graves al medio ambiente

Para los fines de las presentes directrices, se distinguirán dos fases de la exploración. La primera fase corresponde al período durante el cual se obtienen los datos de referencia. Normalmente esta fase incluye el ensayo de los componentes del sistema minero (ensayos técnicos) y precede los ensayos del sistema de prospección integrado.

La segunda fase comienza cuando se somete a ensayo el sistema de prospección integrado, por ejemplo, para determinar la resistencia y la fiabilidad (prospección de prueba). Es necesario vigilar el impacto ambiental de esta prospección preliminar.

Sobre la base de la información disponible, se considera que las actividades de exploración del tipo enumerado más abajo, realizadas antes o durante la fase de prospección de prueba no pueden causar graves daños al medio marino y no requerirán una mayor evaluación ambiental:

- a) Observaciones y mediciones magnetométricas y de gravedad;
- b) Imaginología o perfilado electromagnético o acústico del fondo y el subsuelo sin utilización de explosivos;
- c) Algunos métodos de muestreo mineral como los que utilizan tubos, ganchos o cestas;
- d) Muestreo biótico y de agua;
- e) Observaciones y mediciones meteorológicas, incluido el emplazamiento de instrumentos;
- f) Observaciones y mediciones oceanográficas e hidrográficas, incluido el emplazamiento de instrumentos;
- g) Obtención de testigos con muestreador de caja, tubo de pequeño diámetro o gancho, para determinar las propiedades geológicas o geotécnicas del fondo marino;
- h) Observación y mediciones por televisión e imágenes fotográficas;
- i) Análisis y ensayo de minerales a bordo de buques;
- j) Sistemas de localización, incluidos transpondedores de fondo y boyas de superficie y subsuperficie registradas en las Noticias a los Marineros.

#### 4. Actividades que pueden causar daño al medio ambiente

La información científica actual indica que la prospección de prueba durante el período de exploración puede tener algún impacto ambiental, pero no se conoce la gravedad del daño potencial. Se supone que las probabilidades de impacto ambiental grave son mayores en el fondo oceánico, en la zona profunda de descarga de residuos y efluentes y a mayor profundidad. Debido a que puede producirse algún daño ambiental (véase infra) en zonas a 1.000 metros de profundidad a partir de la superficie, se recomienda enérgicamente que las descargas se efectúen por debajo del nivel de profundidad de la capa de concentración mínima de oxígeno (~1.000 metros en muchas partes del Océano Pacífico).

##### 4.1 Posibles impactos bentónicos

Se prevé que los principales impactos bentónicos causados por la prospección de prueba durante la fase exploratoria serán:

a) Impactos directos a lo largo del conducto del colector de nódulos, donde los sedimentos y la fauna asociada se triturarán o dispersarán en una nube y los nódulos se extraerán;

b) Asfixia o sepultamiento de la fauna bentónica alrededor del sitio de extracción del nódulo, donde la nube de sedimentos se deposita;

c) Colmatación de los recursos alimenticios de la fauna que se alimenta de organismos en suspensión y dilución de los recursos alimenticios de la fauna que se alimenta de organismos depositados.

#### 4.2 Posibles impactos de la columna de agua

La descarga de desechos o efluentes por debajo de la termoclina permanente (por ejemplo, por debajo de la zona de concentración mínima de oxígeno) puede causar algún daño ambiental a la fauna pelágica:

a) Mortandad de las especies del zooplancton que residen a profundidad media o realizan migraciones verticales diarias, estacionales u ontogénicas a esas profundidades;

b) Efectos en los peces mesopelágicos y batipelágicos y en otros necton causados directamente por la nube de sedimentos o las especies metálicas asociadas o indirectamente por el impacto en sus presas;

c) Impacto en los mamíferos marinos de inmersión profunda, como por ejemplo efectos en la abundancia de sus presas;

d) Impacto en el bacterioplancton debido a la adición de un sedimento fino en las zonas mesopelágicas y batipelágicas;

e) Agotamiento del oxígeno por crecimiento bacterial en las partículas en suspensión;

f) Efectos en el comportamiento y mortandad de los peces causados por sedimentos o trazas de metales;

g) Mortandad de especies del zooplancton y cambios en su composición causados por las descargas;

h) Disolución de metales pesados (por ejemplo, cobre y plomo) dentro de la zona de concentración mínima de oxígeno y su posible incorporación en la cadena alimentaria;

i) Posible colmatación del zooplancton debido al filtrado de partículas en la nube.

#### 4.3 Posibles impactos en la columna de agua superior

Si se vierten desechos, sedimentos y efluentes en aguas próximas a la superficie (por encima de la termoclina) se producirán impactos adicionales a los enumerados en la sección 4.2 supra:

- a) Posible bioacumulación de trazas de metales en las aguas superficiales debido a descargas durante la extracción de prueba;
- b) Reducción de la productividad primaria debido al ocultamiento del fitoplancton por las descargas de la superficie;
- c) Efectos en el fitoplancton causados por las trazas de metal en la descarga de la superficie;
- d) Efectos en el comportamiento de los mamíferos marinos causados por las actividades de exploración.

5. Supervisión de las actividades, recolección de datos de referencia y atenuación de efectos

Se espera que las actividades de todo plan de exploración incluyan operaciones de inspección general, como las enumeradas en la sección 3 y pruebas técnicas para perfeccionar y someter a prueba la tecnología de extracción. Durante las dos fases, es muy importante obtener información suficiente de los posibles emplazamientos para la extracción (denominados comúnmente "líneas de referencia") para documentar claramente las condiciones naturales antes de proceder a la extracción, y conocer procesos naturales tales como la dispersión y sedimentación de partículas y la sucesión de la fauna bentónica, y reunir otros datos que permitan adquirir la capacidad de previsión necesaria para determinar exactamente el impacto ambiental.

Se cree que el efecto de los procesos periódicos que se producen naturalmente en el medio marino, tales como los efectos de las mareas y de las estaciones, así como los procesos episódicos, como la oscilación meridional "El Niño" y las grandes tormentas tropicales que pasan por la zona son importantes pero no están bien cuantificados. Por ello es muy importante adquirir la mayor cantidad de antecedentes que sea posible de las respuestas naturales de las comunidades superficiales y bentónicas a estos procesos.

Con arreglo a lo dispuesto en el proyecto de Código de Minería, se exigirá que los contratistas, en cooperación con la Autoridad y el Estado o los Estados patrocinadores, establezcan datos de referencia ambientales respecto de las cuales evaluar los posibles efectos del programa de trabajo sobre el ambiente marino y un programa para supervisar esos efectos e informar al respecto<sup>4</sup>. También se requerirá que los contratistas permitan que la Autoridad envíe a sus inspectores a bordo de las naves e instalaciones usadas por el contratista para desempeñar las actividades en la zona de explotación a fin, entre otras cosas, de supervisar los efectos de esas actividades en el medio marino<sup>5</sup>.

La reunión de los datos de referencia será la preocupación primordial durante los ensayos de ingeniería, en tanto que la supervisión de la extracción de prueba se centrará en adquirir la capacidad de predecir el efecto que se puede prever del sistema comercial o estratégico. En las secciones que siguen se describen los requisitos en materia de supervisión de esas dos clases de actividades.

### 5.1 Supervisión de los estudios generales de exploración

De conformidad con el proyecto del Código de Minería, el programa de trabajo del contratista durante la etapa de exploración se adjuntaría como anexo en forma de un plan del contrato de exploración. Inicialmente, el programa de trabajo constará de los elementos especificados por el contratista como parte de su solicitud de aprobación de un plan de trabajo para la exploración. Esos elementos incluirían, entre otras cosas:

a) Una descripción general y un calendario del programa de exploración propuesto, incluido el programa de trabajo para el quinquenio inmediato, por ejemplo, los estudios que se han de emprender respecto de los factores ambientales, técnicos, económicos y de otra índole que deben tenerse en cuenta en la exploración;

b) Una evaluación preliminar del efecto posible de las actividades de exploración propuestas sobre el medio marino;

c) Una descripción de las medidas propuestas para la prevención, reducción y control de la contaminación y otros riesgos para el medio marino, así como las posibles consecuencias;

d) Una descripción de un programa de estudios oceanográficos y ambientales de referencia de conformidad con las directrices y cualesquiera normas y procedimientos ambientales publicados por la Autoridad que permitieran evaluar el posible efecto en el medio ambiente de las actividades de exploración propuestas, teniendo en cuenta las directrices publicadas por la Autoridad<sup>6</sup>.

Si el plan de trabajo del contratista para la exploración se considera aceptable en los demás sentidos y es aprobado por el Consejo, el Secretario General determinará un plan ambiental de actividades sobre el terreno. El plan se basará en el propuesto por el contratista y será examinado por la Comisión Jurídica y Técnica para comprobar que sea completo, preciso y fiable desde el punto de vista estadístico. A continuación se incorporaría en el programa de trabajo establecido en virtud del contrato.

El plan ambiental de actividades sobre el terreno, entre otras cosas, incluirá parámetros para la supervisión ambiental relacionados con la verificación de las conclusiones mencionadas acerca de los posibles efectos (secc. 3) y estará principalmente encaminado a la reunión de datos que puedan abordar los tres problemas no resueltos relativos a las posibilidades de causar serios daños al medio ambiente, definidos en la sección 4, y la confirmación de la evaluación preliminar de daños insignificantes causados por todos los demás efectos posibles determinados en las evaluaciones ambientales publicadas de la extracción de minerales en los fondos marinos. La Autoridad ha preparado directrices técnicas (secc. 7), que incluyen parámetros correspondientes a la reunión de datos oceanográficos. El propósito de las directrices técnicas es prestar asistencia para preparar planes ambientales de actividades sobre el terreno en consulta con los contratistas.

## 5.2 Supervisión de la extracción de prueba

El contratista deberá avisar a la Autoridad con suficiente antelación de las extracciones de prueba previstas. La Autoridad considera que las pruebas de los sistemas de extracción son una oportunidad de examinar con provecho las consecuencias de la extracción de minerales en el medio ambiente.

Por lo menos cinco años antes de la realización de extracciones de prueba el contratista presentará a la Autoridad un plan al respecto. Las descripciones preliminares de las extracciones de prueba, si existen, deberán presentarse a la Autoridad junto con la solicitud de aprobación de un plan de trabajo para la exploración; los detalles se presentarán por lo menos dos años antes de que se inicien las pruebas.

El plan de extracciones de prueba incluirá disposiciones para supervisar las zonas afectadas por las actividades de extracción de minerales realizadas por el contratista en los casos en que las actividades propuestas pudieran causar graves daños al medio ambiente, aun en caso de que las zonas queden fuera del lugar donde está el yacimiento de minerales. El programa incluirá, en la máxima medida posible, especificaciones sobre las actividades o acontecimientos que puedan provocar la suspensión o modificación de las pruebas debido a graves daños al medio ambiente si las actividades o los acontecimientos especificados no pueden mitigarse en forma adecuada. El programa también autorizará a que se perfeccione el plan de las extracciones de prueba antes de las pruebas y en otros momentos apropiados, si es necesario para reflejar en forma apropiada las operaciones propuestas o incorporar los resultados de investigaciones o actividades de inspección recientes.

El plan de extracción de prueba incluirá estrategias encaminadas a velar por que el muestreo se base en métodos estadísticos atinados, que el equipo y los métodos sean aceptados científicamente, que el personal encargado de planificar, reunir y analizar los datos tenga la idoneidad científica necesaria y los datos resultantes se presenten a la Autoridad de conformidad con formatos especificados. En la sección 7.2 se determinan las directrices técnicas de los parámetros que se han de incluir en el plan de extracción de prueba.

En la etapa de la extracción de prueba, se recomienda delinear la zona de referencia de los efectos y la zona de referencia para la preservación<sup>7</sup>. La zona de referencia afectada por las consecuencias debe seleccionarse sobre la base de que sea representativa de las características del medio ambiente, incluidas la flora y la fauna, del lugar donde se llevarán a cabo las extracciones. La zona de referencia para la preservación debe ubicarse cuidadosamente y ser suficientemente extensa como para no verse afectada por las variaciones naturales de las condiciones ambientales locales. La zona debe tener una composición de especies comparable a la de la zona de extracción de prueba. La zona de referencia para la preservación debe ubicarse corriente arriba de las operaciones de extracción de prueba. La zona de referencia para la preservación debe quedar fuera de la zona de extracción de prueba y las zonas bajo influencia de la estela.

## 6. Requisitos en materia de presentación de informes

Para permitir a la Autoridad desempeñar su responsabilidad de protección del medio ambiente descrita en la sección 1, el contratista presentará informes periódicos, por lo menos una vez por año, sobre el efecto en el medio ambiente de las actividades propuestas y emprendidas y sobre los datos ambientales de referencia obtenidos. En la sección 7 se describen los posibles formatos que se podrían utilizar para presentar esa información a los fines de la exploración general. El contratista debe presentar información física, química y biológica para la zona de exploración. Esta información deberá incluir todos los datos ambientales pertinentes obtenidos durante el período al que se refiere el informe. La especificación de los formatos y los requisitos en materia de datos se elaborará mediante consultas entre cada contratista y la Autoridad.

Las actividades previstas en la zona de exploración, incluidas las pruebas de los sistemas de extracción integrados, que simulan la recuperación comercial de minerales, también deben describirse. Si la información presentada indica que las pruebas del sistema integrado causan graves daños al medio ambiente, la Comisión Jurídica y Técnica podrá modificar los términos y condiciones en los cuales se realizan las pruebas a fin de abordar esos problemas. En todas las modificaciones de ese tipo la Comisión tendrá en cuenta el estado de la tecnología que se está elaborando, el sistema de procesamiento utilizado, el valor y la utilización potencial de los desechos, los efectos de las actividades en el medio ambiente, los datos económicos y sobre recursos y la necesidad internacional de los recursos minerales.

## 7. Datos básicos regionales

Si bien no se conoce actualmente tecnología apropiada para la explotación de nódulos polimetálicos, sí se conocen los principios técnicos de la minería y se pueden predecir en cierta medida sus repercusiones ambientales. Sobre esta base se justifica que la Autoridad haya publicado directrices para reunir datos básicos mediante los cuales se podrán evaluar las posibles consecuencias ambientales. Se espera encontrar que las principales repercusiones se producirán en el fondo marino, mientras que podrán haber consecuencias menores a la profundidad en que se realice la descarga de desechos o relaves.

El recolector agitará la capa superficial semilíquida del sedimento. Esto creará un penacho cercano al fondo, y que llegará parcialmente hasta la superficie del océano, según el tipo de tecnología que se utilice para extraer los nódulos. El vehículo minero comprimirá, fragmentará y apretará la capa más dura del sedimento subyacente.

El sedimento que se transporte hasta la superficie, junto con la corriente de nódulos polimetálicos, se podrá verter al océano junto con partículas nodulares. La descarga en aguas de superficie posiblemente tendría por efecto:

a) Interferir con la productividad primaria, al aumentar el nivel de nutrientes y disminuir la penetración de la luz en el océano;

b) Ingresar en la cadena trófica y dificultar la migración vertical; y

c) Conducir a una reducción del óxido de manganeso y la disolución de los componentes metálicos en la zona de mínimo oxígeno.

Por consiguiente, la descarga de relaves sugerida debería producirse bien por debajo de la zona de mínimo oxígeno. Debido a que la zona de mínimo oxígeno varía en las distintas regiones y, en cierta medida, con el cambio de las estaciones, los estudios ambientales deberán:

a) Determinar el gradiente de profundidad de la capa de mínimo oxígeno en cada zona de explotación minera;

b) Concentrarse en las propiedades oceanográficas alrededor de la profundidad en que se produzca la descarga; y

c) Incluir la determinación de parámetros oceanográficos para la capa superior de agua, debido a la posibilidad de que se produzcan descargas accidentales.

## 7.1 Necesidades en materia de datos básicos

### 7.1.1 Oceanografía física

Se necesita contar con información acerca de ciertas condiciones oceanográficas, que comprendan los regímenes de corrientes, las temperaturas y la turbidez sobre el fondo marino, a fin de poder calcular la posible influencia del penacho causado por la explotación minera. A la profundidad en que se realice la descarga es necesario medir las corrientes y la materia en suspensión como partículas, lo cual constituye la información básica para poder predecir el comportamiento del penacho de la descarga. También en los estratos superiores se necesitan estudios de esta índole para poder determinar las condiciones ambientales básicas.

#### 7.1.1.1 Régimen físico del agua de fondo

En vista de que las corrientes cercanas al fondo marino sufren la influencia de la topografía y de la actividad hidrodinámica regional que se produce en la columna superior del agua y sobre la superficie del mar, es necesario tener en cuenta estos factores cuando se diseña un programa de medición de las corrientes. El número de fondeos debe ser el apropiado para poder determinar en forma adecuada las características de la zona del estudio. Se requiere un mínimo de cuatro fondeos, con por lo menos uno que llegue hasta las profundidades picnoclinas, a las que en adelante nos referiremos como fondeos largos, puesto que se necesitan las mediciones de las corrientes y de las temperaturas de los estratos superiores por diversas razones. Se recomiendan escalas de separación del orden de los 50 a 100 kilómetros.

El número de medidores de corrientes en un sitio de fondeo dependerá de las escalas topográficas características de la zona que se estudie (la diferencia de alturas desde el fondo). El medidor más bajo deberá ubicarse a la mayor proximidad posible del fondo marino; normalmente a la distancia de 1 a 3 metros. La ubicación del medidor de corriente más alta deberá superar el elemento más elevado de la topografía por un factor de 1,2 a 2. Con ello, habitualmente los

medidores de corriente se ubicarán a 5, 15, 50 y 200 metros por encima del fondo marino.

Deberá conectarse un transmisómetro a todos los fondeos a fin de registrar la concentración de las partículas para estudios sobre la distribución de la materia suspendida en partículas.

#### 7.1.1.2 Régimen de las corrientes en los estratos superiores y descargas en profundidad

Es necesario determinar el régimen de las corrientes a la profundidad en que se realice la descarga. Se necesitan por lo menos cuatro medidores de corrientes en los fondeos largos, con un medidor en la profundidad picnoclina y uno por debajo del nivel de la emisión o descarga.

La estructura oceanográfica de superficie se determina mediante sondas de medida de la conductividad, la temperatura y la profundidad (CTP) durante diversos cruceros. Es necesario 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 determinar la estratificación de la totalidad de la columna hídrica. Las estructuras de las corrientes y los campos de temperatura pueden derivarse de los datos de fondeos largos y complementarse mediante trozadores Doppler acústicos de perfiles de corrientes (ADCP) y otros métodos para la medición de las corrientes.

Se recomienda utilizar el análisis de datos obtenidos por satélite para entender la actividad sinóptica y en escala de la superficie en la zona y para elementos a mayor escala.

#### 7.1.2 Oceanografía química

##### 7.1.2.2 Química del agua de los fondos marinos

El agua que se encuentra sobre los nódulos deberá analizarse químicamente para evaluar los procesos del intercambio químico entre el sedimento y la columna hídrica. Se deberán medir la concentración del oxígeno disuelto y de ciertos nutrientes, entre ellos los nitratos, nitritos, fosfatos y silicatos, y el carbono orgánico total.

##### 7.1.2.2 Química de la columna hídrica

El análisis químico de la columna hídrica es esencial para determinar las condiciones anteriores a cualquier descarga en el agua. Resulta necesario contar con los perfiles verticales de carbono orgánico total, los nutrientes, entre ellos fosfatos, nitratos, nitritos y silicatos, y la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto. También es necesario tomar en cuenta la variación temporal en el programa de mediciones sobre el terreno.

No es necesario determinar la presencia de metales vestigiales si su variabilidad estacional o anual ha demostrado ser insignificante.

Es sumamente recomendable aplicar estrategias de muestreo diseñadas para representar secciones a través de las estructuras físicas oceanográficas.

### 7.1.3 Propiedades del sedimento

La determinación de las propiedades básicas del sedimento, incluso mediante ciertas mediciones de la mecánica del suelo, es necesario para caracterizar adecuadamente los depósitos sedimentarios superficiales y la posible fuente de un penacho en aguas profundas. El muestreo del sedimento deberá hacerse por lo menos mediante cuatro estaciones y las mediciones contemplarán el contenido hídrico, la gravedad específica, la densidad volumétrica, la resistencia al cizomamiento, el tamaño de los gránulos y la profundidad a la cual el sedimento cambia del estado óxico al subóxico.

Además, deberán medirse el carbono orgánico e inorgánico en el sedimento, y los nutrientes (fosfatos, nitratos y silicatos), carbonatos (alcalinidad) y el sistema redox en el agua de los intersticios por lo menos a unos 20 centímetros de profundidad o más abajo del estrato subóxico (utilizando el valor más profundo) del sedimento.

La geoquímica del agua intersticial y de los sedimentos deberá determinarse a una profundidad de por lo menos 20 centímetros o por debajo del estrato subóxico, según cuál de los dos resulte más profundo.

#### 7.1.3.1 Índices de bioturbación

La bioturbación, vale decir la mezcla de sedimentos causada por organismos, debe medirse para analizar el grado de mezcla de los sedimentos superficiales antes del trastorno causado por una actividad minera. Pueden evaluarse los índices con perfiles de actividad excesiva de Pb-210, de por lo menos cinco tubos de sondas múltiples para toma de núcleos por sector, con cada tubo proveniente de sondajes separados, ubicados al azar. La actividad excesiva de Pb-210 deberá evaluarse por lo menos a cinco niveles por núcleo (a las profundidades sugeridas de 0-1, 2-3, 4-5, 6-7, 9-10 y 14-15 centímetros). Los índices y la profundidad de la bioturbación deberán evaluarse mediante modelos de difusión o advección estándar directa.

#### 7.1.3.2 Sedimentación

En vista de que la corriente de materiales de la columna hídrica superior hacia el mar profundo es ecológicamente importante para el ciclo trófico de los organismos que habitan el fondo marino, resulta esencial realizar una determinación adecuada del flujo de materiales en el agua de las profundidades intermedias y las corrientes que circulan hacia el fondo marino.

Se ha recomendado que se realicen fondeos duplicados con dos trampas de sedimento en una línea de boyas, con una trampa ubicada a 2.000 metros por debajo de la superficie para analizar el flujo en partículas de la zona eufótica, y una trampa ubicada aproximadamente a 500 metros por encima del fondo marino para analizar la corriente de materiales que llega al fondo. La trampa del fondo debe ubicarse a suficiente altura por encima del fondo como para que no reciba la influencia de la resuspensión de los sedimentos. Las trampas de sedimento deberán permanecer instaladas durante un período de por lo menos

12 meses y con toma de muestras cada mes a fin de determinar las fluctuaciones entre las estaciones. Las trampas pueden compartir el mismo fondeo con los medidores de corrientes que se describen en la sección 7.1.1 supra.

#### 7.1.4 Comunidad del fondo marino

La exploración minera en el fondo marino tendrá las mayores repercusiones para la comunidad biológica que habita el fondo. El programa sobre el terreno deberá incluir un diseño apropiado para el muestreo, con un mínimo de cuatro estaciones. Los factores ambientales esenciales, tales como el grado de cobertura del fondo marino con los nódulos, el relieve topográfico y la profundidad deberán incorporarse al diseño del muestreo. Dentro de cada estación se recomienda un muestreo al azar. Para evaluar la variación temporal por lo menos una estación deberá supervisarse anualmente durante tres años.

##### 7.1.4.1 Megafauna

Los datos sobre la abundancia de la megafauna, su biomasa, la estructura de las especies y su diversidad, deberán basarse en por lo menos cinco secciones fotográficas, de 1 kilómetro de longitud, con una cobertura fotográfica en cada una de aproximadamente 2 metros de ancho en cada sitio del estudio. Las fotografías tendrán que tener poder de resolución para organismos de más de 2 centímetros, como dimensión más pequeña. Las secciones deberán estar orientadas al azar. Las secciones fotográficas también se podrán utilizar para evaluar la abundancia de nódulos, su tamaño, distribución y la estructura del sedimento superficial.

A fin de examinar extensos sectores del fondo marino, deberán realizarse estudios de megafauna dentro de cuadros que integran un diseño cuadrado al azar de la zona reclamada. Debería utilizarse un sistema fotográfico arrastrado en profundidad, con un sonar de barrido lateral transportado a unos 3 metros por encima del fondo marino para así obtener una idea general de la ecología de la región. Los registros de megafauna, los vestigios de organismos y de la estructura del sedimento superficial sobre una extensa zona posibilitarán la selección de sectores de referencia y de estudio.

##### 7.1.4.2 Macrofauna

Los datos de la macrofauna (de más de 250 micrones), su abundancia, la estructura de las distintas especies, su biomasa, diversidad y distribución en profundidad (a las profundidades sugeridas de 0-1, 1-5, 5-10 centímetros) se basarán en más de 10 núcleos tomados de cajas de 0,25 metros cuadrados por zona de estudio. La macrofauna deberá ser procesada cuidadosamente en coladores anidados de 500 y 250 micrones. Los núcleos se deberán distribuir al azar.

##### 7.1.4.3 Meiofauna

Los datos sobre la meiofauna (menor de 250 y mayor de 32 micrones), su abundancia y biomasa, la estructura de las distintas especies y la distribución en profundidad (profundidades sugeridas 0-0,5, 0,5-1,0, 1-2, 2-3 cm) se basan en más de 10 tubos de núcleos múltiples por zona de estudio, en que cada tubo proviene de un sondaje separado. Se deberá procesar la meiofauna sobre

coladores anidados de 1.000, 500, 250 y 32 micrones. Los núcleos se deberán distribuir al azar.

#### 7.1.4.4 Biomasa microbiana

La biomasa microbiana deberá determinarse utilizando el ensayo estándar de trifosfato de adenosina (TFA o ATP), u otros métodos corrientes a intervalos de 0 a 1 centímetros en 10 tubos de núcleos múltiples distribuidos al azar en la zona del estudio. Cada tubo provendrá de un sondaje separado por zona de estudio. Los intervalos sugeridos para el muestreo son de 0-0,5, 0,5-1,0, 1,0-2,0, 2,0-3,0, 3,0-4,0 y 4,0-5,0 centímetros.

#### 7.1.4.5 Fauna de los nódulos

Se analizará la abundancia de fauna en los nódulos y su estructura por especies mediante 10 nódulos seleccionados al azar provenientes de 10 núcleos de caja por zona de estudio (se trata de los mismos núcleos de caja que se analizan para la macrofauna). De éstos se deberán recoger muestras que se someterán a un análisis.

#### 7.1.4.6 Depuradores bentónicos

Deberá instalarse una cámara fotográfica de exposición por intervalos en la zona del estudio durante por lo menos un año para examinar la dinámica física del sedimento superficial y documentar el nivel de actividad de la megafauna de superficie y la frecuencia de las resuspensiones. Se podrán usar cámaras con cebos para identificar la forma depuradora del fondo marino.

#### 7.1.4.7 Metales vestigiales en los organismos bentopelágicos y batipelágicos

Se deberán analizar las especies bentónicas, bentopelágicas, mesopelágicas y batipelágicas predominantes en cuanto a la presencia de metales vestigiales.

### 7.1.5 Comunidad pelágica

#### 7.1.5.1 Aguas profundas

Es necesario determinar la estructura de la comunidad pelágica de zooplankton y peces de aguas profundas alrededor del penacho profundo y en el estrato béntico limítrofe.

Se recomienda realizar un estudio ictiológico en los 1.500 metros superiores, que esté basado en un muestreo estratificado en profundidad en por lo menos tres estratos de profundidad distintos. Se tomarán réplicas de datos en forma diaria y se examinará la variabilidad a través del tiempo.

#### 7.1.5.2 Aguas superficiales

Se caracterizará la población de plancton en los primeros 200 metros de la columna de agua. Se medirán la composición, biomasa y producción del fitoplancton, la composición y biomasa del zooplancton, y la biomasa y productividad del plancton bacteriano.

Se estudiarán las variaciones temporales de la comunidad de plancton en las aguas superficiales superiores.

Se podrá recurrir a la teleobservación para complementar los programas sobre el terreno. Es esencial calibrar y validar los resultados de la teleobservación.

#### 7.1.5.3 Mamíferos marinos

Es necesario realizar observaciones de los mamíferos marinos. En el estudio de base se deberán registrar los avistamientos de mamíferos marinos. Se recomienda registrar las especies de mamíferos marinos y su comportamiento en transectos entre estaciones. Se deberá evaluar la variabilidad temporal.

### 7.2 Extracción experimental de minerales

Además de la información indicada en la sección 7.1, el contratista proporcionará a la Autoridad un plan de las actividades extracción experimental de minerales (véase la sección 5.2). Dicho plan comprenderá una descripción hecha con antelación de los ensayos técnicos y los procedimientos de observación que se propone realizar durante la vigencia del contrato de exploración. La Autoridad reconoce que los detalles de los ensayos serán probablemente particulares a cada contratista. Por consiguiente, el contratista deberá proponer los detalles, con posibles medidas de mitigación, estudios de base adicionales, etc., que la Comisión Jurídica y Técnica estudiará caso por caso y que se acordarán en consultas mutuas a medida que se vayan realizando las actividades. En el plan de extracción experimental de minerales se deberán incluir dos categorías de parámetros. La primera categoría comprende los parámetros que pueden estudiarse con las técnicas actuales. La segunda categoría comprende parámetros que es difícil medir u observar con la tecnología actual. Los parámetros enumerados en las secciones 7.2.3.1 a 7.2.3.5 deben incluirse en el plan de extracción experimental y en los datos que presente el contratista a la Autoridad dentro de los dos años del inicio de la explotación experimental.

#### 7.2.1 Características del sistema de extracción de minerales

Las características del sistema que se han de ensayar se relacionan con el contacto entre los nódulos y el colector, las descargas bentónicas o las descargas en la superficie. La Autoridad se interesa por estas características del sistema de extracción por dos motivos:

a) Para evaluar en qué medida el sistema propuesto se ajusta a los supuestos actuales del análisis de los efectos en el medio ambiente de las tecnologías de primera generación ya incluidas en las actividades actuales de evaluación de los efectos ambientales; y

b) Proporcionar información que pueda utilizarse en la elaboración de modelos para predecir los efectos ambientales.

Los parámetros de interés son los siguientes:

a) Técnica de recolección de nódulos (por ejemplo, draga de cangilones, rastrillos, chorros de agua);

b) Profundidad de la penetración en el fondo marino;

c) Mecanismo de desplazamiento (esquí, ruedas, placa de apoyo) que entra en contacto con el fondo marino;

d) Métodos de separación de los sedimentos en el fondo marino, incluido el lavado de nódulos (con la altura de la descarga respecto del fondo marino y los caudales de descarga);

e) Plan para la trituración de los nódulos;

f) Método(s) de transporte de los nódulos a la superficie;

g) Sistema de separación de nódulos y finos a bordo del buque minero y descarga del agua sobrante;

h) Planes para la retención de finas provenientes de la abrasión de los nódulos;

i) Porcentaje medio estimado de recuperación de nódulos;

j) Tasa de extracción de nódulos del fondo marino;

k) Producción estimada de nódulos, incluida la cantidad de toneladas por hora.

#### 7.2.2 Extracción experimental de minerales

El contratista deberá presentar los datos siguientes por lo menos dos años antes del inicio de la extracción experimental:

a) Ubicación y límites del lugar de las actividades experimentales;

b) Planes de las actividades experimentales (por ejemplo, trayectoria de extracción y velocidad del colector);

c) Corredores de transporte en la Zona;

d) Características estimadas de las descargas superficiales y bentónicas, incluida la geometría en el punto de descarga, el gasto o caudal y las variaciones temporales, la composición y densidad, la temperatura de descarga y la distribución de los tamaños de las partículas en suspensión.

#### 7.2.3 Observación del medio ambiente durante la extracción experimental

La observación del medio ambiente durante la extracción experimental tiene por objeto determinar si los efectos observados guardan relación con las predicciones de evaluaciones ambientales existentes y asegurar la detección de

todo daño grave imprevisto. Lo que es más importante, los resultados de las observaciones serán la base principal de las evaluaciones de los efectos ambientales de las actividades de extracción.

Antes, durante y después de la extracción experimental se deberán obtener los parámetros de base indicados en la sección 7.1. Para obtener datos estadísticamente justificables, se deberá determinar el período de observación con arreglo a sólidos principios científicos. Además, mientras duren las actividades experimentales de extracción se deberán medir los parámetros mencionados en las secciones 7.2.3.1 a 7.2.3.5. En cuanto a los parámetros mencionados en las secciones 7.2.3.6 a 7.2.3.7 su medición mientras duren las actividades experimentales de extracción, se recomienda vivamente.

#### 7.2.3.1 Efectos en el bentos y sucesión de las especies de fauna

La información que se obtenga a partir de muestras, fotografías y vídeos y por otros medios ayudará a determinar los efectos de las actividades en el bentos, a resolver interrogantes sobre el significado de dichos efectos y a elaborar las estrategias de mitigación apropiadas para las operaciones de extracción comerciales. La información sobre la sucesión de las especies de fauna después de las actividades de extracción ayudará a determinar las posibilidades de recuperación de la población bentónica de los efectos de las actividades. Los datos deberán incluir muestras procedentes del área inmediata de las actividades experimentales antes y después de su realización, a determinadas distancias del área de extracción, para determinar los efectos del penacho bentónico, y a determinados intervalos de tiempo después de las actividades de extracción.

#### 7.2.3.2 Consecuencias para el plancton y efectos de los oligometales.

Podrá ser necesario recurrir a una combinación de observaciones y de experimentos a bordo de los buques y en laboratorio para resolver por completo las cuestiones de las consecuencias para el fitoplancton y el zooplancton y los efectos de los oligometales, antes de que se lleve a cabo la extracción experimental.

#### 7.2.3.3 Observaciones de la biota de las aguas superiores

Se podrá reunir información sobre otros efectos del penacho en la biota de las aguas intermedias mediante observaciones de efectos poco frecuentes como la mortandad de peces a consecuencia de embolismos gaseosos en la zona de la descarga de minerales, y concentraciones extraordinariamente grandes de peces, mamíferos marinos y aves.

#### 7.2.3.4 Espesor de la resedimentación

La información sobre el espesor de los depósitos de sedimentos causados por las actividades de extracción ayudará a determinar las modalidades óptimas de extracción que permitirán minimizar los efectos adversos de la dispersión y establecer una relación cuantitativa entre el espesor de la resedimentación y la sucesión de las especies de fauna.

#### 7.2.3.5 Distribución vertical de luz

La distribución vertical de luz afecta directamente la productividad primaria en la zona eufótica. Los perfiles verticales de intensidad de la luz mostrarán los efectos de la descarga de partículas en la atenuación de la luz y las bandas espectrales (radiación activa en la fotosíntesis: 400 a 700 nm y luz azul: 475 nm) a lo largo del tiempo y en función de la profundidad y la distancia del buque minero. Esos valores se usarán para detectar cualquier acumulación de partículas en suspensión en la picnoclina.

#### 7.2.3.6 Dispersión de partículas en las aguas intermedias

Los datos sobre la dispersión de la descarga de sólidos producto de la extracción permitirán perfeccionar los modelos actuales de dispersión para poder predecir con exactitud el comportamiento del penacho y ayudar en la extrapolación de la extracción experimental a la extracción comercial.

#### 7.2.3.7 Velocidad de asentamiento in situ

La información sobre las velocidades de asentamiento in situ de las partículas descargadas en las actividades de extracción, tanto en las aguas intermedias como cerca del fondo marino, ayudará a verificar y mejorar la capacidad de los modelos matemáticos de predecir con exactitud la dispersión de los penachos en las aguas intermedias y bentónicas. Esta información está relacionada con la preocupación expresada en la sección 7.2 con respecto al penacho en las aguas intermedias y a la preocupación fundamental respecto de los efectos del penacho bentónico en la biota bentónica.

### 7.3 Reunión y análisis de datos y protocolos de archivo

#### 7.3.1 Acceso a los datos

Los estudios de base, los ensayos técnicos y los estudios de extracción experimental realizado por los contratistas en relación con los parámetros enumerados en las secciones 7.1 y 7.2 constituyen una importante fuente de datos y 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, y campos de salinidad y temperatura puede ser un aporte fundamental para la elaboración de modelos de procesos oceanográficos a escala regional o a nivel de una cuenca. Los modelos se pueden validar y perfeccionar con estos datos reales del mar y complementar parcialmente procedimientos costosos de reunión de datos.

Algunas áreas reclamadas son adyacentes o se encuentran cerca unas de las otras, lo que es un motivo más para facilitar el acceso a los datos y aunar esfuerzos a la hora de elaborar modelos, a fin de poder modelar las actividades en áreas vecinas y rendir cuentas de ellas.

Al llevar a cabo la extracción de minerales puede ser necesario contar con datos en tiempo real sobre las condiciones de la columna de agua, tanto para garantizar la seguridad de las tuberías que llevan los nódulos al buque como para optimizar la profundidad de descarga de las tuberías que transportan los

relaves. En tales casos, un mayor acceso a los datos aumentará la probable exactitud de los modelos y ayudará a:

- a) Determinar las mejores prácticas;
- b) Elaborar un planteamiento común para la preparación de una base de datos aceptable;
- c) Intercambiar opiniones y datos en forma multilateral, con miras a fomentar la cooperación internacional;
- d) Reducir el tiempo, los esfuerzos y los gastos necesarios para prevenir a la comunidad de la existencia de fallas;
- e) Lograr economías gracias a una reducción en el número de mediciones de algunos parámetros.

El seminario recomendó encarecidamente que todos los contratistas aseguraran la libre disponibilidad de los datos ambientales dentro de los dos años de su obtención.

#### 7.3.2 Reunión y análisis de los datos

En las presentes directrices se esbozan los tipos de datos que se habrán de obtener, la frecuencia con que habrá que hacerlo y la metodología que se habrá de utilizar. Las técnicas de obtención y análisis de datos deben seguir las mejores prácticas en la materia, como las que han sido elaboradas por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), que se encuentran disponibles en los Centros Mundiales de Informaciones y en los Centros Nacionales Responsables de Datos Oceanográficos, o las prácticas establecidas o recomendadas por la Autoridad. En el apéndice II figuran manuales y guías escogidos.

#### 7.3.3 Sistema de archivo y recuperación de datos

Se recomienda que los datos, las descripciones de los datos y los inventarios de los datos se depositen en poder de la Autoridad. Los datos más importantes para la protección del medio ambiente, de los tipos enumerados en las secciones 7.1 y 7.2, deberán facilitarse sin restricciones a los interesados en realizar análisis científicos, y el inventario de los datos en poder de cada contratista deberá poder consultarse en la World Wide Web. Se deberán incluir metadatos que indiquen en detalle las técnicas analíticas, los análisis de errores, las descripciones de las fallas, así como de las técnicas y tecnologías que se han de evitar, comentarios sobre la suficiencia de los datos y otros elementos descriptivos pertinentes, además de los datos propiamente dichos.

Semejante sistema de archivo y recuperación de datos podría ayudar a todos los contratistas a buscar elementos indicadores pertinentes para la protección del medio ambiente.

#### 7.3.4 Presentación de informes

Los resultados evaluados e interpretados de las observaciones deberán presentarse a la Autoridad junto con los datos, con arreglo al artículo 28 y al párrafo 4 de la cláusula 5 del anexo 4 del proyecto de código de minería.

### 8. Investigaciones cooperativas recomendadas

Para resolver ciertas cuestiones acerca de los efectos de la extracción de minerales en el medio ambiente es necesario realizar determinados experimentos, observaciones y mediciones. Sin embargo, no es preciso que todos los contratistas realicen esos estudios. Las reacciones de los ecosistemas afectados serán probablemente similares. La repetición de ciertos experimentos o estudios no acrecentaría necesariamente el acervo de conocimientos científicos ni ayudaría a comprender mejor los efectos de las actividades y usaría innecesariamente recursos financieros, humanos y tecnológicos. Puesto que todos los contratistas tendrán acceso a los resultados de los experimentos, sería injusto obligar a un solo contratista asumir la carga que representan esos esfuerzos. Por consiguiente, se exhorta encarecidamente a los contratistas a que estudien y encuentren la manera de aunar algunas de sus actividades en el marco de estudios oceanográficos internacionales conjuntos.

#### 8.1 Experimentos in situ sobre los efectos de las actividades

Aún no se entiende totalmente la sensibilidad de la fauna al enterramiento por cuanto los experimentos realizados en el pasado han podido determinar adecuadamente la relación entre el espesor de los sedimentos y la sucesión de las especies de fauna. Para realizar una evaluación ambiental adecuada es indispensable conocer la tasa de resedimentación de los penachos producidos por la extracción de minerales en diversos puntos de la zona afectada y sus alrededores y cuantificar la reacción de la fauna a las diversas intensidades de resedimentación. En el futuro, el espesor de los sedimentos se podrá predecir mediante modelos de transporte de los penachos y de precipitación de las partículas.

Los experimentos sobre la respuesta a la aplicación de dosis de sedimentos en el océano profundo son un método adecuado para obtener las respuestas deseadas. Se cubrirán áreas pequeñas con capas de sedimentos de espesores diversos, y la respuesta de los organismos enterrados se registrará mediante la toma de muestras y la medición de su actividad.

Se deberá limitar el número de experimentos de este tipo. Por consiguiente, los contratistas deberán tratar de cooperar con científicos experimentados y preparar y llevar a cabo experimentos conjuntos bajo su orientación.

#### 8.2 Ensayos de explotación minera

Los ensayos de explotación minera deben ser realizados por todos los contratistas, a menos que utilicen equipos de extracción minera que ya hayan ensayado otros contratistas. En un ensayo de explotación minera, se montarán todos los componentes del sistema de extracción minera ensayados anteriormente

en diversos ensayos técnicos y se ejecutará todo el proceso de extracción, elevación de los nódulos a la superficie del océano y descarga de los relaves. Esta será la primera ocasión en que se harán presentes todos los efectos. Puesto que este ensayo de explotación minera será un ensayo de resistencia para todo el aparato técnico, se supone que el ensayo de explotación minera tendrá una duración de hasta varios meses y podrá efectuarse con un sistema en escala un tanto reducida. Para las evaluaciones de los efectos ambientales es sobremanera importante en el desarrollo de la explotación minera que esta etapa de ensayo se vigile e investigue minuciosamente. Sin embargo, no es necesario que todos los contratistas repitan la evaluación de los efectos ambientales. Después de evaluar en profundidad el primer ensayo de explotación minera, será posible predecir los efectos para otros sistemas de explotación minera y en ensayos posteriores los estudios ambientales podrán limitarse a cuestiones insolutas, a condiciones ambientales locales peculiares o a variación de los efectos debido a técnicas diferentes. Parece razonable suponer que un primer ensayo de explotación minera ampliará considerablemente nuestros conocimientos y que todos los contratistas sacarán provecho de esta experiencia. Los ensayos de explotación minera subsiguientes podrán llevarse a cabo con mucho menos esfuerzo.

Por esta razón, se prevé que los contratistas aunarán sus esfuerzos en el primer ensayo de explotación minera y los subsiguientes para mejorar los conocimientos en la mayor medida de lo posible con un mínimo de esfuerzo por parte de cada contratista.

### 8.3 Tratamiento de los relaves de fábricas

En las fábricas de tratamiento en tierra, entre el 75% y el 97% del material que entra al proceso metalúrgico queda por descargar como relaves tratados. Deben presentarse evaluaciones de los efectos ambientales para los diversos tipos de relaves que proceden de menas de diversa composición y diversos métodos de tratamiento. Para relaves de tratamiento equivalente, quizás no sean necesarios nuevos estudios ambientales y los contratistas deberían considerar la posibilidad de cooperar entre sí para que los esfuerzos surtan máximo efecto.

## 9. Necesidades futuras para la vigilancia del medio ambiente

La vigilancia, la reunión de datos de referencia y las investigaciones permanentes pueden contribuir a obtener información sobre las necesidades futuras para mitigar los posibles daños al medio ambiente. Si se determinan dichas necesidades, se podrán modificar las condiciones y las restricciones en la forma que proceda.

A medida que se desarrollen los programas de vigilancia del medio ambiente de los posibles contratistas, se considera una posibilidad uniformar la metodología y la forma de comunicar los resultados. La Autoridad debería fomentar la unificación y normalización de los métodos y las tecnologías de investigación y desarrollo. A este respecto, se observó que dicha normalización debería incluir los instrumentos y los equipos, el control de la calidad en general, la reunión, el tratamiento y la preservación de muestras, los métodos de determinación y el control de la calidad a bordo de los buques, los métodos

analíticos y el control de la calidad en laboratorios y el tratamiento y la comunicación de los datos. La normalización de los datos permitiría comparar resultados entre diversas provincias de nódulos y daría lugar a la selección de parámetros críticos para las actividades de vigilancia.

A los efectos de vigilar los niveles de referencia ambientales, sólo deberían seleccionarse los parámetros que se vean afectados por la variabilidad natural, perturbaciones no naturales o contaminación. A medida que se desarrolle la tecnología de explotación minera de los fondos marinos, se necesitarán estudios de la dinámica de los sedimentos para comprender cómo se transportan las partículas en la capa superior del sedimento. En estos estudios habría que tratar los cambios geoquímicos en la sorción de metales.

#### Notas

<sup>1</sup> ISBA/4/C/4/Rev.1 (29 de abril de 1998).

<sup>2</sup> Convención, artículo 165, párrafo 2, inciso e).

<sup>3</sup> ISBA/4/C/4/Rev.1. Estas definiciones tendrán que actualizarse a la luz de cualquier revisión que introduzca el Consejo de la Autoridad en el Código de Minería.

<sup>4</sup> ISBA/4/C/4/Rev.1, artículo 28, párrafo 3.

<sup>5</sup> ISBA/4/C/4/Rev.1, anexo 4, cláusula 13.

<sup>6</sup> ISBA/4/C/4/Rev.1, artículo 15.

<sup>7</sup> El contratista, si solicita derechos de explotación, propondrá las zonas que deberán reservarse y utilizarse exclusivamente como zonas de referencia del impacto y zonas de referencia de la preservación. Las zonas de referencia del impacto serán las zonas que han de utilizarse para evaluar los efectos de las actividades de cada contratista en la Zona sobre el medio marino y que son representativas de las características ambientales de la Zona. Las zonas de referencia de la preservación serán aquéllas en que no tendrán lugar operaciones de minería para asegurar que la biota del fondo marino sea representativa y estable a fin de evaluar los cambios que se produzcan en la flora y la fauna del medio marino (ISBA/4/C/4/Rev.1, anexo 4, párrafo 6 de la cláusula 5).

Apéndice I

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

batipelágico	Relativo a ambientes en la alta mar a profundidades mayores de 3.000 m, más profundas que la zona mesopelágica.
béntico	Relativo al fondo del océano.
bentopelágico	Relativo a la zona muy próxima al fondo marino y que, en cierta medida, tiene contacto con éste.
bentos	Las formas de organismos marinos que viven en el fondo del océano o en el subsuelo.
bioturbación	La actividad de los organismos bénticos de movimiento de partículas de sedimento en sentido vertical y horizontal.
capa béntica límite	Se refiere a la capa de agua inmediatamente sobre la interfaz entre el agua del fondo oceánico y el sedimento.
CTP	Relativo a un sistema para medir la conductividad (indicadora de la salinidad) la temperatura y la profundidad (definida a partir de mediciones de la presión). Los dos primeros parámetros son indispensables en las observaciones oceanográficas y el perfil de profundidad se necesita para delinear la estructura vertical del océano. Se pueden medir otros parámetros, como el pH y la concentración de oxígeno disuelto, si se instalan sensores optativos.
diel	Relativo a un período de 24 horas que por lo general incluye un día y la noche contigua.
embolismo	Efecto que se produce al ser transportados peces de los fondos abisales a la superficie. La sangre y los tejidos de los peces contienen gases disueltos. Si se transportan peces de las profundidades a la superficie, la disminución de presión permite que el gas disuelto se dilate en forma de burbujas (embolismos), lo que causa desfiguración y que los organismos internos sobresalgan a través de la boca y otros orificios.
endofauna	Organismos que viven dentro del sedimento.
epifauna	Animales que viven en el fondo, ya sea adheridos al suelo marino o que se mueven libremente en éste.
epipelágico	Relativo a la región superior de las profundidades oceánicas, sobre la zona mesopelágica y generalmente debajo de la zona de oxígeno mínimo.

escalas espaciales	Escalas características de las dimensiones en el espacio, como las relativas a los fenómenos oceánicos; por ejemplo, el diámetro de un remolino o la longitud de una ola. También se refiere a la disposición geográfica de estaciones de muestreo.
escalas sinópticas	Escalas de variabilidad hidrodinámica de fenómenos que abarcan escalas temporales que varían desde una a dos semanas hasta uno a dos meses y escalas espaciales desde un 1 km hasta varios cientos de kilómetros. Un fenómeno típico son los remolinos sinópticos de entre 100 km y 200 km de diámetro que atraviesan la zona nordeste del Pacífico tropical de este a oeste y a menudo penetran en los fondos marinos.
fitoplancton	Plantas microscópicas que son productores primarios en el océano.
fotosíntesis	La síntesis biológica de material orgánico que utiliza luz como fuente de energía. Las plantas convierten el anhídrido carbónico y el agua, en presencia de clorofila y energía luminosa, en carbohidratos alimenticios y oxígeno.
haloclina	Una capa de agua en que se registra un marcado gradiente de salinidad.
hidrodinámico	Relativo a cualquier fenómeno que guarda relación con el movimiento del agua de mar.
macrofauna	Animales suficientemente grandes para ser observados a simple vista, hasta de 2 cm de largo.
megafauna	Animales mayores de 2 cm.
meiofauna	Animales de la comunidad béntica con tamaño intermedio entre la microfauna y la macrofauna. Se definen operacionalmente como > 32 µm y < 250 µm.
mesopelágico	Relativo a la parte de la provincia oceánica que se halla bajo la zona epipelágica y sobre la batipelágica, que corresponde generalmente al océano débilmente iluminado o "zona crepuscular".
microfauna	Organismos invisibles a simple vista, menores que la meiofauna. Se definen operacionalmente como < 32 µm.
necton	Peces, calamares, crustáceos y mamíferos marinos que nadan activamente en la alta mar.
nematodos	Una clase de gusanos que constituye un componente dominante de la meiofauna.
pelágico	Relativo al medio ambiente de la alta mar.

penacho béntico/penacho superficial	Un penacho es una masa de agua de mar dispersa que contiene partículas de sedimento denso. Un penacho béntico se extiende en la zona más próxima al fondo marino, mientras que un penacho superficial se extiende en la zona más próxima a la superficie del océano.
penacho superficial	Véase "penacho béntico".
pH	Una medida de acidez o alcalinidad.
picnoclina	Una capa de agua en que se registra un marcado gradiente de la densidad con la profundidad. La densidad del agua de mar es función de la temperatura, la salinidad y, en menor medida, la presión.
plancton	Organismos que se mueven pasivamente a la deriva o nadan apenas.
sistema redox	Una de las reacciones químicas fundamentales es la oxidación (donación de un electrón) y la reducción (aceptación de un electrón). La tendencia química (fuerza ambiental) a la oxidación puede expresarse mediante el potencial redox (mV), que puede determinarse mediante un medidor de Eh/pH. Existe una marcada correlación entre el Eh y la concentración de oxígeno disuelto en el sedimento.
termoclina	Una capa de agua en que se registra una rápida variación de la temperatura con la profundidad.
TFA	Trifosfato de adenosina, un compuesto orgánico complejo que se utiliza para el almacenamiento y la conversión de energía por períodos cortos en todos los organismos. La cantidad de TFA puede utilizarse como medida del total de la biomasa microbiana en el sedimento, ya que corresponde al número de células activas, la mayoría de las cuales son bacterias.
transmisómetro	Dispositivo utilizado para medir la atenuación de la luz a través de una determinada trayectoria, como de agua. Puede establecerse una correlación de los datos con la cantidad de partículas presentes.
zona de oxígeno mínimo	Una capa de agua presente en todos los océanos a profundidades de entre 400 m y 1.000 m, producida por la sumersión y la degradación bacteriana de materia orgánica producida en la superficie del océano. La escasez de oxígeno puede hacer que los metales en forma de partículas se disuelvan.

zona eufótica

La sección superior del océano que recibe suficiente luz para la fotosíntesis. En aguas oceánicas claras, la zona eufótica puede extenderse a una máxima profundidad de agua de 150 m.

zooplancton/plancton  
animal

A diferencia del fitoplancton, estos organismos no pueden producir materia orgánica por sí solos y, por consiguiente, se alimentan de otros organismos.

## Apéndice II

### MANUALES Y GUÍAS DE LA COMISIÓN OCEANOGRÁFICA INTERGUBERNAMENTAL

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) ha publicado en una serie de manuales y guías métodos y protocolos para la reunión de datos que abarcan determinados parámetros oceanográficos necesarios para la evaluación de los efectos ambientales. Los cuatro manuales y guías de interés son:

#### Guide to Oceanographic and Marine Meteorological Instruments and Observing Practices<sup>1</sup>

La Guide proporciona información sobre instrumentos oceanográficos de uso frecuente, normalización de los instrumentos y precisión de las mediciones, unidades y constantes y codificación y comunicación de datos. También se proporcionan las prácticas de observación aceptadas para diversos parámetros (temperatura de la superficie del mar, salinidad, estratificación en temperatura y profundidad, vientos, olas y marejadas, corrientes, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, temperatura y humedad, precipitación, visibilidad y transparencia y color del agua).

#### Chemical Methods for Use in Marine Environmental Monitoring<sup>2</sup>

En el manual figuran descripciones de métodos químicos para el análisis de parámetros de interés general en programas de oceanografía química y de vigilancia del medio marino. Contiene información sobre la determinación potenciométrica del pH, determinación de oxígeno disuelto y saturación con oxígeno, ácido sulfhídrico, fosfato inorgánico disuelto, fósforo total, silicatos reactivos, nitritos y nitratos, la determinación directa del amoníaco con el método del azul de indofenol y la oxidación simultánea de compuestos que contienen fósforo y nitrógeno en agua.

#### Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) Core Measurements<sup>3</sup>

El manual JGOFS Core Measurements contiene información sobre procedimientos de muestreo a bordo de buques, mediciones de CTP y conexas y evaluación de la calidad e intercalibración. También incluye la determinación de la salinidad; oxígeno disuelto (procedimiento de Winkler); carbono inorgánico total (procedimiento coulombométrico); nitritos y nitratos, ortofosfatos y silicato reactivo; nitratos, nitritos, fósforo y silicato reactivo en agua de mar; clorofilas y carotenoides algales (cromatografía líquida de alto rendimiento); clorofila a (fluorimetría); carbono y nitrógeno orgánicos en partículas; carbono orgánico disuelto; bacterioplancton y producción bacteriana; biomasa del microzooplancton y métodos de captación de sedimentos.

#### Oceanographic Survey Techniques and Living Resources Assessment Methods<sup>4</sup>

Esta publicación facilita información sobre diversos sistemas de navegación y procesos marinos (mareas, olas y circulación) y sobre estudios de procesos ribereños (causas y vigilancia de la erosión de las playas, toma de perfiles de las playas y observaciones del medio litoral). También se tratan descripciones de técnicas oceanográficas (batimetría, medición de la marea, olas superficiales, corrientes, deriva, temperatura, salinidad, velocidad del sonido,

densidad, materiales suspendidos, sustancias disueltas y dispositivos para toma de muestras de agua) y métodos de evaluación de los recursos vivos, como estudios ecológicos, vigilancia y gestión de la información. Aunque estos protocolos quizás sean ligeramente diferentes de los que se utilicen en estudios ambientales de la explotación minera de los fondos abisales, pueden modificarse para estudios de evaluación de los efectos ambientales relacionados con la explotación minera de los fondos abisales.

Notas

<sup>1</sup> IOC Manual and Guides No. 4, UNESCO (1975).

<sup>2</sup> IOC Manual and Guides No. 12, UNESCO (1983).

<sup>3</sup> IOC Manual and Guides No. 29, UNESCO (1994).

<sup>4</sup> IOC Manual and Guides No. 32, UNESCO (1996).

-----