

DOCUMENTO A/CONF.62/25

**Consecuencias económicas del desarrollo de la minería en los fondos marinos de la zona internacional:
informe del Secretario General**

[Original: inglés]
[22 de mayo de 1974]

INDICE

	<i>Página</i>		<i>Página</i>
PREFACIO	5	4. Actividades gubernamentales	15
Resumen del informe sobre las consecuencias económicas de la extracción de minerales de los fondos marinos	6	5. Propuestas de legislación gubernamental	16
I. ESTUDIO DE LAS ACTIVIDADES MINERAS EN LOS FONDOS MARINOS	9	II. PROBABLES CONSECUENCIAS DE LA EXPLOTACIÓN MINERA DE NÓDULOS	17
1. Búsqueda de yacimientos de nódulos	9	1. Pronósticos sobre la producción futura de metales extraídos de nódulos: los problemas que entraña	17
a) Procedimientos empleados	9	2. El esquema probable del próximo decenio	17
b) Actividades recientes	9	a) Metodología empleada	17
2. Tecnología de la explotación minera de los nódulos ...	11	i) Producción de metales por tonelada de nódulos	17
a) Recogida de nódulos	11	ii) Magnitud de las operaciones	18
b) Elevación de materiales	11	iii) Comienzo de nuevas operaciones con nódulos	19
c) Naves de superficie	12	b) Predicción de la probable extracción de metal a partir de nódulos para 1985	19
3. Elaboración metalúrgica	12		

INDICE (continuación)

	Página		Página
3. Probables repercusiones de la minería nodular	19	3. Cálculo de la proporción en el mercado de níquel de la producción de níquel obtenida de nódulos en 1985	21
a) Níquel	20	4. Estadísticas del cobre: producción minera, consumo de cobre refinado y exportaciones netas de los países en desarrollo y de los países industriales, 1968-1972 (miles de toneladas métricas)	21
b) Cobre	20	5. Cobalto: producción minera mundial	23
c) Manganeso	21	6. Manganeso, níquel, cobre y cobalto: producción probable procedente de nódulos, cálculo de la demanda mundial y de las necesidades netas de importaciones de los países industriales en 1985	24
d) Colbalto	22	7. Presentación resumida de los posibles esquemas de explotaciones controladas de nódulos	28
e) Resumen	23	8. Producción minera hipotética a partir de nódulos, basada en la aplicación plena de las directrices de planificación ..	29
4. Perspectivas a largo plazo de la minería de nódulos ...	23	9. Cálculos de ingresos de dos operaciones posibles, de distinta magnitud, de explotación de nódulos	33
III. LA PROMOCIÓN DEL APROVECHAMIENTO RACIONAL DE LOS RECURSOS NODULARES	25	10. Cálculo de resultados de dos unidades posibles, de distinta magnitud, de explotación de nódulos (millones de dólares de los EE. UU.)	37
1. Identificación de los principales objetivos de políticas	25	11. Cálculo de los resultados operacionales de dos operaciones de extracción de nódulos de distinta magnitud después del pago a la Autoridad de dos participaciones distintas en los ingresos	38
a) Promoción del aprovechamiento de los recursos nodulares	25	12. Cálculo del rendimiento de la proporción invertida (50% de la inversión total) de dos posibles volúmenes de operación en la extracción de nódulos (tasa de interés hipotética de los préstamos = 10%)	39
b) La minimización de los efectos de la extracción de minerales de los nódulos en las exportaciones de minerales de los países en desarrollo	25	13. Superficie de cuadros de un grado por lado (kilómetros cuadrados)	44
c) Medidas para asegurar la participación de los países en desarrollo en la industria de los nódulos de manganeso	25		
d) Obtención de un máximo de ingresos para la Autoridad internacional	25	<i>Lista de figuras</i>	
e) Conservación del medio marino	25	1. Exploración de nódulos frente a las costas	10
f) Conservación de los recursos nodulares	25	2. Componentes de los sistemas de extracción de nódulos ...	11
2. La armonización de intereses conflictivos	26	3. Representación gráfica del funcionamiento probable de tres sistemas propuestos para la extracción de nódulos ...	13
3. Equilibrio entre la explotación de nódulos y sus repercusiones sobre las exportaciones de mineral de los países en desarrollo	26	4. Sistema de cangilones en línea continua con dos buques ..	14
a) Enfoques básicos	26	5. Prototipo de buque minero: <i>Hughes Glomar Explorer</i>	15
b) Planificación a largo plazo: el enfoque preventivo	27	6. Predicciones sobre la fecha de iniciación de la minería de nódulos 1976-1985	18
c) Otro enfoque posible: controles indirectos	30	7. Gastos de capital y de explotación en relación con la producción (gastos basados en una producción plena desde el comienzo de las actividades)	36
d) El enfoque compensatorio	30	8. Resumen de cuestiones y posibilidades relacionadas con la conservación de los recursos de los fondos marinos	42
e) Fluctuación de precios a corto plazo	30	9. Dos casos hipotéticos de subdivisión de la Zona Internacional	43
4. Participación de los países en desarrollo	31	10. Tres posibles criterios para reservar áreas para la explotación futura (las superficies sombreadas serían las reservadas)	45
a) Métodos indirectos: transferencia de conocimientos en materia de recursos y técnicas	31		
b) Métodos directos: empresas comunes	31		
5. Ingresos para el sistema internacional	31		
a) El valor de los nódulos en relación con el valor de los minerales o metales elaborados	32		
b) Las posibles utilidades de la industria de los nódulos: estimaciones preliminares de ingresos y gastos	33		
c) La participación de la Autoridad internacional en los ingresos	35		
i) El componente básico de la participación de la Autoridad en los ingresos	36		
ii) Subasta de los lugares de explotación	39		
6. Preservación del medio marino	40		
7. Conservación de los recursos constituidos por nódulos	41		
<i>Lista de cuadros</i>			
1. Cálculos de producción de metales por millones de toneladas de nódulos de alta ley (toneladas métricas)	17		
2. Producción de metal a partir de nódulos calculada para 1985	19		

Prefacio

Este informe fue preparado atendiendo a lo dispuesto en la resolución 2750 A (XXV) de la Asamblea General, de 17 de diciembre de 1970, como continuación de dos informes sobre las consecuencias económicas de la explotación de minerales en los fondos marinos presentados a la Comisión para la Utilización con Fines Pacíficos de los Fondos Marinos y Océánicos fuera de los Límites de la Jurisdicción Nacional

en 1971³ y 1972⁴. Atiende en particular al párrafo 1 de la mencionada resolución, en el cual se pide al Secretario General que coopere para:

³ "Posibles repercusiones en los mercados mundiales de la extracción de minerales de los fondos marinos en la zona fuera de la jurisdicción nacional, con referencia especial a los problemas de los países en desarrollo: estudio preliminar" (A/AC.138/36).

⁴ "Notas adicionales sobre las posibles consecuencias económicas de la extracción de minerales de la zona internacional de los fondos marinos" (A/AC.138/73).

“a) Determinar los problemas derivados de la extracción de ciertos minerales de la zona situada fuera de los límites de la jurisdicción nacional y examinar la repercusión que tendrán en el bienestar económico de los países en desarrollo y, en particular, en los precios de las exportaciones de minerales en el mercado mundial;

“b) Estudiar estos problemas conforme a la escala de la posible explotación de los fondos marinos, teniendo en cuenta la demanda mundial de materias primas y la evolución de costos y precios;

“c) Proponer soluciones eficaces para estos problemas.”

Siguiendo la práctica anterior, la Secretaría de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) formuló algunas observaciones y sugerencias sobre un primer borrador de este informe. Además, también se tomaron en cuenta las conclusiones⁵ del informe de la UNCTAD sobre el mineral de manganeso (TD/B/483, del 23 de abril de 1974).

La primera sección, “Examen de las actividades de extracción en los fondos marinos”, pone al día un informe anterior⁶ presentado en 1973. En la segunda sección se hace un análisis de la probable repercusión de las actividades extractivas en los fondos marinos sobre los mercados mundiales de metales y sobre los países en desarrollo exportadores de minerales durante el período 1976-1985. La última sección se ocupa de una serie de cuestiones de política, subrayando en especial los objetivos encaminados a minimizar la repercusión de la extracción de nódulos sobre las exportaciones de minerales de los países en desarrollo y a elevar al máximo los ingresos de la autoridad internacional.

El único recurso que se estudia en este informe son los nódulos de manganeso. No se examinaron los hidrocarburos porque en un futuro próximo es muy poca la extracción de las profundidades submarinas que se prevé, y en todo caso la posible repercusión de tal extracción probablemente sea mínima. Tampoco se tomaron en cuenta en este estudio otros minerales como la fosforita, las salmueras y los lodos metalíferos, y los yacimientos en el lecho de roca.

Debe tenerse presente que los materiales y las observaciones que figuran en este informe se basan en la información disponible sobre las futuras condiciones del mercado y la tecnología que se está desarrollando para la explotación de nódulos. Teniendo presente la naturaleza de los pronósticos de mercado a largo plazo⁷ y lo limitado de los conocimientos que se poseen en materia de tecnología de los nódulos fuera de los pocos grupos que se ocupan de los trabajos de investigación y desarrollo, los análisis y las observaciones deben considerarse provisionales y sujetas a revisión periódica. Debe comprenderse claramente que las ideas que se formulan son simples ilustraciones de las consecuencias en materia de política de algunos de los mecanismos posibles que podrían emplearse dentro del régimen internacional.

⁵ Si bien sus proyecciones se basan en supuestos algo distintos, las conclusiones a las que se llega en el informe de la UNCTAD en lo que atañe a la repercusión de la extracción de nódulos sobre los mercados del manganeso son esencialmente similares a las del presente informe.

⁶ “Recursos minerales de los fondos marinos: recientes progresos” (A/AC.138/90).

⁷ Por ejemplo, es posible que las medidas que tomen las organizaciones de los países exportadores de minerales resulten en precios considerablemente distintos de los que se dan por supuestos en el informe para los metales. Algunas de las recomendaciones efectuadas por la Asamblea en el período extraordinario de sesiones que examinó la cuestión de las materias primas también podrían cambiar la perspectiva actual en lo que respecta a los futuros mercados para los minerales.

Resumen del informe sobre las consecuencias económicas de la extracción de minerales de los fondos marinos

En el presente resumen se ofrece una breve reseña del contenido del informe. Sin embargo, dada la complejidad del tema, se ha debido omitir por fuerza gran parte de los análisis y, por consiguiente, de ninguna manera se debe tomar el presente resumen como sucedáneo del texto del informe.

En el futuro previsible los minerales de aguas profundas de explotación más probable serán los nódulos de manganeso. Los nódulos están compuestos de material de óxido de grano fino y están esparcidos sobre el lecho de los océanos de todo el mundo. Su composición varía mucho, al igual que sus propiedades físicas y químicas. En estos momentos hay considerable interés comercial en su explotación para obtener sus metales componentes, que son principalmente el níquel, el cobre, el cobalto y el manganeso.

Solamente se han hecho estudios amplios de alrededor del 3% de los fondos marinos. Sin embargo, las exploraciones intensivas efectuadas en los últimos años han permitido recoger datos sobre la extensión y la ubicación de los yacimientos suficientes para permitir la explotación comercial de los nódulos. Hay yacimientos de posible interés comercial en el Océano Pacífico y en el Océano Índico, pero todavía no se ha ubicado ninguno en el Océano Atlántico.

Diversos grupos comerciales han dado fin a la etapa de explotación o prospección y evalúan en estos momentos posibles ubicaciones de minas. La evaluación de los lugares de extracción tiene por objeto principal estimar las concentraciones medias de los metales que componen los nódulos y la densidad de nódulos por unidad de superficie de la mina. Estos son los parámetros fundamentales que, junto con la topografía de los fondos marinos, afectan la posible rentabilidad de una mina. Hay gran interés por la región del Pacífico central, que contiene extensas concentraciones de nódulos de alto valor. En esa región se han reunido pruebas de que los nódulos de mayores posibilidades están concentrados en un cinturón que se extiende de este a oeste entre los 6° y los 20° de latitud norte y los 110° y los 180° de longitud oeste.

El problema físico de extraer los nódulos de los fondos marinos está resultando difícil. En los yacimientos superficiales habrá que dragar el fondo marino para reunir los nódulos y luego izarlos por medios mecánicos o utilizando una bomba. Una vez en la superficie, los nódulos se cargan en barcasas y se transportan a una planta de elaboración. Cuando se utilizan sistemas de izado hidráulico los nódulos deben estar concentrados en una superficie relativamente pequeña de manera que el sistema de succión pueda funcionar con eficacia; el proceso de recogida es al parecer uno de los obstáculos más graves con que se tropieza en las operaciones de ensayo.

Varios gobiernos han participado y siguen participando en la extracción de nódulos por medio de diversas formas de concesión de subsidios directos e indirectos a las actividades mineras. Estos gobiernos asignan fondos para las investigaciones sobre las operaciones de exploración, ofrecen exenciones tributarias, facilitan instalaciones gubernamentales para las investigaciones sobre los procesos de elaboración y, en algunos casos, están estudiando la posibilidad de participar directamente en operaciones de minería.

Todo parece indicar que la extracción de nódulos resultará ser una operación lucrativa. Si bien los problemas físicos, técnicos y logísticos son tremendos, las posibilidades actuales que ofrece la tecnología permitirán que esta industria prospere. Las posibles repercusiones en los mercados mundiales de la extracción de minerales de los fondos marinos dependerán del grado de rentabilidad comparativa de las fuentes de obtención de metales situadas en el mar y las situadas en tierra. Para que el estudio de esta cuestión sea

riguroso, será preciso establecer una comparación entre los costos relativos de obtención de metales a partir de esas dos fuentes. Pero eso no es practicable por las siguientes razones: a) la mayor parte de la información sobre los costos estimados de las compañías individuales sigue siendo exclusiva y celosamente guardada; b) a medida que la industria alcance su madurez, los costos irán descendiendo de sus niveles originales gracias a las lecciones que se extraigan de la práctica. Además, con el correr del tiempo el progreso técnico en materia de ingeniería, materiales y diseños permitirá reducir los gastos aún más; c) las variaciones en los costos entre los productores de metales de yacimientos situados en tierra son muy grandes y hacen difícil la obtención de un precio uniforme para los productores de tierra en conjunto; e) la rentabilidad de la extracción de nódulos, el volumen de la producción y las repercusiones sobre los precios se verán afectados por la índole y el alcance de cualquier reglamentación de la industria que establezca la Autoridad de los fondos marinos.

Por lo tanto, a fin de evaluar aproximadamente las probables repercusiones de la extracción de nódulos habrá que establecer ciertos supuestos para facilitar el análisis. En el presente informe, los supuestos se basan en la información más reciente de que se dispone, en las tendencias que se pueden apreciar y en los planes declarados de las empresas dedicadas a la extracción de minerales de los fondos marinos.

Dado el grado de preparación de la industria, la producción comercial de metales a partir de los nódulos podría comenzar a fines del presente decenio, si bien la extracción de nódulos podría iniciarse ya en 1976⁸. La decisión de seguir adelante e iniciar la producción dependerá de los siguientes factores: a) que las empresas opinen que su tecnología de extracción y de metalurgia es económicamente viable; b) que desde el punto jurídico estén en terreno firme y cuenten con seguridad en las inversiones y garantía de acceso exclusivo a los lugares por ellas escogidos para la explotación de minerales, y c) que cuenten con los fondos necesarios para financiar sus trabajos. Una vez adoptada la decisión de iniciar el proceso, se supone que las operaciones comerciales podrían iniciarse de tres a cinco años después.

Tal vez los supuestos más críticos sean los relacionados con la tasa esperada de desarrollo de la industria de los nódulos, la pureza media de los nódulos elaborados, los metales componentes que se extraigan y el rendimiento metalúrgico. La producción de metales a partir de nódulos se verá afectada por la manera como las nuevas operaciones se inicien cada año y por el aumento en la capacidad de las operaciones ya en marcha. La economía de la escala aconsejará respecto de la magnitud de las operaciones individuales; la magnitud probable de la capacidad será de 1 a 3 millones de toneladas. Se espera que en 1985 estén en funciones seis grupos y que en ese año el volumen total de nódulos secos elaborados se eleve a 15 millones de toneladas.

Según la mayoría de los expertos, el níquel será el verdadero protagonista de la industria de los nódulos. Se producirán conjuntamente cobre, cobalto y níquel, y como subproducto de las escorias probablemente se produzca manganeso y varios metales presentes en pequeña proporción. Como base de su planificación, las empresas mineras encargadas de la extracción de nódulos aspiran a un contenido sumado de níquel y cobre igual al 3% del peso de los nódulos en seco. Se elaborarán otros metales a partir de los nódulos si los gastos adicionales de su elaboración quedan compensados por los ingresos adicionales obtenidos de esos metales, lo que dependerá a su vez de su precio. Por consiguiente, no pueden establecerse supuestos uniformes y que abarquen a toda la industria en relación con la producción de otros

⁸ En la figura 6 se da el momento supuesto de iniciación de las operaciones sobre nódulos.

metales. Por ejemplo, los planes de la industria varían mucho respecto de la producción de manganeso, no sólo en relación con su volumen sino también en relación con la forma en que se lo obtenga, es decir, mineral de manganeso, ferromanganeso o manganeso metálico.

En el caso del níquel se presume una tasa mínima de crecimiento anual a largo plazo del 6%. En 1972, la proporción correspondiente a los países en desarrollo en la producción mundial de níquel fue de sólo el 13%, si bien ese porcentaje va en rápido aumento. La producción obtenida de los nódulos podría representar hasta el 18% del total de la demanda mundial en 1985. Este volumen de producción haría bajar algo los precios, pero su influencia se vería disminuida por las buenas perspectivas de crecimiento de la producción de níquel y porque los países en desarrollo productores representan sólo una pequeña proporción del mercado total. La producción de níquel a partir de nódulos podría ser causa de que se abandonaran algunos proyectos de alto costo de extracción de laterita que están en consideración en estos momentos, pero no tendría un efecto grave sobre el conjunto de la producción proveniente de yacimientos situados en tierra.

El mercado mundial de cobre es muy grande en comparación con el del níquel; en 1972 el mercado mundial de cobre alcanzó un volumen del orden de 14 veces el del níquel. El precio del cobre aumentó de manera espectacular entre 1970 y 1974, y llegó a un nivel sin precedentes de 1,10 dólares de los EE. UU. por libra a principios de 1974. De los metales contenidos en los nódulos, la producción de cobre es la que tiene un menor nivel en la concentración entre los productores. Se espera que la demanda de cobre registre una tasa de crecimiento anual del 4% al 5% hacia fines del presente siglo. La producción a partir de los nódulos podría abastecer aproximadamente el 1,3% del consumo mundial en 1985 y desplazaría solamente al 5,5% de las necesidades netas de importación de los países desarrollados en ese momento. Se piensa que la producción de cobre a partir de nódulos tendrá repercusiones mínimas en un mercado que es relativamente grande, está en expansión y reviste características algo difusas.

Podría extraerse manganeso de los nódulos en dos formas, como metal puro o en forma de mineral. Más del 90% del manganeso producido se utiliza en forma de ferromanganeso en la producción del acero; por consiguiente, la tasa de crecimiento de su consumo tenderá a corresponder a la de la producción del acero. Por lo demás, el mercado de metal de manganeso es relativamente pequeño. La producción de metal de una operación de 1 millón de toneladas por año en 1985 podría equivaler al doble del volumen de la demanda proyectada. Por lo tanto, la obtención de metal de manganeso a partir de nódulos tendería a hacer bajar los precios. Según la forma y el volumen de la extracción de manganeso proveniente de nódulos, los ingresos de exportación de los países en desarrollo productores podrían disminuir de manera significativa. Sin embargo, con una única excepción, los países en desarrollo no dependen en gran medida de sus exportaciones de manganeso.

El cobalto es un metal relativamente caro con un mercado reducido, y su valor en el intercambio mundial de mercancías es bastante pequeño. En 1985, la producción de cobalto a partir de nódulos podría representar aproximadamente la mitad del volumen de la producción mundial y causar un descenso en los precios hasta llevarlos aproximadamente a dos tercios de los niveles actuales.

Las perspectivas a largo plazo de la industria de los nódulos están estrechamente vinculadas al níquel y el cobre. A largo plazo, si la expansión de la capacidad de la extracción de minerales de los fondos marinos fuera lo suficientemente grande para hacer bajar el precio del níquel hasta que alcan-

zara aproximadamente el precio del cobre, se abrirían importantes perspectivas de sustitución de cobre por níquel. En ese caso, las perspectivas de la industria justificarían una gran expansión de su segunda etapa. Esta consideración es algo conjetural y solamente posible en la medida en que no se establezca ningún tipo de reglamentación.

Si bien hay coincidencia general en que los recursos nodulares deben explotarse racionalmente, las opiniones difieren en cuanto a los objetivos concretos que han de fijarse dentro de esta meta tan amplia. En la Comisión de los fondos marinos se propusieron y analizaron varios objetivos de política, en particular: alentar la explotación de los nódulos de manera de aumentar la base mundial de recursos, tratar de disminuir en lo posible las consecuencias que la explotación de nódulos tenga sobre los países en desarrollo exportadores de minerales, asegurar la participación de los países en desarrollo en las actividades de extracción de minerales de los fondos marinos, fomentar la conservación de los recursos nodulares, y proteger el medio marino.

Algunos de estos objetivos y sus contradicciones inherentes subrayan la necesidad de lograr un equilibrio entre la eficacia y la equidad, lo cual constituye uno de los aspectos fundamentales de cualquier forma de organización económica. Podría argüirse que la industria de los nódulos debe tener la libertad de operar sin restricciones, ya que en condiciones de competencia y libre ingreso los recursos nodulares se aprovecharían con gastos mínimos. Hay quien aduce que la explotación sin restricciones de los nódulos beneficiaría primordialmente a los países que desarrollaran las técnicas necesarias y que son a su vez los mayores consumidores de minerales; de esa manera, muchos países en desarrollo que exportan minerales podrían resultar perjudicados y no beneficiados por la explotación de los nódulos.

En el informe se examinan dos criterios para equilibrar los objetivos de eficacia y equidad: el criterio compensatorio, con arreglo al cual se permitiría a la industria de los nódulos funcionar sin reglamentación expresa o con muy pequeño grado de reglamentación, y se pagaría a la vez algún tipo de compensación de los países en desarrollo si se comprobaba que experimentaban una pérdida en los ingresos procedentes de las exportaciones; y el criterio preventivo, con arreglo al cual una autoridad internacional debería establecer algún tipo de reglamentación directa de la industria de los nódulos. El segundo de estos criterios es el único que se analiza en detalle en el informe.

Si se adoptara un criterio general preventivo, sería posible utilizar muchas fórmulas concretas de reglamentación, según la base que la Autoridad escogiera para establecer la reglamentación. En el informe se examinan las consecuencias de escoger el níquel como base para la reglamentación. En ese caso, la Autoridad permitiría la iniciación de nuevas empresas y la producción a partir de nódulos de modo de satisfacer una parte o la totalidad del aumento de la demanda de níquel de cada año. Ese tipo de plan reconocería el carácter complementario de las fuentes situadas en el mar y las situadas en tierra, ya que la producción de ambas iría en aumento. También se reconocería la necesidad de que la industria siguiera siendo viable, y como el níquel sería una de las principales fuentes de los ingresos de la industria, ello quedaría automáticamente asegurado.

La producción de metal proveniente de nódulos podría, por ejemplo, destinarse a proporcionar entre el 50% y el 100% del aumento de la demanda de níquel, pudiendo imponerse restricciones adicionales sobre la extracción de otros metales componentes tales como el manganeso. Suponiendo que la demanda de todos estos metales siguiera creciendo en 1985 según sus tasas a largo plazo y que se autorizara la producción máxima, la explotación de metales de los fondos marinos podría tener efectos apreciables en el mercado del

cobalto, hasta del orden del 66% de la demanda mundial. Con arreglo a estos supuestos, la proporción de la demanda mundial de níquel satisfecha por los nódulos podría ser del 28,6% hacia 1985⁹.

Aun tomando en consideración la proporción de ingreso que correspondería a la Autoridad internacional, todo parece indicar que la extracción de minerales a partir de nódulos dejaría utilidades comparables a las de otras inversiones. Sobre la base de una amplia gama de supuestos analíticos, aparecen en el informe varios cálculos. Por ejemplo, si la Autoridad percibiera un 50% de los ingresos netos, el cálculo medio de la suma correspondiente a una operación minera de 3 millones de toneladas por año sería de 96 millones de dólares. Esto dejaría a la empresa un 36% de utilidades sobre la inversión total después de haber pagado la parte correspondiente a la Autoridad, lo cual representa un porcentaje superior a las utilidades medias de las inversiones en minas de los Estados Unidos, que eran del 10,4% en 1972¹⁰.

Cualquiera sea la forma concreta que adopte la reglamentación que establezca la Autoridad de los fondos marinos, el régimen ha de tener la suficiente flexibilidad para adaptar su funcionamiento a las condiciones cambiantes de los mercados mundiales y de la propia industria. Sin tal flexibilidad, la Autoridad se vería muy trabada en su acción, y sería sumamente difícil lograr los objetivos comprendidos en la meta más amplia de la explotación racional. Un problema de índole más práctica será el determinar en qué etapa de la producción habría de basarse la proporción de ingreso que percibiría la Autoridad. Si se utilizara como base el valor de los nódulos a bordo del buque, la parte mayor de las utilidades derivadas del patrimonio común de la humanidad correspondería a los países productores. Los nódulos a bordo representan sólo del 6% al 10% del valor de los nódulos después de la etapa de la elaboración. Será justo que la Autoridad reciba parte del valor agregado por la elaboración, ya que los importantes beneficios resultantes del establecimiento de las plantas de elaboración volverán a los países productores.

Una manera posible de alcanzar el objetivo de la conservación de los recursos nodulares sería emplear un sistema de reticulado para demarcar las zonas de las posibles operaciones de minería. Dentro del reticulado, la Autoridad solamente podría rematar entre los posibles productores algunos bloques determinados en cada año. La entrada que recibiera la Autoridad podría, por ejemplo, constar de dos partes: el producido del remate más un derecho pagado sobre los ingresos netos o brutos. El mejor postor adquiriría el control del lugar de la mina por un período determinado que habría de ser lo suficientemente largo para permitirle recuperar su inversión, tras lo cual el lugar de la mina se devolvería a la Autoridad con arreglo a condiciones previamente establecidas. Algunos bloques no se rematarían de inmediato sino que se reservarían para uso futuro.

La gama de posibilidades en cuanto a las políticas que podrá escoger la Autoridad internacional es muy amplia. Las opciones en materia de reglamentación que se analizan en el informe no son de ningún modo las únicas viables. Por ejemplo, no es necesario que la Autoridad dé permisos de explotación a compañías privadas para la explotación comercial de nódulos. Por otra parte, la Autoridad también podría integrar empresas conjuntas o bien optar por emprender ella misma toda la operación de la extracción de minerales de los fondos marinos.

Sea como fuere, parece evidente que aun después de pagar derechos a una Autoridad internacional, la extracción de

⁹ En el cuadro 8 figura una presentación detallada de la producción hipotética proveniente de los nódulos, según estas directrices.

¹⁰ En el cuadro 11 aparecen los cálculos detallados de los ingresos de la Autoridad por cada operación minera.

minerales de los fondos marinos seguirá siendo una operación comercialmente provechosa. Hay posibilidades de establecer políticas que permitan equilibrar los intereses de las naciones productoras y las naciones consumidoras de minerales, y en el informe se analizan en detalle algunas de esas posibilidades. Cabe destacar que el ritmo de las transformaciones registradas en los asuntos económicos del mundo — especialmente en materia de tipos de cambio, política comercial e inflación — podrá alterar de manera significativa el panorama económico en pocos años. Cualquier tipo de reglamentación internacional de la extracción de minerales de los fondos marinos ha de ser lo suficientemente flexible para poder adaptarse, junto con sus métodos y objetivos, a un orden económico cambiante.

I. Estudio de las actividades mineras en los fondos marinos¹¹

La minería en los fondos marinos a grandes profundidades es una empresa compleja y polifacética. La explotación de nódulos se puede clasificar en tres etapas generales, a saber, 1) la búsqueda de yacimientos de nódulos, 2) la minería y 3) la transformación metalúrgica. A continuación se presenta un resumen de los elementos más importantes que intervienen en cada etapa junto con las actividades más recientes de las compañías y demás instituciones que participan en las actividades de investigación y el desarrollo.

1. Búsqueda de yacimientos de nódulos

En la búsqueda de nódulos, las actividades de carácter científico se pueden distinguir en general de las etapas de exploración y evaluación debido a las diferencias de objetivos. En conjunto, constituyen un proceso continuo en que se acumulan los conocimientos necesarios acerca de los fondos marinos antes del inicio de las operaciones comerciales de minería y es difícil definir dónde termina la investigación científica y comienza la etapa de exploración y en qué punto se concluye esa etapa y se inicia la evaluación.

a) Procedimientos empleados

La exploración consiste en un reconocimiento general en el que se emplean todos los métodos disponibles. La búsqueda suele comenzar en una zona extensa y progresivamente se circunscribe a los lugares que presentan potencial minero¹². En círculos industriales se acostumbra identificar esta etapa con el nombre de "prospección". La exploración exige el levantamiento de mapas, el muestreo de los materiales superficiales y del subsuelo de los fondos marinos y la realización de mediciones geofísicas y geoquímicas. La mejor forma de abordarla es considerarla como un programa gradual de estudios cada vez más detallados¹³.

Se necesita un conjunto amplio de instrumentos y dispositivos científicos para reunir los datos necesarios (véase la

¹¹ Dado que no se dispuso de ninguna comunicación o información oficial acerca de las actividades mineras recientes en los fondos marinos, la presente sección se preparó sobre la base de publicaciones, tales como revistas, publicaciones técnicas periódicas y comunicados de prensa de las empresas. En consecuencia, el Secretario General no puede garantizar la exactitud de todo el material abarcado en este informe.

¹² "Informe del Comité Especial encargado de estudiar la utilización con fines pacíficos de los fondos marinos y oceánicos fuera de los límites de la jurisdicción nacional" (*Documentos Oficiales de la Asamblea General, vigésimo tercer período de sesiones*, documento A/7230, pág. 27).

¹³ J. E. Flipse, M. A. Dubs, y R. J. Greenwald, "Pre-Production Manganese Nodule Mining Activities and Requirements", *Mineral Resources of the Deep Seabed*, Audiencias del Subcomité sobre Minerales y Combustibles de la Comisión de Asuntos Interiores e Insulares del Senado de los Estados Unidos en relación con el Decreto 1134 del Senado, mayo y junio de 1973 (Government Printing Office, Washington, D. C. 1973), págs. 607 a 614.

figura 1). Las embarcaciones de exploración deben estar dotadas de equipo complejo para determinar la situación (navegación mediante satélites o astronavegación) y computadoras para correlacionar todos los datos relativos a las muestras y otras observaciones con coordenadas precisas. Se utilizan sistemas acústicos y magnéticos para obtener información geofísica acerca de la naturaleza de los fondos marinos. La búsqueda de los yacimientos de nódulos propiamente dicha se realiza mediante sistemas ópticos tales como la televisión a circuito cerrado y las cámaras de vistas fijas y películas.

El espaciado a que se toman las muestras depende de los resultados obtenidos y en general varía entre 5 y 50 millas. Los dispositivos más comúnmente utilizados para recoger las muestras con el muestreador de caída libre, también denominado "bumerang", el equipo para calar de gravedad, el equipo para calar de pistón y la draga. El muestreador de caída libre es muy utilizado por las instituciones y los grupos industriales tales como la Kennecott, el CNEXO (Centro Nacional para la Explotación de los Océanos), la Preussag y la Global Marine. Esos dispositivos de caída libre toman una pequeña muestra de nódulos de una zona de aproximadamente un pie cuadrado¹⁴. El equipo para calar se utiliza para obtener información sobre los sedimentos que sirven de base al yacimiento de nódulos. El muestreo por dragado se emplea con objeto de reunir un gran volumen de nódulos a fin de realizar ensayos metalúrgicos sobre zonas que se sabe que contienen yacimientos interesantes de nódulos.

El descubrimiento y la delimitación de una posible mina van seguidos de una evaluación detallada. El objetivo es obtener información básica para los estudios de viabilidad¹⁵. Los cálculos sobre la pureza y la concentración de los nódulos recuperables constituyen los principales parámetros que se tratan de obtener en los estudios de evaluación. El equipo necesario para la evaluación es análogo al que se utiliza en la etapa de exploración. Sin embargo, se debe prestar mayor atención a la correlación exacta de los datos sobre las muestras y otras observaciones con su ubicación geográfica.

b) Actividades recientes

Habida cuenta de la dificultad de establecer diferencias en la práctica entre las actividades de exploración y evaluación, éstas se describirán conjuntamente. La mayoría de los principales grupos que interviene en las investigaciones sobre la extracción de nódulos de manganeso han completado la etapa de exploración y conocen varios posibles lugares de explotación¹⁶. Se cree que algunos grupos prácticamente han completado la etapa de evaluación.

La compañía Deep-Sea Ventures ha realizado 33 travesías en el Pacífico en tres años y medio de actividades en el mar con el buque de investigación *Prospector*. La Kennecott Copper patrocinó travesías de exploración antes de iniciar sus propios reconocimientos en 1967¹⁷. La compañía ha dragado unas 250 toneladas de nódulos para investigar la industrialización. La Global Marine ha estado llevando a cabo estudios sobre nódulos para la Summa Corporation. La

¹⁴ El ciclo de operación de esos dispositivos es de aproximadamente tres horas. En las expediciones francesas y alemanas se informa que se puede perder hasta el 10% de los dispositivos durante una travesía. W. Kollwenz, "Exploration Methods and Techniques - Experiences with R. V. Valdivia", *Meerestechnik*, diciembre de 1973, pág. 192.

¹⁵ *El Aprovechamiento de los Recursos Minerales con Particular Referencia a los Países en Desarrollo* (publicación de las Naciones Unidas, No. de venta: S.70.II.B.3), págs. 4 a 7.

¹⁶ A. J. Rothstein y R. Kaufman, "The Approaching Maturity of Deep Ocean Mining — The Pace Quickens", en *Offshore Technology Conference*, 1973 Preprints, vol. 1, págs. 323 a 344.

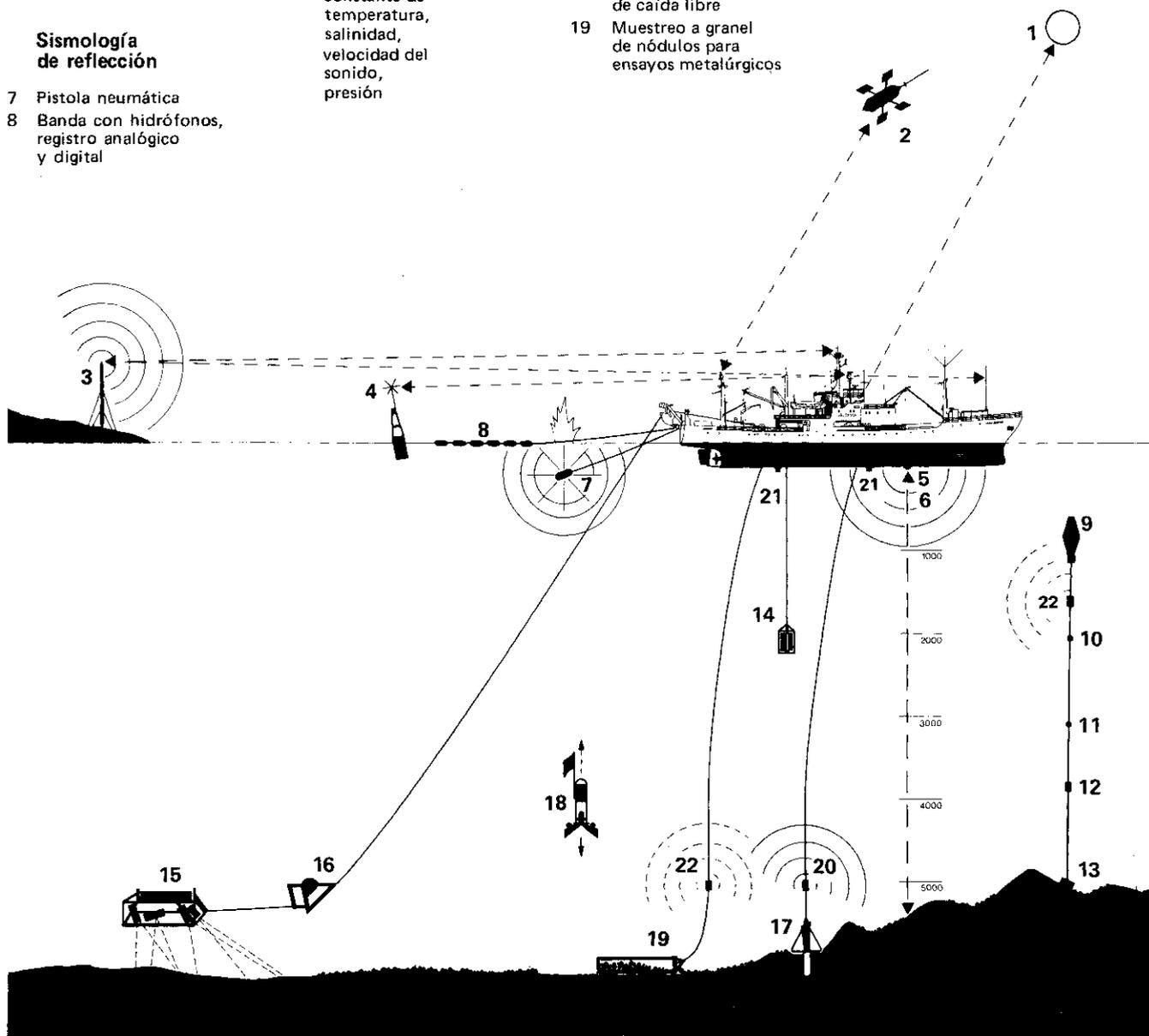
¹⁷ *Kennecott Management Communication*, vol. 2, No. 10, noviembre de 1970, pág. 1.

Figura 1

EXPLORACIÓN DE NÓDULOS FRENTE A LAS COSTAS

Exploración de mineral frente a las costas

- | Navegación | Reconocimiento oceanográfico | Estudio de yacimientos de mineral | Localización de los indicadores de estudio lanzados |
|--|---|--|---|
| 1 Estrellas | 9 Red medidora submarina con boya localizable | 15 Sonda de inmersión profunda con cámara de TV, cámara de fotografías y luces | 20 Silbador |
| 2 Satélites | 10 Medidor de corriente | 16 Plataforma estabilizadora | 21 Hidrófono |
| 3 Radionavegación | 11 Termómetro | 17 Equipo para calor que muestrea el sedimento con nódulos | 22 Transpondedor |
| 4 Boya de navegación (transpondedor/radar) | 12 Medidor de la presión hidráulica | 18 Sacador de muestras de caída libre | |
| | 13 Ancla de corte | 19 Muestreo a granel de nódulos para ensayos metalúrgicos | |
| | 14 Batisonda: medición constante de temperatura, salinidad, velocidad del sonido, presión | | |
| Batimetría | | | |
| 5 Sonda de haz angosto | | | |
| 6 Ecógrafo de sedimento | | | |
| 7 Distintos registradores de la profundidad | | | |
| Sismología de reflexión | | | |
| 8 Pistola neumática | | | |
| 9 Banda con hidrófonos, registro analógico y digital | | | |



Cortesía del grupo Arbeitsgemeinschaft Meerestechnischgewinnbare Rohstoffe de la República Federal de Alemania.

International Nickel ha emprendido varias travesías en los últimos años utilizando embarcaciones fletadas.

La compañía Arbeitsgemeinschaft Meerestechnischgewinnbare Rohstoffe (AMR) de Alemania occidental ha realizado varias travesías en el Pacífico desde 1971. Ese grupo fletó durante dos años el buque *Prospector* de la Deep-Sea Venture y ha estado utilizando desde 1972 el bien equipado buque *Valdivia* (véase la figura 1). La AMR proyecta realizar cinco expediciones al sudeste de Hawaii en 1974. El CNEXO de Francia, en sociedad con Le Nickel, ha llevado a cabo reconocimientos en el Pacífico del Sur desde 1970. El CNEXO ha establecido un centro oceanográfico en Tahití que brinda apoyo a su amplio programa sobre nódulos en las proximidades de la Polinesia francesa¹⁸.

El grupo Sumitomo — Deep Ocean Minerals Association (DOMA) ha llevado a cabo amplios reconocimientos de nódulos en el Pacífico y ha dragado cierto número de toneladas de nódulos para investigar la industrialización. La DOMA, que está constituida por 27 compañías principales japonesas, terminó de construir una embarcación de diseño avanzado destinada concretamente a la exploración de los recursos de los fondos marinos. La Unión Soviética ha realizado varias travesías utilizando el buque *Vityaz* y ha informado sobre nódulos de distintos grados interesantes de pureza en el Pacífico del Sur¹⁹.

2. Tecnología de la explotación minera de los nódulos

Los sistemas de minería que se están desarrollando constan de cuatro componentes principales, a saber: el cuerpo de extracción y carga, el sistema de elevación de materiales, las instalaciones en la superficie y el transporte del producto a las plantas instaladas en la costa. En la figura 2 se proporciona una presentación esquemática de los principales componentes de los sistemas de minería en las aguas oceánicas profundas.

a) Recogida de nódulos

Se están desarrollando distintos tipos de equipo para recoger los nódulos. Actualmente se considera que la variedad de

¹⁸ CNEXO, Memorial Anual, París, 1972.

¹⁹ N. S. Skornyakova y P. F. Andrushchenko, "Iron Manganese Nodules from the Central Part of the South Pacific", *Oceanology*, vol. 8, No. 5, 1968, págs. 692 a 701.

draga presenta las mayores posibilidades de uso en la producción comercial. Es característico que la draga esté asociada a un sistema de separación por tamaños para recoger los nódulos de volúmenes comprendidos dentro de ciertos límites y excluir los trozos muy grandes y el sedimento fino del fondo. Por lo general, basta con arrastrar la draga a lo largo del fondo oceánico para separar los nódulos del substrato. El equipo de extracción debe ser de la mayor simplicidad mecánica posible para minimizar el mantenimiento. Sin embargo, un problema que se plantea es el de la construcción y el funcionamiento del anchísimo cuerpo de draga necesario para recoger un volumen conveniente de nódulos por hora (de 200 a 400 toneladas). El cuerpo de la draga debe ser grande debido a la concentración relativamente baja de nódulos en el fondo del mar (de 1,5 a 5 libras por pie cuadrado) y a la velocidad práctica máxima de operación del sistema (de 1 a 3 nudos).

En la figura 3 aparecen tres métodos de extracción y carga. La Deepsea Ventures y el grupo AMR utilizan sistemas de elevación neumáticos con cuerpos de extracción del tipo de draga de remolque. El equipo de arrastre del fondo está provisto de un tambor de oruga para recoger los nódulos²⁰.

b) Elevación de materiales

Otro factor crítico en la explotación de los nódulos es el sistema de elevación de materiales. Los sistemas continuos se pueden basar en la elevación neumática, la elevación hidráulica, la elevación en un medio ligero y la elevación mecánica, como el sistema de cangilones en línea continua. Los sistemas discontinuos incluyen el dragado con cable, que aunque es útil para recoger muestras de varias toneladas, no se considera como un sistema económico de producción en gran escala por su elevado costo cuando se utiliza a grandes profundidades. Se ha propuesto un sistema de cangilón flotante (cangilón sumergible)^{21, 22}. No se sabe si ese sistema

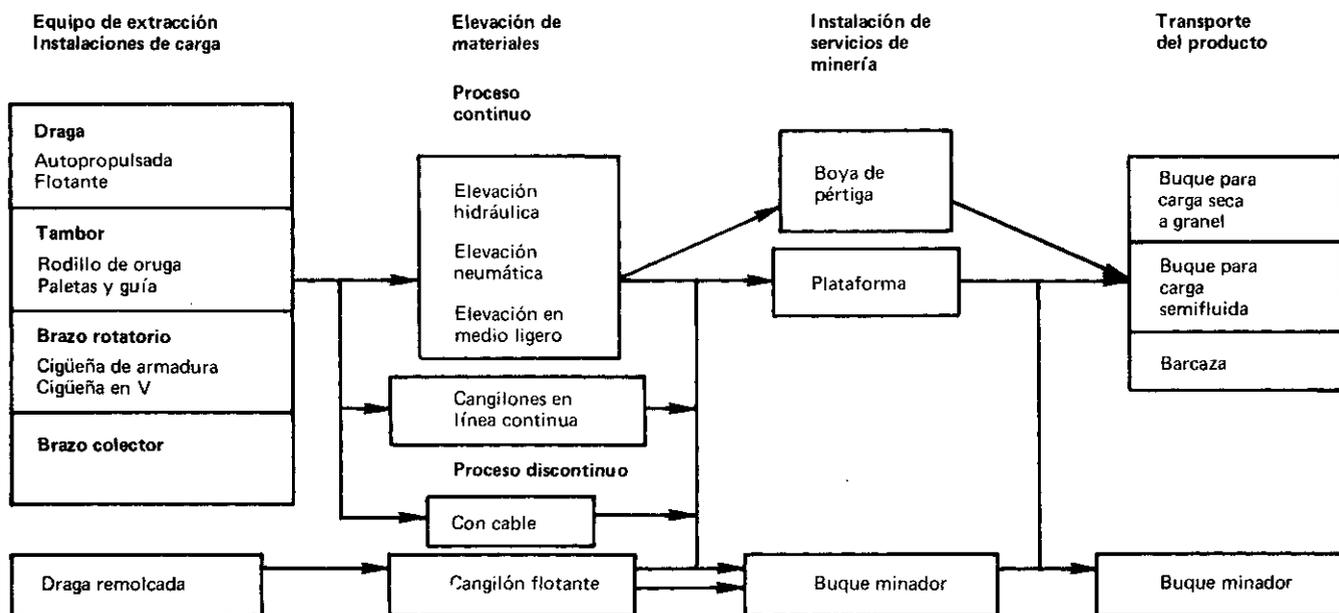
²⁰ G. W. Sheary y J. E. Steele, "Mechanical Deep Sea Nodule Harvester", Patente No. 3.480.326 de los Estados Unidos, 25 de noviembre de 1969.

²¹ G. W. Lehmann, "Submersible Mining, Lifting, and Towing Barge", Patente No. 3.220.372 de los Estados Unidos, 30 de noviembre de 1965.

²² J. C. Wenzel, "Systems — Development Planning", *Ocean Engineering*, J. F. Brahtz, y J. Wiley, 1968, pág. 110.

Figura 2

COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE NÓDULOS



se está desarrollando para la elevación de materiales, aunque el concepto es algo semejante a la barcaza de la Summa Corporation²³.

La elevación neumática consiste técnicamente en un flujo trifásico — aire, nódulos y agua. El aire comprimido se inyecta en la tubería principal a distintas profundidades de agua para sustentar la acción elevadora. La Deepsea Ventures ensayó con éxito en 1970 un dispositivo neumático a 2.500 pies de agua sobre la meseta de Blake. El 6 de mayo de 1974, la Tenneco, Ind., anunció la formación de un nuevo consorcio con tres compañías japonesas, a saber, la Nichimen Co. Ltd., la C. Itoh y Co. Ltd. y la Kanematsu-Gosho Ltd. Pronto se comunicará la incorporación de otro socio europeo. Las cinco compañías participarán a partes iguales en la Deepsea Ventures. Invertirán aproximadamente 20 millones de dólares de los Estados Unidos en los próximos tres años para ensayar sistemas de explotación e industrialización y para evaluar un yacimiento de mineral en el Océano Pacífico.

La Elevación hidráulica consiste técnicamente en un flujo bifásico — nódulos y agua. La bomba se puede situar cerca del fondo o a una profundidad intermedia²⁴ (véase la figura 3). La tecnología relativa al bombeo de elevación hidráulico y neumático está bien desarrollada y se emplea, por ejemplo, en la industria del carbón. Pero el funcionamiento a las profundidades que se requieren en la extracción de nódulos y el levantamiento de los volúmenes necesarios están fuera de la capacidad actual. La técnica de elevación hidráulica parece ser favorecida por la Kennecott²⁵, que recientemente ha anunciado la formación de un grupo multinacional que incluye además de la Kennecott (50% de participación), la Río Tinto Zinc (20%) y la Gold Fields (10%) del Reino Unido, la Norande Mines (10%) del Canadá y la Mitsubishi Corp. (10%) del Japón. Esas empresas han anunciado planes para realizar ensayos de extracción a gran escala como parte de un programa quinquenal de desarrollo de la explotación y la industrialización que costará 50 millones de dólares de los Estados Unidos²⁶.

Se entiende que el sistema Hughes funciona según el método hidráulico. Sus principales componentes son el Hughes Glomar Explorer, de 36.000 toneladas, y un vehículo de extracción de mineral en el fondo marino conectado al barco por una tubería de 16 pulgadas y un cable umbilical para suministro de energía eléctrica y circuitos de control. En el sistema desempeña un papel fundamental una barcaza sumergible grande. El vehículo de extracción de mineral es demasiado grande y pesado por lo que no puede manejarse con el equipo del buque en la forma tradicional sino que debe instalarse desde debajo del buque. La unidad se carga en la barcaza sumergible y ésta se reúne con el buque en aguas calmas de profundidad determinada. Allí, la barcaza se sumerge y las patas de amarre del buque enganchan el vehículo de extracción de mineral que luego se conecta a la tubería bajada desde la torre especialmente resistente que lleva el buque²⁷. El Hughes Glomar Explorer (véase la figura 5) salió de la costa occidental de Estados Unidos en enero de 1974 para unirse con la barcaza y realizar ensayos frente a Baja California²⁸. La extracción efectiva de mineral en escala experimental quizá comience a fines de 1974 o a comienzos de 1975.

En el sistema de cangilones en línea continua (CLC) se utiliza una cuerda sinfín trenzada, de prolipropileno, con baldes de draga. En su parte superior, la cuerda pasa por motores de tracción mientras que la parte inferior se arrastra sobre el fondo oceánico. El sistema CLC se ensayó frente a Tahití en agosto de 1970²⁹ y en un ensayo posterior realizado en agosto y septiembre de 1972, se obtuvieron siete toneladas de nódulos frente a Hawai³⁰. Varios participantes en el consorcio que utiliza el sistema CLC, dirigidos por CNEXO, de Francia, siguen trabajando con miras a modificar el sistema³¹ para utilizar dos buques que trabajarían en tándem (véase la figura 4); se espera que los principales componentes de este sistema modificado estén listos para ser ensayados en 1974³². Sumitomo está perfeccionando un equipo continuo para el manejo desde buques de los baldes de draga y también está efectuando investigaciones adicionales sobre el funcionamiento del sistema CLC. Los participantes en el consorcio que usa el sistema CLC se reunieron en Houston, Texas, a comienzos de 1974 para coordinar la financiación y construcción del sistema modificado de dos buques que se espera esté listo para ensayos en 1975. El sistema será construido en Francia por Ateliers et Chantiers de Bretagne³³.

El grupo Sumitomo, en cooperación con el Ministerio de Comercio Internacional e Industria del Japón, se propone poner en marcha actividades en gran escala de extracción de nódulos de manganeso y es posible que las operaciones comerciales se inicien para 1980³⁴. Es probable que Sumitomo utilice la técnica de extracción CLC.

c) Naves de superficie

Es probable que en los llamados sistemas de extracción de mineral de primera generación se utilice el buque minero mismo como plataforma de superficie. En algunos sistemas pueden utilizarse remolcadores para los cambios de dirección. Los sistemas de tubería para llevar los nódulos a la superficie requerirán la instalación de una torre a bordo del buque. Además del buque minero, otras posibilidades son la boya de pértiga o la plataforma semisumergible. Una boya de pértiga es un semisumergible largo con forma de cigarro que, cuando se ladea hacia un extremo, crea una plataforma de trabajo pequeña pero sumamente estable en el otro extremo³⁵. Las plataformas flotantes semisumergibles se utilizan ampliamente en la extracción de petróleo frente a las costas cuando es necesario trabajar en aguas algo más profundas (figura 3). Sin embargo, tanto la boya de pértiga como las plataformas semisumergibles plantean dificultades para los movimientos laterales.

Los buques mineros de primera generación realizarán una elaboración mínima en el mar — quizá sólo la trituración y/o el secado de los nódulos — y los nódulos se transportarán a granel en el mismo buque de extracción (en especial un buque del sistema CLC³⁶) o se transbordarán en el mar a una nave de transporte en seco o a granel.

3. Elaboración metalúrgica

Los nódulos tienen una compleja estructura microscópica y están compuestos de óxido de grano fino³⁷. Pueden

²⁹ Y. Masuda, M. J. Cruickshank y J. L. Mero, "Continuos Bucket-Line Dredging at 12.000 Feet", *Offshore Technology Conference*, 1971, documento No. 1410.

³⁰ *Mining Magazine*, enero de 1973, pág. 7.

³¹ CNEXO, *Rapport annuel*, 1972, París.

³² CNEXO, *Bulletin d'Information*, No. 61, enero de 1974, pág. 5.

³³ *Ibid.*

³⁴ *Metal Week*, 11 de junio de 1973, pág. 2.

³⁵ D. M. Taylor, "New Concepts in Offshore Production", *Ocean Industry*, febrero de 1969, págs. 66 a 70.

³⁶ J. L. Mero, "Recent Concepts in Undersea Mining", *American Mining Congress, 1971 Mining Show*, Las Vegas, Nevada, 4 de agosto de 1971.

³⁷ P. H. Cardwell, "Extractive Metallurgy of Ocean Nodules", *Mining Congress Journal*, noviembre de 1973, págs. 38 a 43.

²³ *Business Week*, 16 de junio de 1973, págs. 47 y 50.

²⁴ J. L. Mero, "Dredge Underwater Pick-up Head Assembly", Patente No. 3.226.854 de los Estados Unidos, 4 de enero de 1966.

²⁵ C. R. Tinsley, "In Search for Commercial Nodules, Odds Look Best in Miocene-Age Pacific Tertiary System", *Engineering and Mining Journal*, junio de 1973, págs. 114 a 116.

²⁶ *Metals Week*, 4 de febrero de 1974, pág. 6.

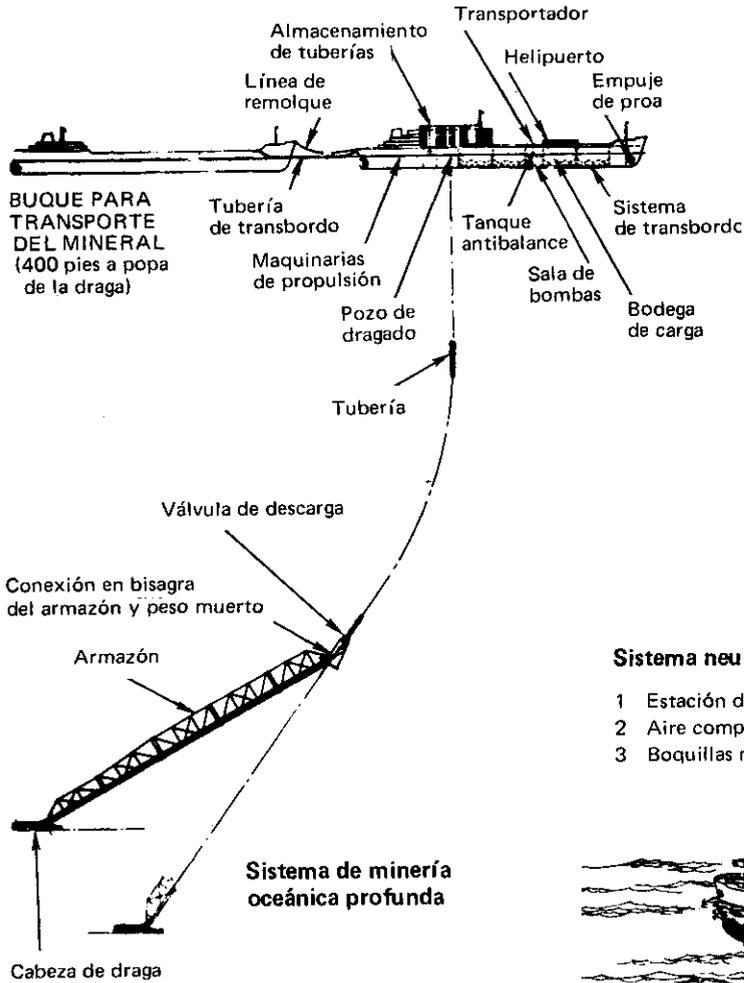
²⁷ "Hughes Glomar Explorer begins sea tests of mining systems", *Ocean Industry*, marzo de 1974, págs. 32 a 34.

²⁸ *Ocean Science News*, 11 de enero de 1974, pág. 1.

Figura 3

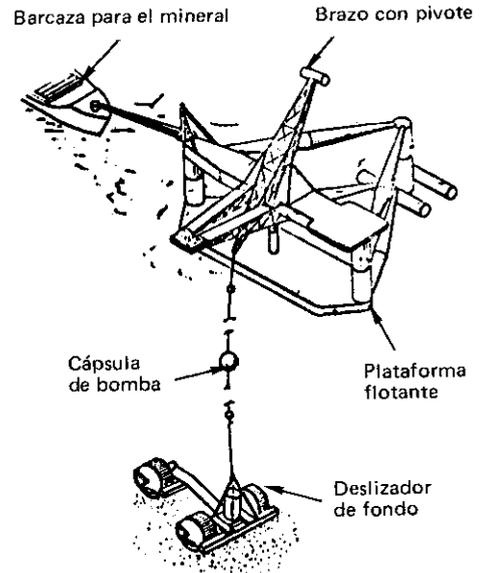
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL FUNCIONAMIENTO PROBABLE DE TRES SISTEMAS PROPUESTOS PARA LA EXTRACCIÓN DE NÓDULOS

Sistema de minería oceánica de la Deepsea Ventures



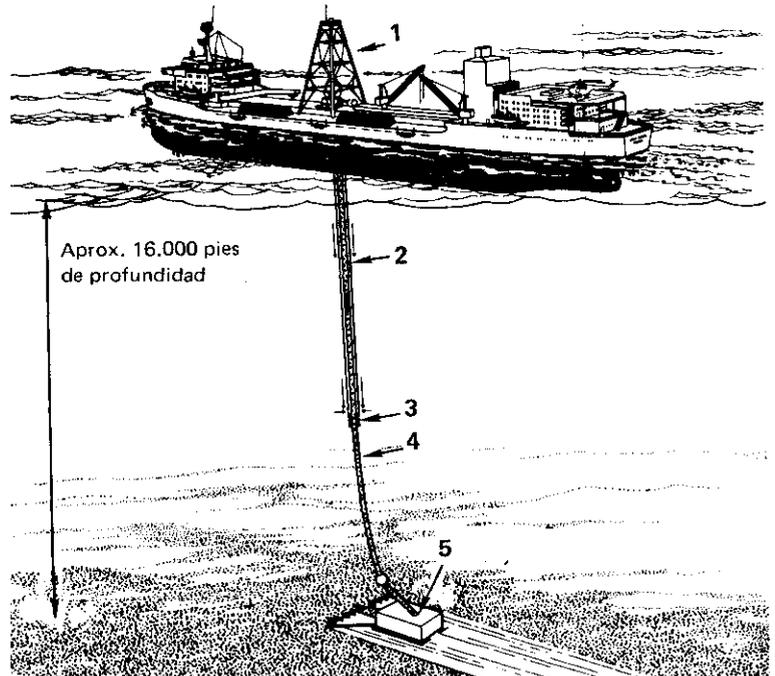
Cortesía de Deepsea Ventures.

Instalación semisumergible de superficie/Deslizador de fondo



Sistema neumático de extracción de nódulos

- 1 Estación de extracción
- 2 Aire comprimido
- 3 Boquillas mezcladoras
- 4 Tubo de arrastre
- 5 Recolector



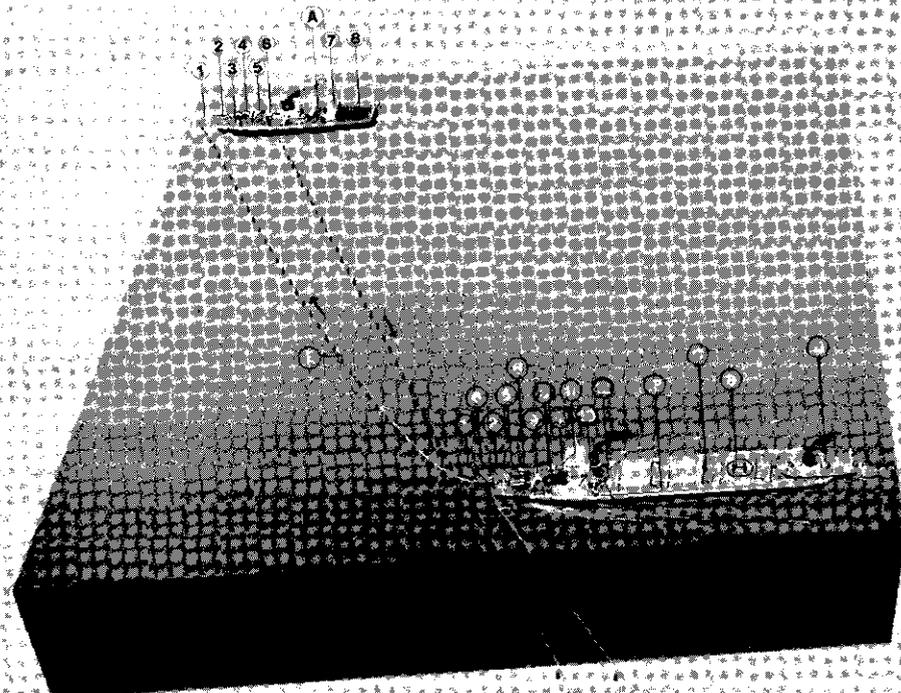
Cortesía de Arbeitsgemeinschaft Meerestechnischgewinnbare Rohstoffe.

Figura 4

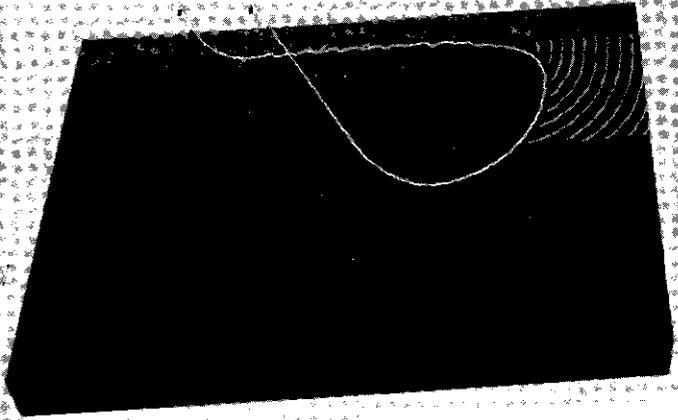
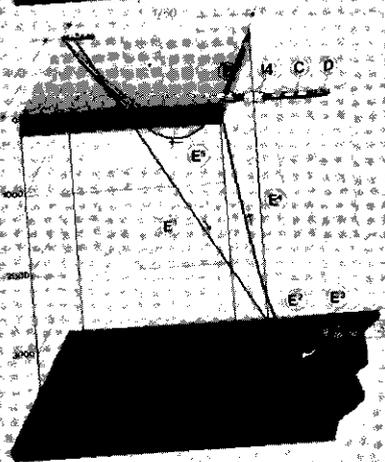
SISTEMA DE CANGILONES EN LÍNEA CONTINUA CON DOS BUQUES

Centre National pour l'Exploitation des Océans
exploitation de nodules polymétalliques
système CLB à deux navires

SOCIÉTÉ LE NICKEL
polymetallic nodules recovery system
two-ships CLB system



- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14



Cortesía del Centre National pour l'Exploitation des Océans y de Société Le Nickel

variar ampliamente en cuanto a sus propiedades químicas y físicas según el lugar de procedencia, por ejemplo, los nódulos de la meseta de Blake en el Atlántico tienen mucho calcio, mientras que los del Pacífico septentrional contienen más sílice. Como resultado de ello, la tecnología de elaboración y los costos aplicables a un tipo de nódulos pueden variar para otros.

Se cree que Kennecott, Deepsea Ventures e Inco han completado sus investigaciones con miras a la elaboración de nódulos³⁸. Otros grupos — Summa Corp., AMR y DOMA — han avanzado bastante en sus programas de perfeccionamiento del proceso. Kennecott ha tenido en funcionamiento durante más de un año una fábrica experimental con una producción de media tonelada por día. Inco ha estado efectuando ensayos de laboratorio en su establecimiento de Sudbury, en Canadá. Deepsea Ventures completó una parte de sus ensayos con una planta experimental que permite obtener una tonelada por día y prevé construir otra más grande, posiblemente en 1974.

Los dos enfoques básicos para la elaboración de nódulos son el pirometalúrgico y el hidrometalúrgico; este último se basa en una reacción de cloruro, amoníaco u óxido de azufre. Se considera que algunos de estos procesos son viables desde un punto de vista técnico pero no necesariamente desde un punto de vista económico. Se está prestando considerable atención al perfeccionamiento de sistemas de elaboración de nódulos con métodos hidrometalúrgicos.

4. Actividades gubernamentales

La actividad gubernamental puede adoptar diversas formas, por ejemplo: 1) el patrocinio directo o la aportación de fondos

³⁸ *Metal Week*, 21 de enero de 1974, pág. 10.

para investigación y desarrollo; 2) la participación directa en la extracción o elaboración del mineral; y 3) el patrocinio indirecto mediante el uso de instalaciones oficiales, la concesión de ventajas fiscales o la ayuda a las universidades. A continuación aparece una breve reseña de las actividades sobre las que se informó en los últimos años³⁹.

En Australia, la Oficina de Recursos Minerales utilizó el buque de investigación *Diamantina*, de la Armada, para extraer nódulos mediante dragado en una franja de 200 millas en el paralelo 39 en junio de 1972. En Nueva Zelandia, el Departamento de Investigaciones Científicas e Industriales está prestando cada vez mayor atención a los estudios sobre la distribución y la composición química de los nódulos y capas de manganeso⁴⁰.

En Francia, CNEXO ha estado procediendo a una exploración extensiva en busca de nódulos y patrocina las investigaciones de ingeniería necesarias para modificar el sistema de extracción CLC⁴¹. La Comisión de Energía Atómica de Francia está investigando acerca de la elaboración de nódulos.

El Gobierno japonés ha desempeñado un papel muy activo en el auspicio de programas de exploración y de perfeccionamiento de la extracción y la elaboración metalúrgica. Su Organismo de Ciencia y Tecnología otorgó subsidios a Sumitomo Shoji y a Sumitomo Shipbuilding and Machinery para que ensayasen un sistema CLC en pequeña escala en

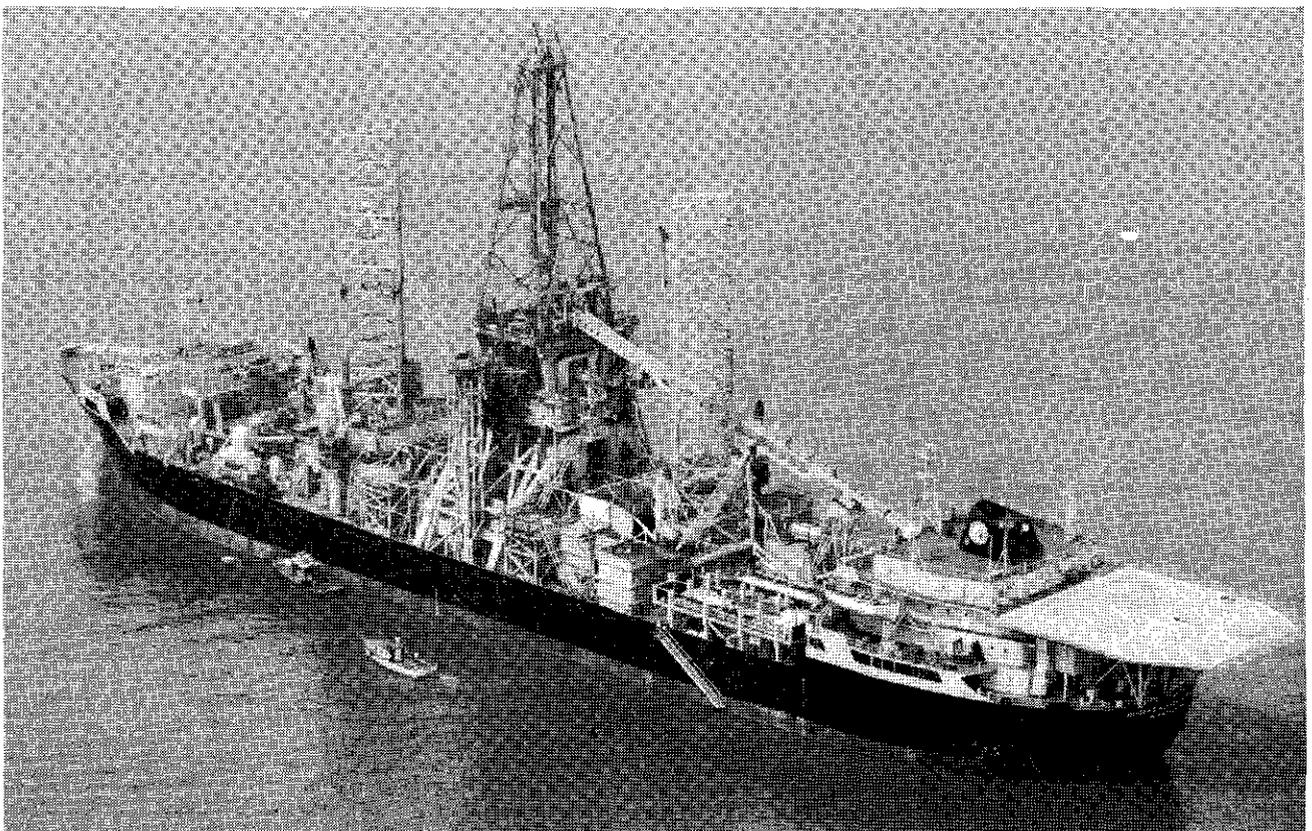
³⁹ Véase también A/AC.138/90.

⁴⁰ CEPALO, *Report of the Committee for Co-ordination of Joint Prospecting for Mineral Resources in South Pacific Offshore Areas (CCOP/SOPAC)*, primer período de sesiones, 7 a 13 de noviembre de 1972 (E/CN.11/L.343), anexo III, párr. 11.

⁴¹ CNEXO, *Rapport annuel*, 1972, París.

Figura 5

PROTOTIPO DE BUQUE MINERO: "HUGHES GLOMAR EXPLORER"



1968⁴². El Ministerio de Comercio Internacional e Industria otorgó subsidios al grupo Sumitomo en 1970 para realizar investigaciones⁴³ y un ensayo del sistema CLC en escala 1/10 frente a Tahití⁴⁴. En 1971, el Ministerio volvió a otorgar un subsidio a Sumitomo para la fabricación de cangilones desenganchables automáticamente para el sistema CLC⁴⁵. A mediados de 1972, el Organismo de Ciencia y Tecnología Industrial concedió un subsidio a Sumitomo Metal Mining para ayudar en la construcción de un establecimiento experimental de 106.000 dólares que se utilizaría en parte para efectuar trabajos de investigación y desarrollo sobre la elaboración de nódulos⁴⁶.

La participación oficial aumentará cuando el Ministerio de Comercio Internacional e Industria proceda a la creación propuesta de una gran empresa de carácter semipúblico destinada a la extracción y elaboración de nódulos y que se denominará Deep Ocean Mining Association (DOMA). La industria y el Gobierno asignarán fondos a partir de 1976 ó 1977⁴⁷. El Ministerio ha otorgado subsidios para la construcción de una nueva nave compleja que podrá efectuar búsquedas de nódulos de manganeso para mediados de 1974.

En el Reino Unido, el Departamento de Comercio e Industria ha ofrecido apoyo financiero de hasta 1,8 millones de dólares de los EE. UU. a la Río Tinto Zinc y a la Consolidated Gold Fields, que son dos integrantes británicas del recientemente establecido grupo Kennecott, compuesto de cinco compañías. Esos fondos se reembolsarán si el proyecto demuestra ser comercialmente viable. A su vez, esas compañías han convenido en que firmas británicas tendrán la primera opción de compra sobre su participación del 30% en el metal que produzca el grupo Kennecott⁴⁸.

En los Estados Unidos, la actividad oficial de investigaciones sobre nódulos ha sido llevada a cabo por la Oficina de Minas, el Departamento de Estudios Geológicos y el Organismo Nacional de Asuntos Oceánicos y Atmosféricos (NOAA). Sin embargo, el único centro de investigaciones dependiente del Gobierno federal que se ha ocupado exclusivamente de minerales marinos fue cerrado por el NOAA en marzo de 1973. El Departamento de Estudios Geológicos sigue llevando a cabo un activo programa en la materia. La Fundación Nacional para la Ciencia está patrocinando un programa interuniversitario con un costo de 500.000 dólares por año con los auspicios del Decenio Internacional de la Exploración de los Océanos. Los fondos se destinan fundamentalmente a estudiar los orígenes y los aspectos químicos de los nódulos. Los aportes financieros para el programa habrán de aumentar a 1 millón de dólares por año en su segunda etapa. La Universidad de Hawaii recibirá apoyo del Gobierno de los Estados Unidos para estudios sobre la exploración de nódulos y sus repercusiones ambientales en 1974.

La Unión Soviética ha trabajado activamente en investigaciones y búsquedas de nódulos desde el comienzo del decenio de 1950. Se han obtenido grandes cantidades de fotografías y muestras de nódulos⁴⁹. A comienzos de 1971 se esta-

bleció la Junta de Exploraciones Geológicas Marinas para facilitar la mejor coordinación de las actividades en la materia. En una reunión del COMECON celebrada en Riga se discutieron la exploración geológica y el mayor uso de los recursos oceánicos⁵⁰.

El Gobierno de la República Federal de Alemania concedió apoyo a las actividades conjuntas de Preussag y Metallgesellschaft encaminadas a estudiar y buscar nódulos en 1969. En 1970 y 1971, el Gobierno otorgó fondos para fletar el buque de investigación *Prospector*, de Deepsea Ventures, para hacer viajes de búsquedas de nódulos en el Pacífico. Empresas privadas convirtieron un buque arrastrero en la nave de exploración profunda *Valdivia*, que se utiliza en estudios sobre nódulos. El Ministerio Federal de Educación y Ciencia de Alemania Occidental ha fletado este barco por cuatro años con lo que presta un apoyo considerable a un programa amplio de búsqueda de nódulos. Se ha informado que se está construyendo un buque similar con la ayuda de un subsidio gubernamental⁵¹.

El grupo AMR — Preussag, Metallgesellschaft, Salzgitter y Rheinbraun — recibió un subsidio de 3 millones de dólares para realizar un estudio de viabilidad sobre la extracción de nódulos de manganeso⁵². El grupo AMR está destinando alrededor de 3,1 millones de dólares por año para actividades de investigación y desarrollo, suma de la cual el Gobierno de Bonn proporciona anualmente 700.000 dólares⁵³.

Tonga, Samoa Occidental y Fiji han demostrado gran interés en ubicar yacimientos de nódulos comercialmente aprovechables cerca de sus costas. La Comisión Económica para el Asia y el Lejano Oriente (CEPALO) (Naciones Unidas), por conducto de su Comité de coordinación de la prospección conjunta de los recursos minerales frente a las costas del Pacífico meridional, está prestando apoyo a los proyectos de búsqueda de nódulos en esta zona⁵⁴.

5. Propuestas de legislación gubernamental

Un proyecto de ley presentado al Congreso de los Estados Unidos y al que se suele hacer referencia como S.2801 (ahora S.1134) ha sido tema de audiencias ante la Subcomisión de Minerales, Materiales y Combustibles de la Comisión de Asuntos Interiores e Insulares del Senado de los Estados Unidos. En el proyecto se prevé básicamente que el Secretario del Interior de los Estados Unidos registre arriendos de 40.000 kilómetros cuadrados para extracción de minerales en fondos oceánicos profundos, reconociendo la precedencia de quienes primero los soliciten. El arriendo a 15 años podría obtenerse por un gasto total de 6,2 millones de dólares. Las tres cuartas partes del arriendo se reembolsarían dentro de los 10 años de la fecha de expedición o al iniciarse la producción comercial. Un fondo de garantía constituido con una parte de los impuestos de los Estados Unidos se distribuiría a determinados países en desarrollo que adoptasen medidas de "reciprocidad" y que serían designados por el Presidente. De acuerdo con el proyecto, también se daría protección a compañías autorizadas de los Estados Unidos contra los posibles efectos perjudiciales que, para su situación financiera, pudieran tener las disposiciones de un régimen internacional. En virtud de esta legislación

⁴² Sumitomo Shoji Kaisha, "Historical Review of Manganese Nodule Development by the Sumitomo Group", 25 de septiembre de 1972.

⁴³ J. E. Flipse, M. A. Dubs y R. J. Grenwald, "Pre-Production Manganese Nodule Mining Activities and Requirements, *Mineral Resources of the Deep Seabed*, op. cit. en la nota 13, págs. 602 a 700.

⁴⁴ Y. Masuda, "Development Work to Deep Sea Resources of Manganese Nodule Using Continuous Line Bucket System by Japanese Group and its Future" (*2nd. International Ocean Development Conference Preprints*), Tokio, 5 a 7 de octubre de 1972.

⁴⁵ Sumitomo Shoji Kaisha, op. cit.

⁴⁶ *Japan Metal Journal*, 26 de junio de 1972, pág. 8.

⁴⁷ *Metals Week*, 15 de enero de 1973, pág. 9.

⁴⁸ *Metals Week*, 4 de febrero de 1974, pág. 6.

⁴⁹ N. S. Skorniyakova y P. F. Andrushchenko, "Iron Manganese Nodules form the Central Part of the South Pacific", *Oceanology*, vol. 8, No. 5, 1968, págs. 692 a 701.

⁵⁰ "Soviet Block Plans Big Sea-Bed Study", *The New York Times*, 24 de abril de 1971.

⁵¹ D. R. Horn, B. M. Horn y M. N. Delach, "Ocean Manganese Nodules Metal Values and Mining Sites", Technical Report No. 4. International Decade of Ocean Exploration, N. S. F., Washington, D. C., 1973.

⁵² *Metals Week*, 18 de diciembre de 1972, pág. 3.

⁵³ *Metals Week*, 12 de marzo de 1973, pág. 10.

⁵⁴ Proyecto (CCSP-1/TG.1) "Investigaciones sobre nódulos de manganeso en la plataforma submarina profunda en la sección oriental de la plataforma de Tonga"; y Proyecto CCSP-1/WS.2 "Investigaciones sobre nódulos de manganeso en zonas oceánicas alrededor de Samoa Occidental", véase E/CN.11/L.343.

“provisional”, el Gobierno de los Estados Unidos indemnizaría a las compañías autorizadas por las pérdidas que sufriesen hasta transcurridos 40 años de otorgada la autorización⁵⁵.

II. Probables consecuencias de la explotación minera de nódulos

1. Pronósticos sobre la producción futura de metales extraídos de nódulos: los problemas que entraña

La exactitud de un pronóstico depende mucho menos de la complejidad del modelo matemático empleado que de la cuantificación de los parámetros principales y de los supuestos que se adopten en relación con su conducta. Por consiguiente, es importante hacer hincapié en las incertidumbres que entraña el intento de prever la producción probable de metales provenientes de nódulos, que constituye en sí la primera etapa de cualquier intento de evaluar las consecuencias futuras de la industria de nódulos en el mercado mundial en general y en las exportaciones mineras de los países en desarrollo en particular.

A riesgo de redundar, debe recordarse que la “industria de nódulos” no es aún una realidad en marcha. Por el contrario, la tecnología de la minería de nódulos y la elaboración metalúrgica están aún en etapa de desarrollo. En consecuencia, existen notables incertidumbres que oscurecen cualquier cálculo sobre el rendimiento de la industria futura.

Es natural que los funcionarios de las empresas que producen sistemas de nódulos se muestren optimistas respecto del futuro. En realidad, toda la información de que se dispone tiende a confirmar la aseveración de los industriales de que la minería de nódulos constituirá una empresa muy rentable (véase sección III.5.b, *infra*). Por otra parte, no se deben minimizar los riesgos potenciales que entraña la actividad continua de barcos de explotación minera en alta mar, que emplean equipo complejo para recoger y extraer nódulos desde aproximadamente 5.000 metros de profundidad marina. Los azares del tiempo reinante en la superficie, la resistencia de los materiales sujetos a las altas presiones y a la corrosión de la columna de agua, la riesgosa topografía del suelo marino, la logística que entraña el mantenimiento de una numerosa tripulación en alta mar durante un tiempo prolongado, son algunos de los factores que tendrán influencia en los resultados operacionales de la minería de nódulos una vez que comience a desarrollarse a escala comercial. Queda por verse cuán atractiva resultará en la práctica la rentabilidad económica de la industria.

2. El esquema probable del próximo decenio

Considerando los problemas que entraña el pronóstico de la producción futura de metales extraídos de nódulos, las proyecciones que aparecen en esta sección deben interpretarse como órdenes de magnitud, basadas en la mejor información de que se dispone. Con el fin de facilitar la revisión periódica de estas proyecciones, se explican a continuación los supuestos en que se basan.

a) Metodología empleada

Los cálculos de producción de metales provenientes de nódulos se han situado en el decenio 1976-1985, elegido arbitrariamente. Para los fines de estas proyecciones se ha supuesto que entrará en vigencia en 1976, en forma provisional, un régimen acordado a nivel internacional, y por consiguiente se contará con un marco jurídico que permita que las compañías y grupos interesados continúen avanzando en sus programas de nódulos. Las proyecciones están basadas en una evaluación del tiempo probable que se considera que demandará la conclusión con éxito de todas las actividades de los diversos grupos para la aplicación de los programas y

el inicio de la producción comercial. Se han hecho supuestos en relación con la producción de metales por tonelada de nódulos secos, el tamaño de los proyectos y la programación del comienzo de las operaciones⁵⁶.

i) Producción de metales por tonelada de nódulos

El rendimiento de metal por tonelada de nódulos secos⁵⁷ es una función de la ley del nódulo y de la producción metalúrgica. Las cifras que se emplean constituyen una combinación de datos: informaciones publicadas por los ejecutivos de las industrias; datos científicos publicados; e información proporcionada directamente por geólogos y funcionarios vinculados con la industria.

Algunos geólogos europeos y estadounidenses que trabajan en la industria de nódulos han sugerido que ya se han cumplido los objetivos de sus compañías de identificar macizos de mineral que contienen más de un 3% de níquel y cobre considerados en conjunto. La producción de metales depende del proceso metalúrgico que se adopte, pero parece que la industria podría obtener un 95% de rendimiento en la producción de metales⁵⁸. Los supuestos preliminares que se han hecho sobre la ley de los macizos de minerales que es probable que exploten los primeros mineros que se dediquen al beneficio de nódulos y a la producción de metales, comprendida la producción de varios metales de muy baja concentración (molibdeno, vanadio, zinc, plata, etc.)⁵⁹, se sintetizan en el cuadro 1.

Cuadro 1

CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN DE METALES POR MILLONES DE TONELADAS DE NÓDULOS DE ALTA LEY
(En toneladas métricas)

Metal	Porcentaje del contenido metálico por peso de nódulos secos	Producción aproximada de metales por cada millón de toneladas de nódulos secos* a (Toneladas)
Manganeso (si se produce)	24	230 000
Níquel	1,6	15 000
Cobre	1,4	13 000
Cobalto	0,21	2 000
Otros metales	0,3	2 500

* Basándose en una producción metalúrgica supuesta de un 95% excepto en el caso de los metales de muy baja concentración para los que se supone una tasa del 80%.

^a El cálculo de la producción metálica de nódulos que se utilizó en el reciente informe de la UNCTAD (TD/B/483) es diferente, pues está basada en datos provenientes de una publicación anterior de las Naciones Unidas (A/AC.138/36) de 1971.

⁵⁶ En todos estos supuestos está implícito el hecho de que los costos de los metales obtenidos de nódulos han de ser competitivos con los correspondientes de las fuentes terrestres de extracción de estos metales.

⁵⁷ Puesto que la mayoría de los procesos metalúrgicos que se examinan requieren el secado previo de los nódulos, generalmente se hace referencia a la capacidad de la planta en términos de nódulos secos. Por otra parte, la capacidad de los sistemas minerales se expresa en términos de nódulos húmedos, ya que el agua representa aproximadamente un tercio del peso de los nódulos húmedos.

⁵⁸ “Los estudios practicados hasta la fecha indican que es factible obtener del proceso rendimientos de manganeso, níquel, cobalto y cobre metálico de un 98% o más de pureza”. R. Kaufman y A. J. Rothstein, “Recent Developments in Deep Ocean Mining”, 6th Annual Conference of the Marine Technology Society 1970 Preprints, 29 de junio a 1º de julio de 1970, Washington, D. C. Es posible que algunos procesos metalúrgicos lleguen a tasas de producción inferiores al 95%. Estos procesos, que requieren inversiones totales muy inferiores, se han diseñado con el fin de optimizar la rentabilidad de la inversión y no la producción de metales.

⁵⁹ Deep-Sea Ventures, Inc., “Pilot plant operation of a process to produce metals from manganese nodules”, mimeografiado; y Undersea Technology, abril de 1973, págs. 26 a 27.

⁵⁵ Mineral Resources of the Deep Seabed, *op. cit.* en la nota 13.

Estos cálculos de volúmenes de producción están confirmados por las publicaciones separadas de las distintas compañías. El volumen de níquel y cobre coincide con los cálculos de la Kennecott Copper, Inc.⁶⁰ Las cifras correspondientes a los volúmenes de producción de manganeso, cobalto y trazas de metales son las proporcionadas por la Deepsea Ventures⁶¹, que algunos expertos consideran inferiores a la realidad.

ii) Magnitud de las operaciones

Como la mayoría de las operaciones mineras y metalúrgicas, los sistemas de nódulos están sujetos a considerables economías de escala. Las decisiones en relación con el tamaño del sistema total están basadas en consideraciones de mercado y en la relación de tamaños entre las etapas de la minería y la elaboración.

⁶⁰ El Sr. Marne Dubs, Director del Departamento de Recursos Oceánicos de la Kennecott, afirmó que "una de esas plantas [de nódulos] de un tamaño de 3 millones [de toneladas] podría producir alrededor de 100 millones de libras anuales de níquel y 85 millones de libras de cobre además de los otros productos mencionados", lo que equivaldría a una producción de 15.150 toneladas de níquel y 12.880 toneladas de cobre por cada millón de toneladas de nódulos. *Mineral Resources of the Deep Seabed, op. cit.* en la nota 13, pág. 109.

⁶¹ Declaración del Sr. N. W. Freeman, Presidente de la Junta de Tenneco, Inc. y Deepsea Ventures, Inc., formulada durante las audiencias respecto del proyecto de ley 2801, del Senado, en el Subcomité de Minerales, Materiales y Combustibles del Senado de los Estados Unidos, el 2 de junio de 1972. El Sr. Freeman indicó que la producción metálica que se esperaba de una unidad de producción de un millón de toneladas de nódulos secos por año era la siguiente: manganeso, 230.000 toneladas métricas; níquel, 11.400 t.m., cobre, 9.100 t.m., cobalto, 2.000 t.m.; otros metales, 2.500 t.m. (incluidos molibdeno, vanadio, zinc y plata).

Se sabe, por ejemplo, que las economías de escala son mucho más cuantiosas en la etapa de elaboración. Como consecuencia, es probable que los costos unitarios sean aún menores en el caso de las plantas de tamaños comprendidos entre los 3 y 4 millones de toneladas de nódulos secos anuales. Por otra parte, parece que los equipos de minería, del tipo de montacargas hidráulico, tienen un tamaño óptimo cuando su capacidad fluctúa entre las 5.000 y 10.000 toneladas de nódulos húmedos diarios, lo que equivale a 1 a 2 millones de toneladas de nódulos secos anuales. Cabe esperar, por consiguiente, que la mayoría de los sistemas de nódulos se diseñarán para procesar entre 3 y 4 millones de toneladas de nódulos secos anuales mediante el empleo de 2 ó 3 equipos mineros. La Deepsea Ventures está proyectando producir manganeso en forma metálica, cuyo mercado mundial es relativamente pequeño y contempla la creación de una planta de 1 millón de toneladas de nódulos anuales.

Las proyecciones contenidas en este informe se basan en el supuesto de que hasta 1985 los sistemas de nódulos serán de dos tamaños; 1 millón de toneladas anuales y 3 millones de toneladas anuales⁶². Este supuesto es de hecho una proyección de la situación de las compañías de los Estados Unidos en relación con las compañías y grupos de otros países⁶³.

⁶² Debe entenderse que estas cifras son meras aproximaciones empleadas a falta de pruebas extensas con equipos mineros en gran escala.

⁶³ "Las compañías mineras de los Estados Unidos están considerando en la actualidad tasas de producción de alrededor de 1 a 3 millones de toneladas de nódulos de manganeso anuales", Leigh S. Ratiner, *Mineral Resources of the Deep Seabed, op. cit.* en la nota 13, pág. 27.

Figura 6

PREDICCIONES SOBRE LA FECHA DE INICIACIÓN DE LA MINERÍA DE NÓDULOS 1976-1985^a

(En millones de toneladas métricas de nódulos secos)

Iniciación No.	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
1				3						
2						3				
3							1			
4							1	2	3	
5								3		
6									1	2
				1,5	3	4,5	8	12	14	15

^a En los informes TD/B/449/Add.1 y TD/B/483 de la UNCTAD se utilizaron supuestos diferentes con diferentes calendarios para la iniciación. Algunos de ellos comenzaban ya en 1974.

iii) Comienzo de nuevas operaciones con nódulos

Es probable que la sincronización sea la cuestión que dé lugar a más especulaciones en la ecuación de las proyecciones. Una multitud de factores puede afectar el comienzo de nuevas operaciones con nódulos, probablemente aplazando la producción comercial hasta una fecha posterior. En consecuencia, puede considerarse que el calendario compilado para las seis compañías (véase la figura 6) o grupos que según se sabe están más adelantados en el desarrollo de sistemas de nódulos, es una suposición más bien optimista de que ningún problema importante retrasará indebidamente los planes de la industria.

El calendario se originó en una evaluación de los planes declarados por las compañías y una estimación de la época más probable en que las compañías o los grupos que aún no han dado a conocer sus intenciones podrán comenzar a utilizar sus instalaciones de construcción⁶⁴. Se espera que algunos proyectos empiecen a funcionar a plena capacidad. Ello ocurriría como resultado del plan de ejecución de estos proyectos: la decisión de construir la planta de elaboración tendría que esperar a que se probaran con éxito los sistemas de minería a gran escala. Una vez que se concluyeran las pruebas de minería y que se diera el orden de comenzar la construcción de la planta, pasarían unos dos o tres años antes de que pudiera comenzar la producción de metal. Entretanto, el equipo de minería original probablemente se utilizaría para extraer nódulos que serían almacenados hasta que comenzara la elaboración. Si se supone que fuera posible despachar un segundo buque de explotación minera alrededor de la época en que la planta de elaboración comience a funcionar, los proyectos de explotación de 3 millones de toneladas anuales podrían comenzar la producción a capacidad plena. Para simplificar, se supone que la producción será igual a la capacidad anual total del equipo de dragado, aun en el primer año de operaciones.

La fecha del comienzo de las operaciones podría verse afectada por el grado de control que pueda ejercer la Autoridad internacional en el ritmo de extracción de nódulos, en particular durante las primeras operaciones. Las suposiciones sobre la fecha del comienzo de las operaciones que figuran en la figura 6 se basan en la ausencia de controles. Si la autoridad ejerciera poderes tales como el control del ritmo de explotación, podría haber una demora de uno o dos años para los proyectos que deben comenzar a funcionar antes de 1981, si bien el tonelaje total de nódulos que se pudiera extraer para 1985 probablemente no se vería afectado si el plan de control se estableciera siguiendo los lineamientos examinados en la sección III.3 *infra*. La cifra global de 15 millones de toneladas de nódulos que probablemente se extraigan para 1985, es por lo tanto más significativa que la fecha precisa del comienzo de cada operación en el período intermedio.

b) Predicción de la probable extracción de metal a partir de nódulos para 1985

Si se basa en las suposiciones desarrolladas en la sección anterior, la predicción de la producción de metal a partir de

⁶⁴ La ejecución de un proyecto requiere que se completen con éxito los trabajos en varias etapas. Muchas actividades sólo pueden comenzar una vez que hayan sido completadas las actividades precedentes. Desde el momento en que se adoptase la decisión de ejecutar un proyecto sobre nódulos, probablemente pasarían unos tres años de trabajos de construcción acelerada, antes de que pudiera empezar la extracción y la elaboración a escala comercial. Pero la etapa de ejecución presupone la resolución de varios problemas, tales como: 1) el marco jurídico general relativo a las operaciones comerciales en la zona internacional; 2) la obtención de derechos exclusivos para la explotación de la mina deseada; y 3) la aprobación del sistema de financiación para todo el proyecto. La resolución de la cuestión financiera, a su vez, requeriría que con antelación se realizaran considerables progresos en materia de exploración nodular y en los programas de desarrollo de equipo.

nódulos para 1985 se convierte en una operación sencilla. Equivaldría a multiplicar la extracción estimada de metal por tonelada de nódulos secos, por 15 millones de toneladas. Si se considera, sin embargo, que sólo dos compañías o grupos han indicado su intención de extraer el manganeso de los nódulos, los cálculos para este metal se basarán en cambio en 4 millones de toneladas.

Debe subrayarse que los cálculos para la producción de manganeso, así como de cobalto y otros metales secundarios, son más dudosos que los cálculos para el níquel y el cobre.

Esos dos últimos metales constituirán la base de la industria nodal; así, los esfuerzos para localizar minas convenientes se dirigen principalmente al contenido de níquel y cobre de los nódulos. Probablemente, el contenido de manganeso, cobalto y metales de proporción mínima sea de importancia secundaria, excepto en lo que respecta a los nódulos que contienen metales pesados del grupo platino⁶⁵. El cobalto y los metales secundarios aparecen en cantidades variables en los nódulos. Se sabe, por ejemplo, que en algunas zonas en la cercanía de los territorios franceses del Pacífico Sur, se encuentran amplios depósitos con alto contenido de cobalto (superior al 1,5%). Si se tiene en cuenta el bajo porcentaje de cobalto que se ha calculado en estas proyecciones (0,21%), es muy posible que el tonelaje real de producción de cobalto sea considerablemente superior a las 30.000 toneladas proyectadas para 1985. Pueden aplicarse consideraciones similares a los otros metales secundarios.

Cuadro 2

PRODUCCIÓN DE METAL A PARTIR DE NÓDULOS CALCULADA PARA 1985^a

Metal	Producción estimada (en toneladas métricas)
Manganeso	920 000
Níquel	220 000
Cobre	200 000
Cobalto	30 000
Otros metales	38 000

Fuente: Datos provenientes del cuadro 1 y de la figura 6 (excepto el manganeso, el cual se supone que solamente se extraerá de 4 millones de toneladas de nódulos).

^a Véase la nota al cuadro 1.

También puede esperarse una gran variación en la recuperación total de manganeso a partir de los nódulos. Sólo una empresa de los Estados Unidos de América ha declarado públicamente su intención de producir metal de manganeso a partir de un millón de toneladas de nódulos. En el Japón, la investigación sobre metalurgia nodular está encaminada a encontrar un proceso económico para extraer el manganeso. Si bien es posible que sólo la empresa estadounidense produzca manganeso a partir de nódulos para 1985, también es concebible que los adelantos en la investigación de los procesos permitan que tres o más empresas extraigan manganeso para esa fecha. De ahí lo incierto de la cifra proyectada de 920.000 toneladas de producción de manganeso para 1985.

3. Probables repercusiones de la minería nodular

Si se trata de evaluar las probables repercusiones de la extracción de minerales de los fondos marinos en los mercados mundiales y en las exportaciones de los países en desarrollo, es menester, además de predecir la producción de

⁶⁵ La reciente información de que se habían encontrado metales pesados del grupo platino en algunos nódulos de manganeso podría ser muy significativa, ya que el valor de los elementos trazadores del grupo platino podría exceder en forma sustancial el valor del cobre, níquel y cobalto contenidos en los nódulos (véase E/CN.11/L.343, anexo. III, párr. 37).

metales a partir de los nódulos, predecir la producción de metales a partir de las fuentes tradicionales, así como realizar las proyecciones de la demanda de estos metales. A partir de la interacción de estas variables debería ser posible evaluar el efecto probable sobre los precios. Sin embargo, la oferta y la demanda a su vez dependen de los precios. Se requeriría un modelo econométrico más bien complejo para indicar las probables repercusiones de la minería nodal en los precios, y viceversa, de los precios en la minería nodular y en la minería tradicional en tierra. Dado lo incierto de las variables principales proyectadas para un período de diez años, en este informe se utiliza un enfoque más sencillo.

El grado de entrada en el mercado se utiliza para proporcionar una primera aproximación de las repercusiones de la minería nodular. El procedimiento utilizado es calcular la parte de mercado correspondiente a cada metal que probablemente sea abastecida por la industria nodular. Sobre la base del grado de entrada en el mercado, es posible evaluar la influencia probable en los precios de los metales y calcular las repercusiones para las exportaciones mineras de los países en desarrollo.

Este enfoque equivale a tratar el suministro de metales provenientes de nódulos como una variable independiente. Ese método es aceptable si se supone que la explotación minera de nódulos seguirá siendo lucrativa durante todo el período, y si se toma en cuenta la naturaleza de producto compuesto y subproducto de la industria de nódulos⁶⁶. Considerando los inconvenientes de otros métodos posibles, el enfoque de penetración de mercado parece ofrecer una primera aproximación útil a la magnitud de los problemas de que se trata⁶⁷.

a) Níquel

Los usos más importantes del níquel se encuentran en la fabricación de acero inoxidable, en las aleaciones y en galvanoplastia. El níquel imparte determinadas propiedades a las aleaciones, tales como el aumento de fuerza y resistencia a la corrosión, que no pueden obtenerse económicamente por otros medios. Constantemente se descubren nuevos aceros y aleaciones. Más del 40% del consumo de níquel está en la elaboración de acero inoxidable, cuyo mercado ofrece perspectivas muy buenas para un crecimiento futuro⁶⁸. El níquel tiene también otros usos menores y su aplicación aumenta constantemente. El consumo mundial aumentó a una tasa media de 6,5%, calculada anualmente de 1947 a 1970. Algunos factores se han combinado para producir una caída de la demanda en 1971, pero el mercado se ha recuperado desde

⁶⁶ El aspecto fundamental de la economía de nódulos es el carácter de coproducto y subproducto de la industria. El método de nódulos dará por resultado la producción simultánea de varios minerales. Según el proceso metalúrgico particular empleado, algunos minerales constituirán la producción primordial del proceso (productos compuestos), mientras que otros minerales podrán obtenerse también si se incluyen etapas adicionales de elaboración en el diseño de la planta (subproductos). Los metales menores en nódulos, como el molibdeno, el vanadio, el zinc, la plata y otros, pueden producirse ya sea como productos compuestos o como subproductos. En la mayoría de los procesos que se examinan, el manganeso podría obtenerse como subproducto. Esta distinción es importante por el hecho de que en la obtención del subproducto debe considerarse sólo el costo adicional (marginal) comprendido en la elaboración subsiguiente de los desechos, sin tener en cuenta todos los demás costos anteriores tales como los de la explotación minera, el transporte y las etapas iniciales de la elaboración. La obtención del subproducto sólo se emprenderá si el ingreso adicional derivado de la venta de esos productos es mayor que los costos adicionales en que se incurre en la elaboración subsiguiente requerida, después de obtener los minerales principales.

⁶⁷ El afinamiento de este enfoque podría merecer estudios adicionales.

⁶⁸ En especial, en la industria automotriz, los equipos de control de la contaminación, las plantas de desalación, la industria química, la refinación del petróleo, la industria del gas licuado y algunas industrias relacionadas con los océanos.

entonces y las perspectivas futuras son de una tasa mínima de 6% de crecimiento a largo plazo.

La oferta se concentra considerablemente en unos pocos países industriales. La posición dominante del Canadá, sin embargo, ha ido declinando de alrededor del 94% del total explotado en los países de economía de mercado en 1950, al 73% en 1960 y a aproximadamente el 58% en 1970. Sólo tres países, el Canadá, Francia (Nueva Caledonia) y la Unión Soviética, representaron el 74% de la producción minera mundial en 1972. La producción de los países en desarrollo ha ido aumentando pero aún representaba menos del 13% de la producción total en 1972.

Para los fines de la evaluación de la probable repercusión de la explotación minera de nódulos, se formularon algunos supuestos: 1) la demanda aumentaría a una tasa anual acumulativa de 6% hasta 1985; 2) la participación de los países en desarrollo en la producción minera mundial aumentaría al 20% (13% en 1972)⁶⁹; 3) la producción de metal extraído de nódulos sumada a la producción por fundición de minerales terrestres equivaldría al consumo total; 4) la producción mediante fundición representaría, en 1972, el 94% del tonelaje de menas terrestres.

Sobre la base de estos supuestos, se calcula que la producción de nódulos podría representar alrededor del 18% de la demanda total para 1985. Esta considerable penetración de mercado puede tender a disminuir un tanto los precios del níquel. Podrían abandonarse algunos proyectos de níquel, de alto costo, pero es probable que no resulten seriamente afectados los productores tradicionales, en su mayoría. En realidad, la producción de fuentes terrestres tendría que aumentar en el 70% aproximadamente del nivel de la producción minera de 1972 para hacer frente a la demanda mundial. Sin embargo, la mayor parte de este aumento se requeriría antes de 1980; más adelante, casi todos los aumentos adicionales de la demanda se satisfarían mediante la industria de nódulos. Habida cuenta de las crecientes dificultades relativas al medio ambiente que dan por resultado costos ascendentes en los países industriales y los diversos proyectos que se examinan en los países en desarrollo, es posible que la participación de la producción minera de los países en desarrollo en 1985 sea, en realidad, superior al 20%.

b) Cobre

La conductividad eléctrica y la resistencia a la corrosión hacen que el cobre sea muy valioso en la elaboración de equipos eléctricos, cables y alambres para comunicaciones y líneas de transmisión eléctrica, artefactos eléctricos, tubos y chapas para la construcción y las industrias químicas, aleaciones y varios otros usos. A pesar de la competencia del aluminio en determinadas esferas, así como la de los plásticos, el vidrio y otros materiales, la demanda de cobre ha ido creciendo en una media de 5% por año en los dos últimos decenios. La demanda ha sido especialmente fuerte a partir de 1972 y, como la oferta no pudo seguir el ritmo de la demanda, los precios subieron, alcanzando a fines de 1973 y comienzos de 1974 niveles sin precedentes, superiores a 1,10 dólares estadounidenses por libra⁷⁰.

Las perspectivas a largo plazo del mercado son muy atractivas. Se prevé que la demanda crecerá entre 4 y 5% por año hasta fines de este siglo. En respuesta a las condiciones favorables de la demanda, los productores están ampliando su

⁶⁹ No se dispone de un estudio amplio de la capacidad minera planeada; sin embargo, considerando los grandes proyectos en construcción o en etapa de planificación en las Filipinas, Indonesia, Guatemala, República Dominicana, Colombia, Venezuela, Brasil, Botswana y Burundi, es razonable suponer que la participación de la producción minera de los países en desarrollo represente probablemente para 1985 por lo menos el 20% del total mundial.

⁷⁰ *Metals Week*, 4 de febrero de 1974.

Cuadro 3
CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN EN EL MERCADO DE
NÍQUEL OBTENIDA DE NÓDULOS EN 1985

(En miles de toneladas métricas)

	1972*	Cálculos para 1985	
		Tonelaje	Porcentaje
Producción minera mundial:			
Países en desarrollo	79,5	210 ^c	(17) ^d
Países industriales	545,6	850 ^c	(65) ^d
TOTAL	625,1	1 060 ^a	(82) ^d
Producción total mediante fun- dición (menas terrestres)	587,5	1 000 ^{ab}	82
Producción obtenida de nódulos	—	220 ^b	18
Consumo total (no incluye la chatarra)	573,6 ^e	1 220 ^e	100

* Fuente: *World Metal Statistics*, enero de 1974.

^a El rendimiento medio de beneficio del metal proveniente de menas es igual al de 1972 (94%).

^b La producción mediante fundición de menas terrestres más la producción obtenida de nódulos equivale al consumo total (equilibrio a largo plazo de la oferta y la demanda).

^c Los países en desarrollo que producen aproximadamente el 20% de la producción minera mundial.

^d Reducido en un 94%.

^e No incluye el volumen considerable de uso directo de níquel en forma de chatarra.

capacidad minera y de fundición. Se espera que la capacidad minera fuera del bloque de las economías de planificación central aumente en un 45% entre 1972 y 1978⁷¹.

La producción de cobre es mucho menos concentrada que la de los otros tres metales principales que han de beneficiarse de los nódulos. Unos 56 países explotan más de mil toneladas de cobre (contenido metálico) por año. Los países industriales son los mayores productores y consumidores. Los Estados Unidos, la Unión Soviética y el Canadá solos explotaron en 1972 unos 3,3 millones de toneladas de cobre, o sea el 46% del total mundial. Los países en desarrollo, que representan el 42% de la producción minera total (1972) son con mucho los exportadores principales. En 1971, último año respecto del que se dispone de estadísticas comparables, las exportaciones netas de los países en desarrollo en todas las

⁷¹ International Wrought Copper Council, *Survey of Planned Increases in World Cooper Mines, Smelter and Refinery Capacities, 1972-1978*, Londres, 1973, págs. 6 y 7.

formas (cobre en menas, concentrados, burbujas y en forma refinada) representaron casi 2 millones de toneladas, o sea el 73% de las exportaciones mundiales netas de cobre⁷².

Se prevé que la producción obtenida de nódulos tendrá una repercusión muy escasa en los mercados del cobre hacia 1985. Si la demanda de cobre refinado crece a una tasa media de 5% por año, para 1985 sería de 14.900.000 toneladas aproximadamente. En cambio, se espera que la producción obtenida de nódulos alcance a unas 200.000 toneladas o sea el 1,3% del consumo total. Quizás el patrón más importante para medir la repercusión probable de la explotación de nódulos en los mercados de cobre sea la producción proveniente de nódulos como parte de las importaciones netas de los países industriales. Por ejemplo, en 1971, las importaciones netas de 2,2 millones de toneladas representaron aproximadamente el 33%⁷³ del consumo total de esos países⁷⁴. Suponiendo que las importaciones netas de los países de economía de mercado avanzado llegaran todavía a un tercio de su consumo total de cobre en 1985, la producción proveniente de nódulos equivaldría a sólo el 5,5% de las importaciones netas requeridas. Dicho de otro modo, la producción proveniente de nódulos estaría desplazando alrededor de 200.000 toneladas de las 3.630.000 toneladas aproximadas de importaciones netas que se considera probable que los países de economía de mercado avanzado necesiten en 1985⁷⁵.

c) Manganeso

Como se ha destacado antes, hay bastante incertidumbre respecto de los cálculos de obtención de manganeso a partir

⁷² La recuperación creciente de chatarra, las reservas liberadas por el Gobierno de los Estados Unidos y una expansión más acelerada de la producción minera en los países industriales han dado por resultado una disminución de la proporción de las exportaciones netas de los países en desarrollo en el consumo mundial total de cobre refinado: del 31,2% en 1968 al 27,4% en 1971.

⁷³ Es probable que esa participación aumente durante el período que se examina. Por ejemplo, se sabe que del aumento de la capacidad minera planeada para 1972-1978, el 52% de la expansión tendría lugar en los países en desarrollo. International Wrought Copper Council, *op. cit.*, págs. 6 y 7.

⁷⁴ Las estadísticas comerciales del cobre del bloque económico de planificación central no son lo bastante completas para una comparación internacional. Según las cifras disponibles, el comercio neto es escaso, totalizando de 20 a 50.000 toneladas de importaciones o exportaciones, según el año.

⁷⁵ A modo de comparación, las importaciones netas alcanzaron en 1971 a 723.000 toneladas en el Japón, 472.000 toneladas en la República Federal de Alemania, 371.000 toneladas en el Reino Unido, 308.000 toneladas en Francia, 260.000 toneladas en Italia, 130.000 toneladas en Bélgica y 115.000 toneladas en los Estados Unidos. Para 1985 tal vez se dupliquen esos volúmenes de importaciones netas.

Cuadro 4

ESTADÍSTICAS DEL COBRE: PRODUCCIÓN MINERA, CONSUMO DE COBRE REFINADO Y EXPORTACIONES
NETAS DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO Y DE LOS PAÍSES INDUSTRIALES, 1968-1972

(En miles de toneladas métricas)

	1968	1969	1970	1971	1972
Producción minera	5 473,6	5 949,3	6 372,6	6 460,9	7 022,0
Países en desarrollo	2 399,1	2 534,2	2 582,3	2 652,4	2 939,4
Países industriales	3 074,5	3 415,1	3 790,3	3 808,5	4 082,6
Consumo de cobre refinado^a	6 500,2	7 143,2	7 248,5	7 302,7	7 886,1
Países en desarrollo	437,7	519,5	540,3	634,7	680,7
Países industriales	6 062,5	6 623,7	6 708,3	6 668,0	7 205,4
Exportaciones netas^b	2 623,2	2 719,4	2 823,1	2 722,0	inc.
Países en desarrollo	2 027,3	2 199,1	2 175,0	1 999,3	inc.
Países industriales	595,9	520,3	648,1	722,7	inc.

Fuente: *World Metal Statistics*, agosto de 1973 y enero de 1974.

^a Abarca chatarra y reservas liberadas por el Gobierno de los Estados Unidos.

^b En todas las formas: menas, concentrados, burbujas y cobre refinado.

de nódulos. Cualquier evaluación de su posible repercusión sobre los mercados de manganeso debe observarse, por lo tanto, como una primera aproximación precaria.

Alrededor del 95% de la producción de menas de manganeso se utiliza en la industria siderúrgica principalmente en forma de ferromanganeso. Existen reservas muy grandes de manganeso en muchos países, tanto industriales como en desarrollo. La apertura de algunas grandes minas modernas de tajo abierto y la utilización de transportadores económicos de menas a granel contribuyeron a una rápida caída de precios en los últimos dos decenios (sin embargo, los acontecimientos del año pasado han conducido a un rápido aumento de los precios del manganeso). La demanda de manganeso es bastante rígida; en consecuencia, la oferta adicional tiende a disminuir los precios.

El contenido calculado de manganeso en menas explotadas en 1971 fue de 8,3 millones de toneladas, de las cuales el 46% se produjo en los países en desarrollo⁷⁶. Las estadísticas comerciales detalladas de que se dispone respecto de 1969 indican que de 3,7 millones de toneladas de manganeso en menas exportadas durante ese año, el 56% tuvo su origen en países en desarrollo⁷⁷. No hay estadísticas mundiales comparables sobre el consumo, pero dado el carácter de los mercados de manganeso sería lícito suponer que la demanda total es equivalente a la producción mundial⁷⁸. Suponiendo que la demanda de manganeso seguirá expandiéndose a una tasa media anual de 5%, para 1985 la demanda mundial sería aproximadamente de 16,4 millones de toneladas de manganeso en menas.

El cálculo provisional de la producción de manganeso obtenido de nódulos para 1985 asciende a 920.000 toneladas que representan solamente el 5,6% de la demanda mundial estimada para dicho año. No obstante, considerando que los países con economía de planificación centralizada son en conjunto exportadores netos de manganeso, la producción obtenida de nódulos se destinará a las necesidades de los países adelantados con economía de mercado. La producción procedente de nódulos puede cubrir casi el 13% de lo que necesitan importar estos países para 1985⁷⁹. Dado el carácter bastante inelástico de la demanda de manganeso⁸⁰, y la capacidad de los proveedores tradicionales para continuar aumentando la producción durante muchos años con sólo modestas inversiones, la oferta adicional procedente de los fondos marinos probablemente deprimirá los precios de mercado. Además, si se obtuviera manganeso de diez millones de toneladas de nódulos⁸¹ en vez de los 4 millones que se suponen aquí, la producción procedente de nódulos podría representar aproximadamente un tercio de lo que necesitan importar los países adelantados con economía de mercado. En ese caso, el desequilibrio del mercado sería mucho mayor y los precios bajarían considerablemente.

⁷⁶ Naciones Unidas, *Statistical Yearbook*, 1973 (cifras provisionales).

⁷⁷ Véase "Problemas del mercado mundial del mineral de manganeso" (TD/B/C.1/105).

⁷⁸ En realidad, la producción ha sido algo más baja en los últimos años debido a las considerables reservas liberadas por el Gobierno de los Estados Unidos.

⁷⁹ Si para esa fecha la porción del mercado correspondiente a los países adelantados con economía de mercado sigue siendo la misma que en 1969 (57%), este grupo de países consumirá aproximadamente 9,3 millones de toneladas de manganeso. Además, si se supone que, como sucedió en 1969, aproximadamente el 78% de las necesidades de los países adelantados con economía de mercado serán importadas, esto ascenderá a 7,3 millones de toneladas de mineral de manganeso.

⁸⁰ Véase "Manganese Ore: Brief review of main problems and possible forms of action" (TD/B/C.1/131/Add.4), pág. 3, y "Efectos de la extracción de manganeso de los fondos marinos, con especial referencia a sus efectos sobre los países en desarrollo productores de ese mineral" (TD/B/483).

⁸¹ Una operación de 1 millón toneladas-año y tres operaciones de 3 millones toneladas-año.

Es probable que los países en desarrollo exportadores de manganeso resulten significativamente afectados por la explotación de los nódulos. Es difícil evaluar la importancia de este efecto, dada la actual estructura del mercado. La mayoría del comercio de los países con economía de mercado requiere transacciones desde las filiales situadas en los países productores a las compañías matrices — generalmente grandes productoras de acero — radicadas en países industriales. Este amplio "mercado encerrado" no resultará probablemente muy afectado en términos de volumen, aunque puede que disminuya el valor registrado de las transacciones. Los más afectados serán algunos productores antiguos que tienen elevados costos debidos a minerales de baja ley, largas distancias desde la mina al puerto, e instalaciones portuarias inadecuadas.

Hay tres países en desarrollo, el Brasil, el Gabón y la India, cada uno de los cuales exporta anualmente 30 millones de dólares de mineral de manganeso y de ferromanganeso. El Zaire, Ghana y Marruecos exportan menos de 10 millones de dólares cada uno y otros cuantos países exportan menos de 2 millones de dólares cada uno. Las exportaciones de manganeso constituyen una fuente importante de moneda extranjera solamente en el caso del Gabón, donde representa el 20% del valor total de las exportaciones. Para los demás países en desarrollo que son importantes productores de manganeso, las exportaciones de manganeso representan el 2% o menos del total de las exportaciones.

d) Cobalto

El cobalto es un metal caro con un mercado relativamente pequeño. Se utiliza en diversos productos industriales, tanto metálicos como no metálicos. Probablemente, la principal característica de este metal es su resistencia a las altas temperaturas, pero también posee importantes propiedades magnéticas y químicas que le hacen especialmente adecuado para diversas industrias de tecnología avanzada en rápida expansión⁸². A precios considerablemente más bajos el cobalto podría reemplazar a otros metales no ferrosos⁸³. Un mercado potencial de especial interés es el de electrochapado en el que el níquel fue sustituido por el cobalto durante la huelga del níquel de 1969.

El cobalto se produce principalmente como subproducto de la minería del cobre y del níquel. El Zaire es con mucho el mayor productor, pues aporta dos tercios de la producción minera total. Mediante laboreo selectivo de minerales de cobre ricos en cobalto, el Zaire ha ajustado tradicionalmente la oferta a las condiciones de la demanda. La producción de cobalto como subproducto en otros países ha aumentado rápidamente, y los nuevos proyectos mineros emprendidos en Filipinas, Australia, Nueva Caledonia, Canadá y Zambia se espera que aumenten el suministro para mediados del decenio de 1970.

Las estadísticas de la producción y consumo de cobalto son generalmente incompletas y frecuentemente contradictorias. Esto no es sorprendente debido a que el cobalto se produce como subproducto, y a su valor relativamente pequeño dentro del comercio mundial de productos básicos. La producción minera registrada ascendió en promedio a 23.000

⁸² La industria de vehículos de motor puede convertirse en un principal consumidor de cobalto en las aleaciones resistentes al calor para la fabricación de turbinas de gas y como catalizador de los gases de escape en motores de chorro. J. D. Corrick, "Cobalt", *U. S. Bureau of Mines Minerals Yearbook* (tirada anticipada), 1972.

⁸³ En este informe se señaló que no podría predecirse la elasticidad a largo plazo sin nuevas investigaciones. Véase "La explotación de los recursos minerales de los fondos marinos fuera de los límites de la jurisdicción nacional: problemas relativos a la política internacional sobre productos básicos — Estudio sobre el cobalto" (TD/B/449/Add.1), págs. 3 a 6.

Cuadro 5

COBALTO: PRODUCCIÓN MINERA MUNDIAL ^a

(Co. contenido en toneladas métricas)

Pais	1970	1971	1972 ^b
Países adelantados	5 350	5 130	5 520
Australia	470	310	740 ^c
Canadá	2 070	1 960	1 880
Finlandia	1 270	1 270	1 270
URSS	1 540	1 590	1 630
Países en desarrollo	18 500	16 600	17 740
Cuba	1 540	1 540	1 540
Marruecos	600	980	1 150
Zaire	13 960	12 000	13 000 ^c
Zambia	2 400	2 080	2 050
TOTAL	23 850	21 730	23 260

Fuente: J. D. Corrick, "Cobalt" U. S. Bureau of Mines Minerals Yearbook (tirada anticipada), 1972, pág. 5.

^a Además de los países enumerados, se sabe que Bulgaria, Chipre, España, Estados Unidos, Nueva Caledonia, Noruega, la República Federal de Alemania, Polonia y Suecia producen minerales (cobre, níquel y/o pirita) de los que pueden obtenerse cantidades de cobalto, pero la información disponible no es adecuada para hacer cálculos fidedignos sobre los niveles de producción. Otros países pueden también producir cobalto como subproducto de minerales y concentrados de otros metales.

^b Preliminar.

^c Cálculo.

toneladas entre 1970 y 1972, de las cuales aproximadamente el 76% fueron producidas por países en desarrollo (véase el cuadro 5). Los cálculos del consumo deben tener en cuenta el metal producido a partir de mineral, el uso de desechos y las cantidades liberadas de las reservas del Gobierno de los Estados Unidos. Se calcula⁸⁴ que de 1969 a 1971 el consumo fuera de los países con economía de planificación contralizada ascendió a una media de 23.800 toneladas por año, habiendo crecido a una tasa anual media del 6,2% durante la década anterior.

A efectos de este estudio, se supone una tasa anual del 6% para el período 1972-1980, que se aumenta al 8% durante 1981-1985⁸⁵.

La demanda mundial para 1985 se proyecta en 60.000 toneladas frente a una producción posible de 30.000 toneladas procedente de nódulos. Esto dejará otras 30.000 toneladas a los proveedores tradicionales. Cabe esperar que el precio del cobalto comience a bajar cuando la producción procedente de nódulos llegue al mercado, y para 1985 se supone que valdrá dos tercios del nivel actual, es decir, aproximadamente, 2 dólares la libra.

Ahora bien, si la demanda no crece tan rápidamente como sugiere este informe, o si la producción de cobalto a partir de nódulos resulta ser considerablemente superior a 30.000 toneladas, la presión sobre los precios del cobalto será mucho mayor. En ese caso, los precios pueden bajar al nivel del precio del níquel, ya que en ese caso el cobalto puede usarse como sustituto para algunos usos del níquel. En efecto, es

⁸⁴ TD/B/449/Add.1, pág. 5.

⁸⁵ Para el período 1972-1980 se trata de una simple extrapolación de anteriores tendencias basadas en que continúen las condiciones reinantes (precios elevados, es decir, 3,10 dólares la libra; escasez relativa; usos finales similares). No obstante, es evidente que cuando llegue al mercado una producción sustancial extraída de nódulos bajarán los precios. La industria de nódulos tratará ciertamente de dilatar el mercado del cobalto ofreciendo un suministro continuo a bajos precios. Por tanto, se supone una tasa de crecimiento anual de un 8% para la demanda de cobalto para el período 1981-1985, que es el período durante el que se espera que habrá abundante suministro de cobalto procedente de nódulos.

probable que esta situación se presente en la segunda mitad del decenio de 1980.

e) Resumen

Se espera que para 1985 la industria de los nódulos se convierta en una importante fuente de minerales (véase el cuadro 6). La repercusión de la producción procedente de los fondos marinos en los mercados mundiales variará considerablemente para los cuatro metales principales. Para esa fecha, los nódulos serán la fuente más importante del cobalto, ya que suministrarán por lo menos la mitad del mercado mundial con precios que bajarán aproximadamente a dos tercios del nivel actual. La situación del manganeso presenta muchas incertidumbres. Su obtención de nódulos puede representar el 13% de las necesidades de importación de los países adelantados con economía de mercado, lo que producirá una baja del 50% por lo menos en el precio del metal manganeso, y cierto descenso en los precios de mineral de manganeso y de ferromanganeso. El mercado del níquel resultará afectado por la producción procedente de nódulos ya que ésta representará probablemente más de un cuarto de las necesidades de importaciones de los países industriales (cuadro 6); considerando el carácter elástico de la demanda de níquel, sólo se espera un leve descenso en su precio. La producción de cobre tendrá una pequeña repercusión en el mercado de ese metal; puede representar hasta el 5,5% de las necesidades netas de importaciones de los países adelantados con economía de mercado.

4. Perspectivas a largo plazo de la minería de nódulos

El crecimiento continuo a largo plazo de la industria de nódulos dependerá de su relativa posición competitiva frente a otras fuentes de suministro de metales, principalmente la minería terrestre y el reciclaje. La relativa posición competitiva de estas otras fuentes de suministro de minerales dependerá a su vez de las condiciones del mercado, de las innovaciones tecnológicas y de posibles limitaciones institucionales.

El marco institucional para la explotación de los recursos de la zona internacional podría consistir en una reglamentación que estableciera una planificación racional a largo plazo del aprovechamiento de los nódulos. Esta cuestión se examina en el capítulo siguiente. Ahora bien, es evidente que los controles o reglas que se adopten estarán destinados a orientar la explotación de los nódulos según una pauta algo diferente de la que surgiría del libre juego de las fuerzas del mercado. No obstante, queda por ver cuál sería el destino más probable de la explotación a largo plazo de los nódulos si estuviese regida exclusivamente por las fuerzas del mercado. Partiendo de la información disponible, sólo pueden hacerse consideraciones de carácter general sobre las perspectivas a largo plazo de la minería de los nódulos.

Las consecuencias de la obtención de productos coexistentes y subproductos extraídos de los nódulos se harán patentes cuando se estudie la inversión en nuevos proyectos. En esencia, se emprenderán proyectos para el aprovechamiento de los nódulos en condiciones de mercado libre⁸⁶, siempre que la perspectiva de los rendimientos de las inversiones sea mejor que la tasa de rendimiento esperada en otras inversiones posibles en la minería tradicional. La información disponible parece indicar que la primera generación de minería de nódulos será sumamente rentable (véase la sección III.5). En cuanto las primeras empresas entren en funcionamiento y demuestren tener el éxito financiero que se espera, el interés de los inversionistas aumentará. Pero cuando las

⁸⁶ Parece razonable esperar que algunos de los principales países importadores de minerales estarán dispuestos a subvencionar la minería de nódulos, si fuera necesario, para que logre un mínimo de autosuficiencia. En este caso, la industria de los nódulos podría crecer más allá del nivel que justifiquen las condiciones del mercado por sí solas.

Cuadro 6

MANGANESO, NÍQUEL, COBRE Y COBALTO: PRODUCCIÓN PROBABLE PROCEDENTE DE NÓDULOS, CÁLCULO DE LA DEMANDA MUNDIAL Y DE LAS NECESIDADES NETAS DE IMPORTACIONES DE LOS PAÍSES INDUSTRIALES EN 1985

(En miles de toneladas métricas)

	Producción probable procedente de nódulos	Demanda mundial estimada	Producción procedente de nódulos como porcentaje de la demanda mundial	Necesidades netas probables de importaciones de los países industriales ^b	Producción procedente de nódulos como porcentaje de las necesidades netas probables de importaciones de los países industriales
Manganeso	920	16 400	6	7 300	13%
Níquel	220	1 220	18	770	26%
Cobre	200	14 900	1,3	3 600 ^a	5,5%
Cobalto	30	60 ^a	50	^c	^c

Fuente: *World Metal Statistics; Naciones Unidas, Statistical Yearbook*; UNCTAD, "Problemas del mercado mundial del mineral de manganeso" (TD/B/C.1/105).

^a Excluidos los países de economía planificada.

^b Suponiendo que las necesidades de importación neta sean proporcionalmente las mismas que en 1972.

^c No se dispone de cifras.

primeras empresas mineras aumenten sus operaciones y llegue la segunda ola de inversionistas, pueden surgir algunas presiones del mercado que cambien el panorama de los beneficios de la industria.

Tras el primer decenio de operaciones, las nuevas expansiones de la industria probablemente producirán una disminución de los rendimientos medios a un ritmo mayor que las posibles reducciones de los costos operacionales que lógicamente resultarán de una mayor productividad y de la creación de sistemas más avanzados. El momento y la medida en que probablemente baje el precio de cada mineral dependerá del volumen relativo de la oferta procedente de nódulos comparada con su demanda mundial y con el costo comparativo de la producción en tierra. Normalmente, a medida que el mineral proveniente de nódulos se haga más abundante, su precio tenderá a descender al nivel de su sucedáneo más importante.

Se espera que una de las primeras víctimas de este fenómeno sea el cobalto. Para 1985, aproximadamente la mitad de la demanda mundial será probablemente suministrada por los productores de nódulos. A medida que entren en funcionamiento nuevos proyectos para la explotación de nódulos, el precio del cobalto terminará por descender al nivel del precio del níquel.

También se esperan cambios radicales en el mercado del metal manganeso. La producción del metal manganeso mediante una explotación de nódulos de un millón de toneladas-año puede ser dos veces mayor que el mercado mundial proyectado en 1980 para el manganeso en forma metálica. Como consecuencia de ello, el precio de este metal bajará en forma pronunciada y finalmente habrá de estabilizarse en un precio aproximado al actual del ferromanganeso, al que probablemente sustituirá en la industria del acero. Naturalmente, esto significa un cambio fundamental en la industria del manganeso, con serias consecuencias para los productores tradicionales de mineral y de ferromanganeso.

La eventual sustitución del ferromanganeso por el metal manganeso en la industria del acero será simplemente una cuestión de costo competitivo. El carácter marginal de la obtención de manganeso de la mayoría de los sistemas ofrece un incentivo más a la minería de los fondos oceánicos para crear nuevos procesos metalúrgicos que reduzcan el supuesto costo elevado de la fase de separación del manganeso. La magnitud del incentivo sería ciertamente enorme; por ejemplo, incluso a 200 dólares por tonelada⁸⁷ (en vez

⁸⁷ 200 dólares por tonelada es el precio de mercado para el ferromanganeso estándar de los Estados Unidos que contiene el 78% de manganeso.

del precio actual de 730 dólares por tonelada para el metal manganeso) la obtención de metal manganeso aumentaría los ingresos brutos de las empresas explotadoras de los nódulos en un 50%. Por tanto, cabe esperar que antes de finales del decenio de 1980, se superarán probablemente los problemas técnicoeconómicos y los nódulos se convertirán en la principal fuente de manganeso para la industria mundial del acero.

Se espera que el previsto descenso agudo de los precios del cobalto y el manganeso — y posiblemente el del molibdeno entre los metales presentes en proporción mínima — no alterará sustancialmente la rentabilidad total de la industria de los nódulos. El níquel seguirá siendo la fuente más importante de ingresos, ya que representará aproximadamente del 40 al 55% de los ingresos brutos, lo que dependerá de que se obtenga o no manganeso (véase la sección III.5). La presión real sobre las perspectivas económicas de la minería de los nódulos se dejará sentir cuando la producción aumente lo suficiente para producir un descenso del precio del níquel. Incluso si los precios del níquel son considerablemente más bajos, la llegada de la segunda y tercera generación de sistemas de explotación de los nódulos, con su reducción de los costos de minería, transporte y elaboración, podría mantener el atractivo económico de esta industria.

Por consiguiente, se plantea la cuestión de saber cuál será probablemente el precio mínimo del níquel. La demanda de níquel es probablemente muy sensible (elástica) a la existencia de precios bajos durante períodos suficientemente largos. Además, el níquel es un sucedáneo de varios metales. Aunque puede ser difícil determinar la medida en que el níquel puede utilizarse como sucedáneo para algunos usos del cobre, el precio mínimo del níquel podría responder al precio del cobre. Dado que la demanda mundial de cobre es 14 veces mayor que la de níquel (7.886.000 toneladas frente a 574.000 toneladas en 1972), habría cierto margen para absorber grandes cantidades de la oferta adicional de níquel en algunos usos especiales del cobre. La posibilidad de que el níquel y el cobre sean intercambiables en algunos mercados es puramente hipotética y probablemente no se producirá antes del decenio de 1990, si es que se produce. No obstante, si se produjera, cambiaría radicalmente la importancia relativa de la industria de los nódulos. En este caso, la minería de los nódulos podría crecer espectacularmente y esta industria se convertiría en una fuente importante de cobre así como en la principal fuente de cobalto, manganeso, níquel, molibdeno, vanadio y posiblemente de otros metales. Naturalmente, esta proyección solamente es válida si la Autoridad no ejerce control alguno sobre el ritmo de explotación de los nódulos.

III. La promoción del aprovechamiento racional de los recursos nodulares

Un tema que aparece repetidamente en las declaraciones oficiales y académicas sobre los nódulos de manganeso, es la necesidad de aprovecharlos con un criterio racional. Esta concurrencia de opiniones se pone de manifiesto en el párrafo 9 de la Declaración de Principios que regulan los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo fuera de los límites de la jurisdicción nacional⁸⁸, según el cual, "el régimen deberá prever, entre otras cosas, el aprovechamiento ordenado y sin riesgos y la administración racional de la zona y de sus recursos, así como la ampliación de las oportunidades de utilizarlos". Para promover el aprovechamiento racional de los recursos nodulares, será preciso identificar los principales objetivos de políticas, y examinarlos para determinar hasta qué punto pueden ser conflictivos o complementarios entre sí.

1. Identificación de los principales objetivos de políticas

En documentos académicos, y en los debates de la Comisión de fondos marinos, se han propuesto y analizado extensamente varios objetivos. Estos objetivos han sido expuestos, con diferentes grados de claridad, en la Declaración de Principios y pueden resumirse como sigue:

a) Promoción del aprovechamiento de los recursos nodulares

Desde hace algún tiempo se ha puesto en duda que los recursos minerales conocidos sean suficientes para un crecimiento sostenido del consumo material. Más recientemente, el pronunciado aumento de los precios de las materias primas ha inducido a los principales países consumidores a buscar activamente fuentes supletorias de suministros. El potencial de la industria nodular ha hecho que los países industriales que dependen de minerales importados atribuyan una elevada prioridad al desarrollo de esa industria. Esos países han efectuado, durante varios años, un vasto esfuerzo de investigación y desarrollo para resolver los problemas planteados por la extracción y la elaboración de los nódulos, gracias a lo cual la tecnología ha dejado de ser un factor restrictivo del desarrollo de esta industria.

b) La minimización de los efectos de la extracción de minerales de los nódulos en las exportaciones de minerales de los países en desarrollo

Los países en desarrollo han manifestado, comprensiblemente, su grave preocupación ante la perspectiva de una nueva industria que puede tener graves repercusiones para sus mercados. La necesidad de controlar el ritmo de explotación de los nódulos es evidente para países como Chile, Filipinas, Gabón, Ghana, Perú, Uganda, Zaire y Zambia, que dependen en alto grado de las exportaciones de minerales que podrán extraerse también de los nódulos. Para muchos de los demás países en desarrollo, las exportaciones de minerales representan una importante contribución a la posición de sus balanzas comerciales. Para ellos, una pérdida de unos pocos millones de dólares de ingresos de exportación podría ser muy grave, dadas sus crónicas dificultades de balanza de pagos. Pero el argumento de la balanza de pagos no se limita a los países en desarrollo: países industriales adelantados que son importantes exportadores de minerales y metales, como Australia, Canadá, Francia y Sudáfrica, han expresado la misma preocupación. El relajamiento de las presiones sobre la balanza de pagos es otro de los argumentos aducidos por grupos de países importadores, que piden una legislación unilateral que regule la explotación de los nódulos⁸⁹. Ello explica,

⁸⁸ Resolución 2749 (XXV) de la Asamblea General.

⁸⁹ "Si se aprueba el proyecto de ley S. 1134, la industria estadounidense empezará de inmediato a tratar de convertir los nódulos de manganeso, que ahora no son más que una curiosidad mineral, en productos que se distribuirán por todos los canales comerciales del mundo y ayudarán a los Estados Unidos a reducir el déficit de su balanza de pagos." Declaración del Sr. T. S. Ary, en nombre del American Mining Congress, formulada el 17 de mayo de 1973, véase *Mineral Resources of the Deep Seabed*, op. cit. en la nota 13, pág. 136.

pues, el considerable apoyo que ha suscitado la idea de reducir al mínimo los efectos perjudiciales para los exportadores de minerales de los países en desarrollo.

c) Medidas para asegurar la participación de los países en desarrollo en la industria de los nódulos de manganeso

Los países en desarrollo sostienen que la extrema complejidad de la tecnología para la extracción y la elaboración de nódulos, y los cuantiosos capitales requeridos (150 a 250 millones de dólares de los EE. UU., como mínimo, para cada empresa de explotación) limitarán la industria a unos pocos países suficientemente industrializados, a menos de que se arbitren medidas para que ello no ocurra así. Los países industriales menores reconocen también su incapacidad para competir con los países más industrializados en esta empresa⁹⁰. Además del potencial de la industria propiamente dicha, se prevén considerables beneficios derivados para la industria de la construcción naval, la del equipo pesado y para las industrias metalúrgicas. El Presidente de la Junta de Armadores de los Estados Unidos ha destacado la importancia crucial de la industria de los nódulos:

"Cuando esté desarrollada plenamente, la minería de aguas profundas contribuirá sin duda alguna al adelanto de la tecnología, no sólo en la industria de construcción naval sino también en la extracción de petróleo frente a las costas, y al propio tiempo aportará una contribución análoga a las ciencias marinas y a otras actividades humanas que todavía no podemos concebir"⁹¹.

d) Obtención de un máximo de ingresos para la Autoridad internacional

Desde que comenzaron las negociaciones sobre un régimen internacional para los recursos minerales de los fondos marinos, se ha supuesto que la extracción de nódulos constituiría una nueva y sustancial fuente de ingresos para la comunidad internacional. Se alega que, como los beneficios económicos más importantes de la explotación de los nódulos revertirán en las naciones industrializadas que desarrollarán la tecnología de esta industria, y que al mismo tiempo son los principales importadores de minerales, convendría obtener de las empresas explotadoras las máximas contribuciones posibles para la Autoridad internacional. Estas contribuciones se repartirían después con arreglo a criterios favorables a los países en desarrollo.

e) Conservación del medio marino

En un mundo cada vez más consciente de la interdependencia ecológica, era lógico que en la Declaración de Principios figurara una directriz en el sentido de que las actividades en la zona deberían realizarse de manera que se impida "la contaminación, impurificación y otros peligros para el medio marino incluidas las costas, y la perturbación del equilibrio ecológico del medio marino".

f) Conservación de los recursos nodulares

El rápido agotamiento de las fuentes tradicionales de materias primas que se ha producido en los últimos años en mu-

⁹⁰ Reflejo de esta preocupación es la variante C del párrafo 25 del artículo 34 del proyecto de convención que figura en el Informe de la Comisión de fondos marinos: "A los efectos de este artículo, los Estados que no hayan alcanzado un nivel de ciencia y tecnología marinas que permitan la exploración de la zona y la explotación de sus recursos, o que no tengan los recursos financieros necesarios para realizar la exploración y la explotación, serán tratados en pie de igualdad con respecto a los países en desarrollo." (*Documentos Oficiales de la Asamblea General, vigésimo octavo período de sesiones, Suplemento No. 21, vol. II, pág. 120.*)

⁹¹ *Mineral Resources of the Deep Seabed*, op. cit. en la nota 13, págs. 87 y 88.

chos países ha puesto de manifiesto la necesidad de una cuidadosa administración de los limitados recursos de nuestro planeta. La Declaración de Principios señala claramente la "protección y conservación de los recursos naturales de la zona" como un objetivo de políticas.

2. La armonización de intereses conflictivos

Algunos de los objetivos de políticas mencionados pueden, evidentemente, entrar en colisión. Un planteamiento sistemático de la administración de los recursos de los fondos marinos podría ofrecer una solución óptima, desde el punto de vista de la relación costo-beneficio, para la armonización de los conflictos, si fuera posible establecer una lista aceptable de prioridades para los distintos objetivos. La determinación de las prioridades es, desde luego, el quid de la cuestión; la Comisión de fondos marinos ha examinado a fondo estos problemas durante los últimos cinco años y parece ser que algunos factores básicos subyacentes están saliendo a la luz.

En primer lugar, los objetivos de políticas de cada país o grupo regional reflejan en gran parte sus intereses en función de: 1) las tendencias generales del mercado y 2) la posición especial de sus industrias nacionales ante la futura industria minera de los fondos marinos. El futuro puede calmar los temores de algunos países, agudizar los de otros o cambiar radicalmente su anterior perspectiva.

Se confía mucho en la viabilidad y las posibilidades futuras de la extracción de nódulos. Los dirigentes de la industria están contemplando ya la posibilidad de sistemas de segunda y tercera generación, que incluyen conceptos tan nuevos como la purificación de los nódulos a bordo de las embarcaciones. Las perspectivas de un rápido cambio de la tecnología hacen aún más difícil para la comunidad internacional concebir y determinar en la fase actual todos los métodos adecuados para administrar los recursos de los fondos marinos. Si los probables efectos de las primeras operaciones mineras sólo pueden preverse en una perspectiva amplia, ¿qué podrá decirse de los sistemas mineros de segunda y tercera generación? La rapidez del desarrollo tecnológico subraya la necesidad de conferir al mecanismo internacional suficiente flexibilidad para que pueda adaptarse a las condiciones cambiantes y adoptar las nuevas estrategias de administración de los recursos, que puedan ser necesarias para hacer frente a cualquier situación nueva.

Dado el carácter altamente dinámico de la tecnología nodular y las incertidumbres que no permiten ver con claridad el futuro del mercado, no serviría de mucho concebir estrategias políticas para hacer frente a posibles situaciones más allá de un lapso aproximado de diez años. En vista de estas consideraciones, es preciso destacar en el presente informe que las consecuencias de las políticas consideradas reflejan la estructuración de los intereses tal y como aparecen en 1974, y, por consiguiente, deberán revisarse periódicamente; y que el período adoptado para el análisis de las consecuencias de la extracción de nódulos abarca el decenio, arbitrariamente elegido, de 1976-1985.

Otro punto relacionado con la armonización de los intereses conflictivos es el concerniente a la naturaleza de los intercambios. El problema central de la explotación de este recurso es el grado de control que pueda ejercerse sobre el ritmo de explotación, si es que puede ejercerse alguno. Los diversos planteamientos de esta cuestión pueden compendiarse de manera algo simplista diciendo que se trata de la *eficiencia* (explotación libre de los recursos nodulares con arreglo a las fuerzas del mercado) contra la *equidad* (un cierto control sobre la explotación de los recursos de los fondos marinos). Los que propugnan la libre explotación opinan que las fuerzas del mercado harían expansionarse a la industria de los nódulos

en la medida en que fuera rentable⁹², garantizando así la distribución más eficiente de los recursos y beneficiando a los consumidores al satisfacer sus necesidades de mineral con el mínimo costo posible.

Este modelo de distribución de recursos, predilecto de los economistas occidentales, se deriva de varias hipótesis, no todas las cuales son confirmadas por la realidad. Es evidente que la competencia perfecta, el libre movimiento de los recursos y el acceso general a la tecnología no son características reales de la industria de los nódulos. Debe recordarse también que el modelo competitivo de distribución de recursos presupone que la actual distribución de la renta es social y políticamente aceptable. Por consiguiente, toda tendencia del mercado que pueda favorecer a los consumidores de los países industriales a expensas de los proveedores tradicionales de los países en desarrollo deberá inspeccionarse minuciosamente, con un criterio de equidad⁹³.

3. Equilibrio entre la explotación de nódulos y sus repercusiones sobre las exportaciones de mineral de los países en desarrollo

a) Enfoques básicos

Las propuestas sobre los medios y arbitrios para facilitar la explotación de nódulos minimizando al mismo tiempo sus posibles efectos negativos sobre las industrias minerales de los países en desarrollo pueden agruparse en dos enfoques generales: el compensatorio y el preventivo. Estos dos enfoques, aunque no se excluyen mutuamente, parten de premisas distintas. En virtud del enfoque compensatorio, los recursos de los nódulos se explotarían con escaso o ningún control pero con alguna forma de compensación para los países en desarrollo afectados por la explotación minera de los fondos marinos. En otras palabras, no se tomarían medidas hasta que se hubiera producido algún desequilibrio. El enfoque preventivo orientaría la explotación de nódulos para evitar desde un principio dichos desequilibrios. Pero no parece existir una solución fácil al respecto. La producción potencial del contenido mineral más importante de los nódulos (cobalto, manganeso, níquel y cobre) está en proporciones completamente distintas a la demanda mundial de estos minerales, por ejemplo, el pronóstico de producción de metal a partir de los nódulos en 1985 sería suficiente para satisfacer el 50% de la demanda estimada de cobalto, el 18% de la demanda mundial de níquel, el 6% de la demanda de manganeso y sólo el 1,3% de la demanda de cobre.

Si ha de imponerse el enfoque preventivo y ninguno de los metales en el mercado ha de verse afectado de modo importante por la producción futura extraída de los nódulos, el ritmo de desarrollo de la industria de extracción de nódulos sería efectivamente muy lento. En realidad, una sola empresa minera de explotación de nódulos, del tamaño considerado por la industria como el mínimo viable (1 millón de toneladas de nódulos secos por año), podría incluso ser demasiado grande y afectar las condiciones del mercado de cobalto. En consecuencia, parece que la armonización de los intereses presentes en conflicto requeriría una combinación de los enfoques preventivos compensatorio en una estrategia políticamente aceptable para el desarrollo de la industria de explotación de nódulos.

⁹² El equilibrio teórico en condiciones de mercado libre se alcanzaría en el punto en que nuevas unidades de inversión en la industria de extracción de nódulos no resultarían más rentables que las inversiones en proyectos mineros en tierra firme o, incluso, que otras inversiones en industrias no relacionadas con la producción minera.

⁹³ Es un hecho generalmente reconocido que una unidad adicional de ingreso es mucho más importante, en términos relativos, para los países de bajo nivel de ingreso por habitante, que para los países adelantados.

b) *Planificación a largo plazo: el enfoque preventivo*

Un enfoque apoyado por varios países consiste en considerar los recursos de los fondos marinos como complementarios de las fuentes de suministro tradicionales. Al llevar este principio general a la práctica surgen varias dificultades. Por ejemplo, cabría pensar que los recursos de los fondos marinos desempeñarían una función complementaria si se explotaran concretamente para suministrar aquella parte de la demanda que, de otro modo, no podrían satisfacer las fuentes tradicionales. El problema de esta interpretación es que la demanda, la oferta y los precios están relacionados entre sí y, si la demanda tiende a superar a la oferta, este desequilibrio produciría aumentos consiguientes de los precios hasta un nivel necesario que equilibrara de nuevo la oferta y la demanda.

Otro posible enfoque sería definir arbitrariamente el concepto de complementariedad en un sentido dinámico, es decir, en términos del aumento futuro de la demanda. Sin embargo, si toda la demanda futura de minerales extraídos de los nódulos hubiera de satisfacerse mediante esta nueva fuente, se estaría tomando una decisión política de detener el desarrollo de los productores tradicionales. Los productores existentes podrían encontrar difícil ampliar su capacidad y existiría un impedimento virtual para el desarrollo de la explotación de varios depósitos en tierra que han sido descubiertos recientemente o de los que pueden descubrirse en el futuro. Todavía está por fijarse la medida exacta en la que la repartición de la producción futura entre las fuentes terrestres y marinas sería políticamente aceptable. Además, las opiniones sobre la inversión concreta que ha de destinarse a cada una de las fuentes cambiará probablemente con el tiempo. Todavía no se conoce el factor más importante en esta consideración, es decir, la eficacia relativa (costo de producción) de la industria de explotación de nódulos en comparación con las minas terrestres.

Aun suponiendo que el enfoque de complementariedad de la explotación de los fondos marinos pudiera aceptarse en términos de una cierta participación en el aumento de la demanda de los minerales de que se tratara, todavía quedarían por resolver varios problemas prácticos. Como probablemente la producción de metales a partir de nódulos se produciría en proporciones completamente distintas a la demanda de estos minerales, ¿cuál sería la directriz básica para el ritmo óptimo de desarrollo de la explotación minera de nódulos? En numerosas ocasiones funcionarios del sector de la industria y representantes gubernamentales de los países que desarrollan sistemas de explotación minera de los nódulos han indicado que el producto más importante de la industria de explotación de los nódulos será el níquel⁹⁴. Esta posición se expone en la siguiente declaración del Director de Recursos Oceánicos del Departamento del Interior de los Estados Unidos, Sr. Leigh S. Ratiner:

“Los conocimientos actuales de que disponemos acerca de los planes de las empresas de explotación minera de los fondos marinos indican que se producirán concurrentemente tres o cuatro metales. Los adelantos futuros en la rama metalúrgica pueden permitir la extracción a escala económica solamente del contenido más valioso de cobre y níquel de los nódulos. Sin embargo, de momento, el uso de estas técnicas requerirían de la comercialización de tres o cuatro de los componentes metálicos. Si uno de estos metales encuentra una situación difícil en el mercado y es una fuente importante de ingresos, todo el proceso de producción debe orientarse hacia las oportunidades para este metal en el mercado. Como el níquel representa una

proporción importante del valor bruto de la producción minera en los fondos marinos, y como sus oportunidades en el mercado pueden restringirse durante las primeras etapas de la explotación minera de los fondos marinos, tanto por el tamaño como por la naturaleza de los mercados de níquel, puede concluirse que el níquel será el factor limitativo del crecimiento de una industria minera marina en un futuro previsible⁹⁵.

Llevando este argumento a su conclusión lógica, el Sr. Ratiner, en otra ocasión, sugirió que, con base en el aumento previsto de la demanda de níquel entre el momento actual y el año 2000, hacia ese año podrían funcionar de 20 a 90 unidades de producción, cada una con un rendimiento aproximado de tres millones de toneladas de nódulos anuales⁹⁶.

En consecuencia, parecería que la planificación a largo plazo de la explotación de los nódulos en función del aumento en la demanda del níquel sería políticamente aceptable a los países que utilizan una tecnología de explotación minera de nódulos. El ritmo de crecimiento de la industria de explotación de nódulos variaría, por supuesto, según la proporción del aumento futuro de la demanda de níquel que se le permitiera satisfacer. Además, la tasa exacta de crecimiento de la demanda de cada uno de los minerales producidos a partir de los nódulos tendría consecuencias importantes para la futura penetración en el mercado.

Para evaluar las magnitudes que intervienen en la planificación a largo plazo de la explotación de los nódulos como una función del incremento de la demanda de níquel, podrían ser de utilidad algunas cifras reales. Suponiendo que la demanda mundial futura aumentara a razón de un promedio anual de 6% (en los países de economía de mercado el incremento correspondiente al período comprendido entre 1962 y 1971 fue de 6,5%), la demanda mundial de níquel llegaría hacia 1976 a 724.000 toneladas métricas⁹⁷. En ese caso, las 41.000 toneladas en que se prevé aumentará la demanda de níquel en 1976 podrían ser abastecidas con aproximadamente 2,7 millones de toneladas de nódulos con un rendimiento medio

⁹⁵ Apéndice por Leigh S. Ratiner, a una carta de Charles N. Brower al Senador J. William Fulbright de fecha 1° de marzo de 1973, de la que se proporcionaron copias a los miembros de la Comisión de fondos marinos.

⁹⁶ Véase la exposición del Sr. L. Ratiner en la sesión del Subcomité de Minerales, Materiales y Combustibles del Senado de los Estados Unidos el 15 de junio de 1973 (véase *Mineral Resources of the Deep Seabed*, op. cit. en la nota 13). Estas cifras aparentemente se calcularon sobre la hipótesis de que una unidad de producción de 3 millones de toneladas de nódulos secos anuales obtendría un rendimiento medio de 34.000 toneladas de níquel al año, y que las proyecciones de la demanda serían las siguientes:

DEMANDA MUNDIAL ESTIMADA DE NÍQUEL

(En toneladas métricas)

	Año	Calculando una tasa de crecimiento de 2,4%	Calculando una tasa de crecimiento de 6%
a)	1975	779 000	926 000
b)	2000	1 409 000	3 974 000
c) Crecimiento de la demanda: b - a		630 000	3 048 000
d) Número aproximado de unidades de explotación minera: c ÷ 34 000		19	90

⁹⁴ En realidad, la Summa Corporation se refiere a los nódulos como “nódulos de níquel” en lugar de utilizar el término nódulos de manganeso o de ferromanganeso, generalmente empleado por la comunidad académica.

⁹⁷ Esta demanda se refiere al níquel de producción reciente. Si se tomara en consideración el empleo de chatarra, la cifra sería considerablemente mayor tal como la que figura en las proyecciones de los Estados Unidos presentadas por el Sr. Ratiner.

de 15.000 toneladas de níquel por cada millón de toneladas de nódulos secos. Con el transcurso del tiempo, este volumen puede ser muy impresionante. Por ejemplo, durante el decenio comprendido entre 1976 y 1985, el aumento de la demanda de níquel, con un ritmo de crecimiento de un 6%, llegaría a 540.000 toneladas. En 1985, podría autorizarse la elaboración de aproximadamente 36 millones de toneladas de nódulos de alta ley⁹⁸ para satisfacer este incremento de la demanda. Ese volumen de nódulos podría ser suficiente para poner en servicio activo a seis explotaciones mineras del tamaño propuesto por la Deepsea Ventures (1 millón de toneladas anuales) y diez explotaciones adicionales del tamaño que, según se informa, está planeando establecer la Kennecott Copper (3 millones de toneladas al año). En contraste con esto, los ejecutivos de la industria consideran que hacia 1985 la capacidad de la industria de nódulos será del orden de 15 ó 16 millones de toneladas de nódulos⁹⁹, cifras que coinciden con la predicción contenida en este informe (15 millones de toneladas).

La aceptación del níquel como pauta para la minería de nódulos tiene la ventaja muy importante de que garantiza los intereses de los productores de cobre de los países en desarrollo. Aunque en 1972 la demanda de cobre era alrededor de 14 veces mayor que la demanda de níquel, es probable que el volumen de producción del níquel proveniente de nódulos sea cerca de un 15% mayor que el del cobre. En esta forma, las consecuencias de las explotaciones de nódulos en los mercados del cobre sería menor durante todo el futuro que se puede prever¹⁰⁰. Por ejemplo, considerando la posibilidad poco probable de que hacia 1985 se extrajeran 36 millones de toneladas de nódulos, la producción de cobre proveniente de nódulos (468.000 toneladas) cubriría solamente un 3% de la demanda mundial.

De todos los metales contenidos en los nódulos, el papel más controvertido le corresponde quizá al manganeso.

⁹⁸ Nódulos con un contenido de níquel de 1,6%, suponiendo que existiera un rendimiento metalúrgico del 94% en la extracción del metal, con lo que se obtendría una producción de 15.000 toneladas de níquel por cada millón de toneladas de nódulos secos.

⁹⁹ A. J. Rothstein y R. Kaufman (Deepsea Ventures, Inc.) consideran que hacia 1985 tal vez estén en actividad 6 empresas mineras de nódulos. Dos de ellas, con una capacidad de 1 millón de toneladas, extraerían manganeso, a diferencia de las cuatro restantes cuya capacidad media se estima en 3,5 millones de toneladas. Si todas estas unidades llegaran a su máxima capacidad hacia 1985, se extraerían aproximadamente 16 millones de toneladas de nódulos. Véase "The Approaching Maturity of Deep Ocean Mining — The Pace Quickens", que figura en *Offshore Technology Conference, 1973 Preprints*, vol. I, págs. 323 y siguientes. El Sr. T. S. Ary, Presidente de la AMC Committee on Undersea Mineral Resources, respondiendo a un cuestionario escrito presentado por el Senador Lee Metcalf en relación con las audiencias del S. 1134, sugirió que las consideraciones de mercado probablemente limitarían la minería de nódulos a cinco explotaciones de 3 millones de toneladas anuales hacia 1986. Véase *Mineral Resources of the Deep Seabed*, op. cit., en la nota 13, pág. 183.

¹⁰⁰ Sin embargo, es importante tener presente que, con el transcurso del tiempo, el efecto acumulado de las diferentes tasas compuestas de crecimiento del níquel y del cobre podría cambiar los volúmenes proporcionales de la demanda de estos dos metales. Por ejemplo, la demanda de cobre que en 1972 era 14 veces mayor que la de níquel, podría reducirse considerablemente hacia el año 2000 si la demanda de cobre aumentara a ritmos más lentos y la de níquel a ritmos más veloces.

RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA DE COBRE Y LA DE NÍQUEL HACIA EL AÑO 2000 CONSIDERANDO TASAS ANUALES DIFERENTES DE CRECIMIENTO PARA CADA METAL

Níquel \ Cobre	Cobre		
	5%	4%	3%
6%	11	8	6
8%	6	5	4
10%	4	3	2

Cuadro 7

PRESENTACIÓN RESUMIDA DE LOS POSIBLES ESQUEMAS DE EXPLOTACIONES CONTROLADAS DE NÓDULOS^a

- a) Directriz básica: tasa de extracción de nódulos como función del aumento de la demanda de níquel:
Tasa mínima de autorización: 50% de ese aumento;
Tasa máxima de autorización: 100% de ese aumento.
- b) Limitación adicional: extracción de manganeso de nódulos: 50% de la cantidad autorizada de extracción de nódulos.
- c) Volumen total de extracción de nódulos que podría autorizarse hacia 1970 y 1985 si la demanda de níquel aumentara en un 6% anual:

	1980 toneladas	1985 toneladas
Mínimo	7 700 000	18 000 000
Máximo	15 400 000	36 000 000

- d) Volumen total de nódulos de los cuales podría autorizarse la extracción de manganeso hacia 1980 y 1985 sobre la base de los supuestos formulados en el apartado c) *supra*:

	1980 toneladas	1985 toneladas
Mínimo	3 850 000	9 000 000
Máximo	7 700 000	18 000 000

^a Las cifras que se emplean en la demanda proyectada de níquel excluyen el uso directo del níquel en forma de chatarra.

Existe una gran incertidumbre en torno a la probabilidad de extraer manganeso de los nódulos, ya que este mineral tiene un precio muy bajo comparado con el del cobre, el níquel y el cobalto. Sólo una compañía de los Estados Unidos, la Deepsea Ventures, ha anunciado planes para extraer manganeso en forma de metal puro. Esta compañía ha indicado que podría extraer 230.000 toneladas de manganeso metálico, mediante la explotación que se propone realizar de 1 millón de toneladas de nódulos anuales, cifra que sería muy superior a la que representa la demanda mundial actual de manganeso en forma metálica. Existen algunas indicaciones de que DOMA, del Japón, piensa producir manganeso de nódulos, probablemente en forma de un mineral equivalente.

Cabe esperar, sin embargo, que con el tiempo se generen fuertes presiones¹⁰¹ dentro de la industria de nódulos para extraer también manganeso. Las innovaciones técnicas en la elaboración metalúrgica reducirán finalmente el costo de la extracción de manganeso, ya sea en forma de metal puro, de ferromanganeso o de un equivalente de mineral de manganeso.

Aunque está aún por demostrarse la viabilidad comercial de la extracción en gran escala de manganeso de los nódulos, varios países en desarrollo que exportan este mineral han expresado grave preocupación por el futuro de sus minas nacionales. Dado que el manganeso puede extraerse de sólo 4 millones de toneladas de los 15 millones de toneladas de nódulos que se espera hayan sido extraídas hacia 1985 (es decir el 27%), parecería que una directriz de planificación para la extracción de manganeso, que representara el 50% del volumen total de los nódulos extraídos, podría ser aceptable para los países que explotan sistemas de nódulos.

Considerando los imponderables que entraña la predicción a largo plazo, parecería preferible que cualquier planificación de la minería de nódulos se estableciera en forma flexible para responder a los acontecimientos del mercado.

¹⁰¹ El manganeso y el hierro representarían más de un tercio del volumen de residuos que eliminan las plantas de elaboración. La reducción de los costos de eliminación de desperdicios constituiría otro incentivo económico para la extracción de este mineral, en la medida en que se tornen más estrictos los requisitos ambientales que afectan a los escoriales. Además, las consideraciones de política podrían desempeñar un papel importante en la posibilidad de inducir a algunos gobiernos a otorgar subsidios especiales para la extracción de manganeso de nódulos.

Esta flexibilidad sería más del agrado tanto de los consumidores como de los exportadores, si las decisiones de la Autoridad se adoptaran de conformidad con límites predeterminados. Por ejemplo, podría establecerse el nivel máximo en un 100% del aumento de la demanda de níquel y el nivel mínimo en un 50%. Sobre esta base, la industria de nódulos sabría que, sin perjuicio de las condiciones prevaletientes en el mercado, podría contar con la seguridad de lograr un aumento anual en la producción que equivaldría por lo menos a la mitad del incremento previsto en la demanda del mineral que sirve de pauta. Los países en desarrollo que exportan níquel, manganeso y cobre, tendrían la seguridad, por otra parte, de que el incremento máximo de la producción proveniente de nódulos no reduciría su volumen actual de producción, ya que se conciliaría la producción adicional de nódulos, por lo menos en teoría, con el aumento de la demanda.

La prolongación de los plazos en la ejecución del proyecto podría servir como un factor adicional para suavizar las repercusiones de la producción proveniente de los fondos marinos en los mercados de mineral¹⁰². Si la Autoridad internacional de los fondos marinos hubiera de iniciar, por ejemplo, en 1976, la concesión de permisos para que la minería de nódulos (licencias o empresas mixtas)¹⁰³ produjera en cantidades equivalentes al incremento previsto de la demanda mundial de níquel para ese año, el volumen de nódulos de que se trata sería aproximadamente de 2,7 millones de toneladas. Es evidente, sin embargo, que la producción comercial de metal proveniente de esos 2,7 millones de toneladas de nódulos sólo llegaría al mercado unos cuantos años después. Las empresas interesadas tendrían aún que terminar

¹⁰² Por otra parte, podría decidirse que se tomaran en cuenta los retrasos en la ejecución de los proyectos para establecer las directrices de planificación. El principio de la complementariedad se interpretaría como la concesión de autorización para la minería de nódulos, de conformidad con el incremento previsto de la demanda, correspondiente al mismo año en que ha de comenzar la producción comercial. En el ejemplo del texto, podría significar que en 1976 se daría autorización para satisfacer el incremento previsto de la demanda en 1979, suponiendo un promedio de tres años de tiempo de elaboración. En ese caso, la cifra de autorización máxima durante el período de 1976-1985 sería 43 millones de toneladas de nódulos.

¹⁰³ Si, por el contrario, la Autoridad decidiera emprender directamente la explotación de nódulos, se simplificarían en gran medida las cuestiones de control.

sus proyectos de inversión, hacer los arreglos financieros, construir el sistema minero y la planta de elaboración, y cumplir las pruebas finales, antes de iniciar la producción comercial. Este período de preparación sería de un mínimo de dos años en casos excepcionales, pero más probablemente de tres a cinco años para la mayoría de las firmas¹⁰⁴.

¿Cuáles serían las repercusiones probables de las explotaciones de nódulos que siguieran las directrices precedentemente descritas? Se podría formular una primera aproximación sobre la base de los siguientes supuestos: 1) el volumen total de nódulos (y de extracción de manganeso) que se autorizaría cada año se acordaría de hecho mediante contratos celebrados con las partes interesadas; 2) el período medio para la comercialización de los minerales sería de tres años, contados a partir del contrato original (si los primeros contratos de empresas mixtas o 3) todas las empresas iniciarían sus operaciones a plena capacidad y mantendrían ese nivel en lo sucesivo; 4) la extracción media por cada millón de toneladas de nódulos secos sería la siguiente: 15.000 toneladas de níquel; 13.000 toneladas de cobre; 2.000 toneladas de cobalto y 230.000 toneladas de manganeso (si se llegara a extraerlo).

Como puede verse en el cuadro 8, la producción minera potencial proveniente de nódulos, dentro de las limitaciones de las directrices de planificación, puede ser muy cuantiosa. Debe entenderse, sin embargo, que éstas son cifras hipotéticas. La autorización máxima representaría un potencial equivalente a una producción de metal proveniente de nódulos que excedería en alrededor de un 50% a la producción que probablemente tendría lugar en condiciones de competencia perfecta. De acuerdo con la autorización mínima, la producción de níquel, cobre y cobalto sería inferior aproximadamente en un 25% a las cantidades que contemplan los planes actuales de la industria, aunque la extracción estimada de manganeso permanecería irrestricta (véase cuadro 2).

¹⁰⁴ Es concebible, por otra parte, que una vez que hayan quedado claramente definidas las reglas del juego, los dirigentes de la industria pudieran programar las actividades de su programa de aplicación en forma tal que abreviaran el tiempo que media entre la autorización y la producción comercial.

Cuadro 8

PRODUCCIÓN MINERA HIPOTÉTICA A PARTIR DE NÓDULOS, BASADA EN LA APLICACIÓN PLENA DE LAS DIRECTRICES DE PLANIFICACIÓN^a

(En toneladas métricas)

	Níquel	Manganeso	Cobalto	Cobre
Producción potencial a partir de 1980				
Autorización mínima	42 000	320 000	5 500	36 000
Autorización máxima	84 000	640 000	11 000	72 000
Producción potencial hacia 1985				
Autorización mínima	175 000	1 300 000	23 000	150 000
Autorización máxima	350 000	2 600 000	46 000	300 000
Demanda mundial calculada:				
1980	914 000	12 900 000	44 000	11 650 000
1985	1 220 000	16 400 000	70 000	14 900 000
Proporción del mercado mundial en 1980				
Autorización mínima	4,6%	2,5%	12,5%	0,3%
Autorización máxima	9,2%	5,0%	25%	0,6%
Proporción del mercado mundial en 1985				
Autorización mínima	14,3%	7,9%	33%	1%
Autorización máxima	28,6%	15,8%	66%	2%

^a Véase el cuadro 7. Se supone un tiempo medio de 3 años hasta la conclusión del proceso productivo.

Cabría concluir que las directrices de planificación que se han ejemplificado más arriba están bastante de acuerdo con los planes de la industria de nódulos. Estas directrices, con todo, contribuirían en gran medida a apaciguar los temores expresados en repetidas oportunidades por los países en desarrollo que exportan minerales, de que la industria de nódulos condenará a muerte a sus respectivas industrias mineras nacionales.

La eficacia que tenga cualquier sistema para regular el ritmo de explotación de nódulos dependerá, por supuesto, del grado de amplitud de la zona internacional. Si se adoptan límites extensos para las jurisdicciones nacionales, es probable que algunos depósitos de nódulos de interés comercial queden comprendidos dentro de la jurisdicción nacional, y por consiguiente fuera del control de la Autoridad internacional. Ya se han encontrado algunos depósitos de alta ley en la proximidad de zonas costeras.

El enfoque de planificación ejemplificado en este informe es sólo una de varias soluciones posibles. Cualquiera que sea la estrategia de planificación que se considere adecuada para armonizar los intereses en conflicto en la explotación de los recursos de los fondos marinos, será necesario definir los instrumentos reguladores con considerable precisión¹⁰⁵. Es evidente que el régimen internacional que se está negociando en la actualidad no podrá, ni siquiera en sus normas, reglas y procedimientos detallados, predeterminar todos los procedimientos administrativos que ha de adoptar el sistema internacional, ya que, de lo contrario, casi no sería necesario otorgar poderes deliberativos y ejecutivos a la Autoridad. La planificación, sea en economías de mercado o en economías de planificación central, es un proceso continuo que requiere infinitas innovaciones y ajustes no sólo en los métodos empleados sino también en los objetivos.

c) Otro enfoque posible: controles indirectos

Podría obtenerse un cierto grado de control sobre el volumen de la producción mineral a partir de nódulos, a través del empleo de tributos o cánones diferenciales para cada uno de los minerales que han de extraerse de los nódulos. Se podrían imponer a los minerales más afectados por la industria de nódulos, tales como el cobalto, el manganeso y el molibdeno, gravámenes superiores a la contribución fiscal media impuesta a la extracción de níquel y cobre de los nódulos. El Secretario General ha descrito ya este método en informes anteriores¹⁰⁶ y no es necesario repetir esa descripción aquí. La aplicación de tales sistemas, no obstante, requerirá un refinamiento considerable en el análisis de las tendencias del mercado y en la predicción de las repercusiones que podrían tener en las operaciones de la industria de nódulos los diferentes niveles de tributos o cánones.

d) El enfoque compensatorio

Como se ha indicado antes, parece que la forma más viable de minimizar la repercusión de la explotación de nódulos sobre los países en desarrollo que producen cobalto, se lograría mediante pagos compensatorios. Es difícil predecir la evolución futura de los mercados de cobalto una vez que se inicie la extracción de nódulos en grandes cantidades, porque en la actualidad el mercado está muy concentrado en manos de un solo productor que es el Zaire. Anteriormente, el Zaire, que era quien determinaba los precios, tendía a

reducir la producción cuando el precio del cobalto disminuía¹⁰⁷. Ya sea que el Zaire continúe o no determinando los precios, se prevé que el ingreso de las exportaciones de los productores de cobalto disminuirá bruscamente una vez que adquiera madurez la industria de nódulos. Por consiguiente, cabría compensar a esos países¹⁰⁸.

Se ha sostenido que tal compensación dejaría un remanente muy pequeño de ingresos para su distribución entre la comunidad internacional. Una solución posible de este punto muerto sería que se gravara con una contribución a los países que se beneficiarían directamente de cualquier disminución del precio del cobalto. Esta compensación podría revestir la forma de un impuesto interno por tonelada de cobalto consumido en los países industriales, ya sea que provenga de nódulos o de las fuentes tradicionales de la tierra, y que alcanzara, por ejemplo, a la mitad de la cantidad que representaría la disminución prevista del precio con respecto al año base¹⁰⁹. En esa forma, los consumidores se beneficiarían aún de precios más bajos, y se protegerían los intereses de los países en desarrollo. También podría contemplarse un enfoque compensatorio análogo para complementar otras medidas destinadas a minimizar las repercusiones en los productores de manganeso.

e) Fluctuación de precios a corto plazo

Se ha sugerido que debería dotarse de poderes a la autoridad internacional para enfrentar las fluctuaciones de precios a corto plazo. Una posibilidad sería que la autoridad limitara o redujera el volumen de producción de las explotaciones mineras de nódulos en existencia si los precios de algunos minerales disminuyeran¹¹⁰. Es evidente, sin embargo, que la reducción o suspensión obligatoria de la extracción de minerales provenientes de las explotaciones de nódulos en existencia presentaría una serie de dificultades de carácter técnico, económico y político. Además, es dudoso que una empresa pueda subsistir financieramente si se le pide que suspenda la producción aunque sólo sea durante unos pocos meses. Otra posibilidad de enfoque que podría considerarse, es el uso de los planes financieros compensatorios del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial, que fueron concebidos para auxiliar a los países que pudieran enfrentarse con disminuciones en sus ingresos provenientes de las exportaciones, debido a acontecimientos desfavorables del mercado.

No debe exagerarse el papel potencial de los acuerdos sobre productos básicos en la protección de los intereses de los países exportadores en desarrollo. Los acuerdos sobre productos básicos están orientados generalmente a estabili-

¹⁰⁷ Véase "La explotación de los recursos minerales de los fondos marinos fuera de los límites de la jurisdicción nacional: problemas relativos a la política internacional sobre productos básicos — Estudio sobre el cobalto" (TD/B/449/Add.1).

¹⁰⁸ Algunos análisis han sugerido que la autoridad tal vez no contara con ingresos suficientes para compensar a los países en desarrollo productores por la pérdida sufrida en sus ingresos, reales o potenciales. Véanse TD/B/449/Add.1 y TD/B/483.

¹⁰⁹ Véase A/AC.138/36, pág. 67.

¹¹⁰ Véase la variante E del párrafo 40 del artículo 36 del proyecto de convención que figura en el informe de la Subcomisión I de la Comisión de fondos marinos, cuyo texto es el siguiente: "Reglamentar la producción, la comercialización y la distribución de materias primas procedentes de la Zona y tomar en consulta y, cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados correspondientes, medidas, entre otras cosas, para controlar, reducir o suspender la producción, o para fijar los precios de los productos obtenidos de la explotación de la Zona, siempre que estime que esa producción y comercialización pueda tener efectos económicos adversos para los países en desarrollo, productores y exportadores de materias primas" (Documentos Oficiales de la Asamblea General, vigésimo octavo período de sesiones, Suplemento No. 21, vol. II, pág. 143). En la variante D del mismo texto aparecen disposiciones análogas.

¹⁰⁵ Por ejemplo, el tamaño óptimo de una explotación de nódulos puede ser mayor que el volumen de nódulos autorizados para un año determinado, a saber, un proyecto de 3 millones de toneladas con respecto de 2,7 millones de toneladas que podrían autorizarse para 1976. La autoridad necesitará establecer procedimientos para tratar algunos asuntos relacionados con la administración de un sistema regulado de explotación de nódulos.

¹⁰⁶ Véase A/AC.138/36 y A/AC.138/73.

zar los precios del mercado de un producto determinado sobre la base de las cuotas correspondientes de cada miembro en los mercados en existencia. En el caso de referencia, el factor que causa desequilibrio estaría constituido por los nuevos productores que explotan los fondos marinos de quienes — no teniendo ninguna participación en el mercado en la actualidad — no cabe esperar que acepten el mantenimiento del *statu quo* del mercado. Sin embargo los acuerdos sobre productos básicos pueden tener un papel futuro que desempeñar, que complementaría las otras medidas destinadas a minimizar las repercusiones en los países en desarrollo.

4. Participación de los países en desarrollo

Se hacen algunas consideraciones generales sobre los medios directos o indirectos para fomentar la participación de los países en desarrollo en la explotación minera de los fondos marinos.

a) Métodos indirectos: transferencia de conocimientos en materia de recursos y técnicas

Es evidente que poca participación es posible en el contexto de un vacío de conocimientos sobre los recursos de los fondos marinos y las técnicas industriales requeridas para su exploración y explotación. Dada la naturaleza de la industria, sólo unas pocas entidades en un puñado de países poseen los datos y técnicas necesarios y, por supuesto, las mantienen secretas frente a cualquier posible competidor. De este modo, el primer paso para el fomento de cierto grado de participación de los países en desarrollo sería instituir un sistema para reunir y distribuir información sobre los recursos de nódulos y las técnicas para su extracción y elaboración. Como se sabe generalmente, tanto los países industriales como los países en desarrollo exigen que todos los datos sobre estudios o prospecciones en materia de recursos se comuniquen a las autoridades pertinentes. En consecuencia, tal vez se considere conveniente que las empresas que intervengan en la prospección de los recursos de los fondos marinos internacionales compartan toda la información reunida con la Autoridad.

Se ha sugerido que la Autoridad organice programas de capacitación para los nacionales de los países en desarrollo sobre distintas materias relacionadas con la exploración y la utilización de los recursos de los fondos marinos. Sin embargo, no debe sobreestimarse la utilidad de tales programas. Históricamente, los programas de transferencia de tecnología frecuentemente no han alcanzado sus objetivos. En una industria que empieza a desarrollar una tecnología nueva y diversificada, cabe esperar que casi todos los especialistas experimentados estarán empleados en las empresas de explotación minera de los nódulos, siendo poco probable que estén disponibles para dirigir cursos de capacitación en un proceso de divulgación de información reservada. Además, el rápido avance que cabe prever en la tecnología de los nódulos, dejaría anticuado el conocimiento obtenido en los programas de capacitación antes que pudiera aplicárselo en la práctica.

b) Métodos directos: empresas comunes

La prioridad que los países en desarrollo han concedido a su participación en la explotación minera de los fondos marinos puede entenderse mejor en términos de la experiencia adquirida por algunos de ellos con sus propios recursos naturales y su capacidad para ejercer un control sobre su explotación. En varios casos, estos países fueron incapaces de ejercer un control efectivo sobre los planes de inversión, las prácticas de comercialización y otras decisiones administrativas de la mayor importancia para las economías locales. Esta pauta se ha puesto bien de relieve en la industria del pe-

tróleo en la que los conflictos de intereses se han hecho más evidentes entre los intereses mundiales de las principales compañías petroleras y los intereses nacionales del Estado huésped en el que la empresa se halla ubicada¹¹¹.

Las empresas mixtas son un rasgo cada vez más común de las industrias de explotación minera y de petróleo internacionales. Se ha sugerido que el futuro de la industria petrolera internacional será de índole tal que las empresas mixtas con firmas estatales, o contratos de servicio y arreglos para la participación en la producción, serán lo común y corriente¹¹². La participación de los países en desarrollo en la explotación de los recursos de los fondos marinos puede fomentarse mediante dos tipos de empresas mixtas. Una consistente en la asociación de las compañías de los países en desarrollo con las empresas de las naciones industriales que poseen la tecnología de los fondos marinos. Es obvio que en este caso la participación tendrá lugar de modo directo con los grupos financieros de los países en desarrollo invirtiendo capital a su riesgo y reembolsando, en su caso, los beneficios obtenidos.

Un modo indirecto de participación¹¹³ sería mediante la Empresa propuesta por el proyecto de 13 Potencias¹¹⁴. Es probable que el objetivo global de control sobre la explotación de los nódulos pueda conseguirse mediante los poderes reglamentadores de la autoridad internacional de los fondos marinos. Sin embargo, quedará todavía amplio campo para la participación en el proceso de toma de decisiones dentro de las unidades individuales de extracción de los nódulos como para justificar el establecimiento de empresas comunes entre las partes interesadas de los países adelantados y La Empresa. Varias cuestiones relativas a los arreglos financieros, la ubicación de las instalaciones para la elaboración, la contratación de personal y las prácticas de administración y comercialización, pueden afectar de manera tan drástica los beneficios de las distintas empresas de explotación minera como para hacer conveniente una intervención directa y activa de la autoridad internacional de los fondos marinos en cada una de las empresas. Además, la participación de La Empresa en las sociedades mixtas puede facilitar la información necesaria para que la Autoridad ajuste las normas, disposiciones y regulaciones de la explotación minera de los fondos marinos a las necesidades reales tanto de la industria como de la comunidad internacional en su conjunto.

5. Ingresos para el sistema internacional

Se ha sugerido¹¹⁵ que la participación de la autoridad internacional no represente un subsidio indirecto ni un desestímulo en comparación con las operaciones terrestres de explotación minera. Cualquier subsidio diferencial o desestímulo alentaría la adjudicación ineficaz de los recursos mundiales. Sin embargo, debe decirse que este principio de "carga fiscal equivalente" es más fácil de conceptualizar que de llevar a la práctica.

¹¹¹ C. W. Friedmann, "Joint Exploration of Ocean Bed Resources: from Organizational Aspects", en *Ocean Enterprises*, Informe Especial sobre una conferencia preliminar celebrada en preparación de la Convocación Pacem in Maribus, junio 28-julio 3, 1970.

¹¹² L. C. Stevens, "Joint Ventures in the International Oil Industry", *Petroleum Review*, octubre de 1973.

¹¹³ Por ejemplo, la concesión de precios de descuento a las firmas subsidiarias o asociadas y el uso de la distribución del producto mediante terceros.

¹¹⁴ *Documentos Oficiales de la Asamblea General, vigésimo sexto período de sesiones, Suplemento No. 21*, anexo I, secc. 8.

¹¹⁵ D. B. Brooks y F. T. Christy, Jr., "Memorandum on Suggested Operational Guidelines for an International Regulatory Authority for the Sea-bed", en *The United Nations and the Bed of the Sea (II)*, 21º informe de la Comisión para el Estudio de la Organización de la Paz, Nueva York, junio de 1970.

La carga fiscal sobre las operaciones terrestres de explotación minera varía enormemente de un país a otro e incluso de una actividad minera a la otra, dejando así, pues, en pie la cuestión de qué sería una carga fiscal equivalente. La adopción de la carga fiscal media en existencia en los países mineros más importantes no sería necesariamente más conveniente que las tasas fiscales máxima o mínima existentes. En realidad, la tasa fiscal de las explotaciones mineras en tierra varía desde una tasa negativa (subsidio) a cargas muy elevadas equivalentes a más de la mitad del valor en el mercado de los metales producidos¹¹⁶.

El principio de carga fiscal equivalente no puede por sí solo proporcionar un método operacional para determinar la participación adecuada de la autoridad internacional en los ingresos de las industrias de explotación minera de los fondos marinos. Se sugiere a menudo gravar la extracción de nódulos con la carga fiscal más elevada compatible con el mantenimiento de los incentivos necesarios para asegurar una corriente regular de inversiones en la minería de los nódulos. Ambos objetivos, aunque parecen contradictorios a corto plazo, en realidad, a largo plazo, son compatibles. Si se proporcionan los suficientes incentivos, la industria de los nódulos se desarrollará más rápidamente, aumentando así los ingresos básicos de la Autoridad. La esencia del asunto es, entonces, la cuantificación de un nivel de beneficios por inversiones que alentará la gran cantidad de fondos necesarios para los sistemas de explotación minera de los nódulos. Un primer enfoque sería examinar los beneficios reales en relación con las inversiones comparativas en las industrias minera y manufacturera de los países que desarrollan una tecnología de explotación minera de los nódulos.

Por ejemplo, el beneficio medio en relación con la inversión¹¹⁷ para todo el sector de manufactura de los Estados Unidos fue de 10,8% en 1971 y 12,1% en 1972. Lo más pertinente para la futura industria nodular es que en los Estados Unidos, el beneficio medio en la minería de metales (23 compañías) fue de 10,5% en 1971 y de 10,4% en 1972 mientras que el beneficio medio en la industria de metales no ferruginos (52 compañías) fue mucho menor: 5,0% en 1971 y 7,2% en 1972¹¹⁸. Considerando los riesgos que entraña una tecnología totalmente nueva para la extracción y transformación y el nuevo arreglo institucional que ha de establecerse para la explotación de los recursos en la zona internacional, es razonable predecir que el capital de los países industrialmente avanzados requerirá una perspectiva mínima de beneficios, en relación con la inversión, algo superior a aquellas tasas medias de beneficios. Como la tasa de 15% ha sido mencionada por funcionarios de la industria en conversaciones oficiosas¹¹⁹ como objetivo mínimo, esta cifra se utiliza como porcentaje aproximado a efectos del presente análisis.

a) *El valor de los nódulos en relación con el valor de los minerales o metales elaborados*

Para proceder a cualquier estimación de las posibles utilidades de la industria de los nódulos es preciso determinar previamente qué etapas de la producción se tendrán en cuenta al definir la "minería internacional de los fondos marinos". ¿Habrá que basar el cálculo en el valor de los nódulos a bordo del buque minero (el mineral en el lugar de la extracción) o en el valor de mercado de los productos finales elaborados comercializados por la industria? El método

que se utilice para hacer este cálculo puede afectar notablemente los ingresos potenciales de la autoridad internacional. En forma aproximada puede calcularse que el valor de los nódulos en el buque oscilará entre el 6% y 10% del valor de los productos finales, una vez terminado el proceso metalúrgico¹²⁰.

En varias ocasiones, los representantes de los países que están perfeccionando sistemas de minería de fondos marinos, han indicado que confían en que la explotación de los nódulos proporcione ingresos considerables para la comunidad internacional. Además, de conformidad con el concepto de patrimonio común de la humanidad habría que dar preferencia a la definición que más beneficiase a la comunidad internacional en su conjunto. Cabría esperar que los países que desearan establecer instalaciones para la elaboración de nódulos en sus territorios lo hicieran en interés de la comunidad internacional. El país huésped recibiría varios beneficios reales a cambio de su participación habitual en los ingresos netos o de los impuestos que percibiría respecto de la etapa de elaboración metalúrgica. Por ejemplo, la elaboración de nódulos brindará oportunidades de trabajo en el lugar e inducirá la creación de varias actividades auxiliares para suministrar algunos de los insumos de la industria y, lo que es aún más importante, para seguir elaborando los metales o minerales producidos. Además de estos importantes beneficios económicos, la seguridad que representa contar con un abastecimiento interno estable de mineral podría ser motivo suficiente para que las naciones industriales adelantadas renunciaran a los ingresos tributarios que habitualmente reciben de las actividades realizadas dentro de sus fronteras¹²¹.

En las consideraciones siguientes relativas a los ingresos que podrían obtenerse para el sistema internacional se parte del supuesto de que los cálculos se basarán en el valor de los metales producidos por la industria de los nódulos. En caso de convenirse en general en este enfoque, sería necesario refinarlo considerablemente para tener en cuenta varios problemas concretos que ya pueden preverse, como por ejemplo la definición de "productos finales". Aquí no se tienen en cuenta las etapas posteriores de elaboración, tales como la fabricación de aleaciones, planchas, láminas, tubos, alambre, etc. Aplicando el mismo criterio, al estimar los ingresos que podrían obtenerse de la industria de los nódulos, no se considerará la venta de algunos reactivos químicos derivados, tales como el cloro¹²², ni el uso de residuos para la fabricación de materiales de construcción, u otros fines.

También será necesario examinar detenidamente la determinación de los precios de los metales a los fines de calcular la participación que corresponderá a la Autoridad internacional. Por ejemplo, en algunos países que tienen controles de precios internos, como los Estados Unidos, los precios del

¹²⁰ Costos de extracción de 6 dólares de los EE. UU. por tonelada de nódulos, más unos 3 dólares de utilidades, lo que da un valor aproximado de 9 dólares por tonelada en el buque. El valor de los metales extraídos de los nódulos podría oscilar entre 90 y 170 dólares por tonelada (dependiendo de que se obtenga o no manganeso).

¹²¹ La renuncia a percibir impuestos sobre algunas actividades económicas no es desusada. Algunos países adelantados y en desarrollo eximen de impuestos a empresas industriales ubicadas dentro de algunas "zonas francas" cuando sus productos están destinados al mercado de exportación. Sin embargo, el sistema de descuentos impositivos puede aplicarse directamente a la industria de los nódulos. En la mayoría de los países industriales, las compañías que realizan operaciones en el extranjero pueden deducir, de los impuestos que deberían pagar, todos aquellos ya pagados a un gobierno extranjero. Este procedimiento ha sido utilizado ampliamente por las compañías petroleras y mineras multinacionales.

¹²² Deepsea Ventures, Inc., ha señalado que el cloro que se obtendría aplicando su proceso de hidrocloración puede mejorar considerablemente la rentabilidad de su proceso metalúrgico. Véase R. Kaufman y A. J. Rothstein, "Recent Developments in Deep Ocean Mining", *Marine Technology Society 6th Annual Preprints*, 1970.

¹¹⁶ Véase A/AC.138/73, pág. 21.

¹¹⁷ Valor neto (inversión de capital más dividendos no distribuidos).

¹¹⁸ First National City Bank, *Monthly Economic Letter*, abril 1973, págs. 6 y 7.

¹¹⁹ Marne Dubs, en la novena conferencia anual de la Marine Technology Society, Washington, D. C., 10 a 12 de septiembre de 1973.

cobre pueden ser muy inferiores a los vigentes en otros mercados, por ejemplo en la Bolsa de Metales de Londres. Más grave es la posibilidad de que la manipulación deliberada de los precios reduzca los ingresos de la Autoridad. Una práctica común de las corporaciones multinacionales para pagar menos impuestos consiste en vender a un precio reducido el producto elaborado en un país de alta tributación a una filial situada en un paraíso fiscal, que luego comercializa el producto a los precios corrientes¹²³. Este procedimiento también podría aplicarse dentro de un solo país si quienes extrajesen y elaborasen los nódulos tuvieran intereses en otras industrias o actividades que utilizarasen los metales obtenidos. Otra situación que debe tenerse en cuenta es la de los países con regímenes de control monetario que dificultarían la remisión al exterior de la parte que correspondiese a la autoridad; este problema podría ser sumamente grave si la moneda fuese inconvertible y si el país ejerciese un control estricto sobre su comercio exterior.

b) *Las posibles utilidades de la industria de los nódulos: cálculos preliminares de ingresos y gastos*

Una investigación preliminar del posible nivel bruto de utilidades de la industria de los nódulos puede proporcionar la base necesaria para determinar la participación que recibiría la autoridad. Es necesario tener muy presentes las dificultades que supone la predicción de los futuros ingresos y gastos en una industria cuando gran parte de la información pertinente no es de dominio público. Incluso en las industrias bien establecidas, siempre se deben evaluar con detenimiento los análisis de costo-beneficio para un nuevo proyecto. En consecuencia, un posible análisis de costo-beneficio para la industria de los nódulos debe entenderse como una primera aproximación al examen de este aspecto crucial, aunque algo complicado, de la futura industria. Para ello, es necesario adoptar varios supuestos sobre los cuales basar los cálculos de gastos e ingresos¹²⁴. La mayor parte de

¹²³ Véase J. S. Arpan, *International Intercorporate Pricing*, Nueva York, Praeger, 1971.

¹²⁴ Véase R. Branco, "The Tax Revenue Potencial of Manganese Nodules", *Ocean Development and International Law Journal*, vol. 1, No. 2, 1973.

estos supuestos se han hecho partiendo de informaciones dadas a conocer por la industria de los nódulos.

Conceptualmente, los cálculos de los ingresos o ventas brutos son directos. Pueden hacerse multiplicando el volumen previsto de producción de cada metal por los precios previstos. El volumen posible de producción por cada millón de toneladas de nódulos secos figura en el cuadro 1.

Las proyecciones de los precios de productos básicos siempre son de carácter conjetural. Habrá un grado considerable de incertidumbre si la proyección se hace a más de cinco años y si es necesario tener en cuenta una nueva fuente importante de abastecimiento. Así, se partirá de algunos supuestos muy moderados respecto de los precios de los metales durante los primeros diez años de explotación de los nódulos. Estos precios son inferiores a los corrientes en el mercado a comienzos de 1974 que, con el proceso acelerado de inflación mundial, muy probablemente se excederán en los años siguientes. Estos precios supuestos, por moderados que fueran, permitirían hacer una comparación con los costos de capital y de producción estimados al presente y permitirían calcular en una primera aproximación los posibles beneficios financieros de la industria de los nódulos¹²⁵.

Todos los precios supuestos utilizados en el cuadro 9 para calcular los ingresos previstos de dos operaciones posibles, de distinta magnitud, de explotación de nódulos son inferiores a los actuales precios de mercado. Las variaciones más grandes corresponden al precio del metal de manganeso, que se fija en menos de la mitad del actual precio de mercado, y al del cobalto, que se fija en los dos tercios del precio actual, con lo que se tiene en cuenta la disminución de precios que se espera se produzca una vez que estos metales se obtengan en escala comercial¹²⁶. El precio del níquel es aproximadamente inferior en un 10% al actual y el precio del cobre (0,80 dólares de los EE. UU. por libra) es considerable-

¹²⁵ Los supuestos utilizados en materia de precios no deben considerarse proyecciones o predicciones de los precios de los metales en el decenio de 1980 sino sólo supuestos de trabajo que se usarán para efectuar una comparación con los cálculos actuales de costos.

¹²⁶ Véase la sección II, sobre las posibles repercusiones de la extracción de nódulos.

Cuadro 9

CÁLCULOS DE INGRESOS DE DOS OPERACIONES POSIBLES, DE DISTINTA MAGNITUD, DE EXPLOTACIÓN DE NÓDULOS

	1 millón de toneladas/año		3 millones de toneladas/año	
	Producción de metal (miles de toneladas)	Valor de la producción (millones de dólares EE. UU.)	Producción de metal (miles de toneladas)	Valor de la producción (millones de dólares EE. UU.)
Manganeso ^a	230,0	80,5	—	—
Níquel ^b	15,0	49,5	45,0	148,5
Cobre ^c	13,0	22,9	39,0	68,6
Cobalto ^d	2,0	8,8	6,0	26,4
Metales de menor importancia ^e	2,5	8,2	7,5	24,7
TOTAL	262,5	169,9	127,5	268,2

^a Se supone que el precio a largo plazo del metal de manganeso será de 350 dólares EE. UU. por tonelada (frente a 0,33 dólares por libra o 730 dólares por tonelada en diciembre de 1973) con lo que se tiene en cuenta la repercusión que habrá en el mercado algo reducido de metal de manganeso.

^b Precio de 1,50 dólares EE. UU. por libra o 3.300 dólares EE. UU. por tonelada (1,62 dólares EE. UU. en enero de 1974).

^c Precio de 0,80 dólares EE. UU. por libra o 1.760 dólares EE. UU. por tonelada (1,05 dólares EE. UU. en diciembre de 1973).

^d Se supone que el precio es de 2 dólares EE. UU. por libra o de 4.400 dólares EE. UU. por tonelada (frente a 3,10 dólares EE. UU. por libra en diciembre de 1973).

^e Cantidades variables de molibdeno (1,90 dólares EE. UU. por libra en diciembre de 1973), vanadio (1,50 dólares EE. UU. por libra en diciembre de 1973), zinc (0,80 dólares EE. UU. por libra en diciembre de 1973), plata (45 dólares EE. UU. por libra en diciembre de 1973) y otros metales, para todos los cuales se ha supuesto un precio medio de 1,50 dólares EE. UU. por libra o de 3.300 dólares EE. UU. por tonelada. Este supuesto carecería de todo significado para los nódulos que contuviesen platino.

mente inferior a los niveles altos alcanzados durante los últimos meses (de hasta 1,10 dólares de los EE. UU. por libra). Se ha supuesto un precio medio de 1,50 dólares de los EE. UU. por libra para los metales secundarios, entre ellos el molibdeno (actualmente 1,90 dólares de los EE. UU. por libra), el vanadio (1,50 dólares de los EE. UU. por libra), la plata y otros. Este último supuesto puede resultar ser el más moderado de todos, en especial en el caso de los nódulos que contengan platino, dado que este metal por sí sólo puede valer más que los otros¹²⁷.

Sobre la base de estos supuestos, los ingresos brutos previstos para la explotación de 1 millón de toneladas por año de nódulos que produzcan metal de manganeso serían de aproximadamente 170 millones de dólares de los EE. UU. Hasta el momento sólo una firma (Deepsea Ventures, Inc.) ha señalado que se propone obtener manganeso en forma de metal. Al parecer, las demás compañías de los Estados Unidos, Europa y el Japón no prevén obtener manganeso. Si no se obtiene manganeso, los ingresos posibles de un nivel de operaciones de 3 millones de toneladas por año serían de 268 millones de dólares de los EE. UU. Estas son las magnitudes de las operaciones de explotación que en general se entiende que se tienen previstas en los Estados Unidos¹²⁸.

Durante los últimos años se han hecho varios intentos de estimar las necesidades de capital y los costos de la extracción y la elaboración de nódulos en distintas magnitudes¹²⁹. Gran parte de los cálculos anteriores tendieron a ser bastante altos. Por lo general, para tener en cuenta los factores inciertos y desconocidos, se fijaron márgenes elevados contra los posibles errores. Esta actitud prudente es comprensible en vista de lo novedoso y lo complejo de los sistemas de aprovechamiento de nódulos. Por ejemplo, la densidad de los nódulos, la topografía de los fondos oceánicos y la eficiencia del equipo de recolección (cuerpo de extracción) influirán en el costo de la obtención. Igual efecto tendrán la profundidad a la que se trabaje y la eficiencia del sistema para elevar los nódulos desde el fondo oceánico hasta el buque minero. El tamaño de las embarcaciones de transporte de mineral y la duración del viaje de ida y vuelta entre el lugar de extracción y el establecimiento de elaboración determinarán el costo del transporte.

¹²⁷ E/CN.11/L.343, anexo III, párr. 37.

¹²⁸ L. S. Ratiner, *locus cit.*, y A. J. Rothstein y R. Kaufman, *op. cit.*

¹²⁹ John Mero, *The Mineral Resources of the Sea*, Nueva York, Elsevier Publishing, 1965, pág. 313.

P. E. Sorensen y W. J. Mead, "A Cost-Benefit Analysis of Ocean Mineral Resource Development: The Case of Manganese Nodules", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 50, No. 5, diciembre de 1968, págs. 1611 a 1620.

A Kaufman, "A Survey of the Economics of Ocean Mining", documento preparado para la Reunión Conjunta Estados Unidos-Japón del Grupo de Minería Marina, Tokio, 13 de marzo a 3 de abril de 1970.

F. L. LaQue, "Deep-Ocean Mining: Prospects and Anticipated Short-Term Benefits", *Ocean Enterprises*, documento especial publicado por el Centro para el Estudio de las Instituciones Democráticas, junio de 1970, págs. 17 a 27.

G. L. Hubred, "New Slant on the Economy of Manganese Nodules", *Ocean Industry*, agosto de 1970, págs. 26 y 27.

G. E. Bollow, "Economic Effects of Deep Ocean Mineral Exploitation", tesis de *master* para la Escuela Naval Superior, 1971.

H. J. Meiser y E. Muller, "Manganese Nodules — a Further Resource to cover the Mineral Requirements?", *Meerestechnik*, No. 5, octubre de 1973, págs. 145 a 150.

John Mero, "Potential Economic Value of Ocean-Floor Manganese Nodule Deposits", en *Ferromanganese Deposit of the Ocean Floor* (Fundación Nacional para las Ciencias, Washington, D. C., 1972).

G. Claus, "Theoretical and Experimental Investigations of Deep Ocean Mining Systems and Their Economic Evaluation", Segunda Conferencia internacional sobre aprovechamiento de los océanos, Tokio, 5 a 7 de octubre de 1972, págs. 1925-1955.

Sin embargo, el costo de elaboración es el elemento que probablemente ha ocasionado las variaciones más amplias en los cálculos del costo total. Es evidente que el contenido metálico de los nódulos, la capacidad de las fábricas (insumo diario de materias primas) y las circunstancias propias de la ubicación de las fábricas (distancia del puerto, limitaciones ambientales, costo de la mano de obra, costo de los reactivos y otros insumos) influirán en el precio de la elaboración. Sin embargo, parece que los supuestos acerca del sistema de elaboración metalúrgica aplicados a los cálculos son el principal motivo de que los costos que por lo general se sugieren sean tan elevados. Las estimaciones del costo de elaboración basadas en el tratamiento pirometalúrgico son de alrededor de 50 dólares de los EE. UU. por tonelada de nódulos secos¹³⁰ y las correspondientes a la hidrocloración de alrededor de 30 dólares de los EE. UU.¹³¹

El costo efectivo de la extracción, el transporte y la elaboración de los nódulos y la comercialización de los metales obtenidos sólo se conocerá una vez puesta en funcionamiento la primera unidad de producción. Incluso entonces es probable que los gastos disminuyan a medida que aumente la eficiencia de las operaciones y que la industria perfeccione sistemas más adelantados. En la actualidad, todo cálculo de los costos debe ser examinado con prudencia. En gran parte ahora resulta más fácil hacer cálculos gracias a la información proporcionada recientemente por dos compañías norteamericanas. Funcionarios de Deepsea Ventures, Inc., publicaron¹³² una serie de cálculos de gastos de capital y gastos totales de explotación para unidades de producción de distintos tamaños, datos que se reproducen en la figura 7. Indicaron que, para la organización a la que pertenecían, se utilizó un modelo económico que les permitió estimar el costo de la inversión y de las operaciones con considerable seguridad. Sin embargo, para los demás niveles de actividad, la gama de los cálculos que aparece en la figura 7 se basó en su mayor parte en los cálculos hechos por otros, ajustados entre el 50% y el 400% dependiendo de la evaluación hecha por Deepsea Ventures, Inc., de la confiabilidad atribuible a las cifras proporcionadas por los terceros. Por lo tanto, puede inferirse que las estimaciones reales del costo de una operación del tipo y magnitud de la prevista por Deepsea Ventures caerán dentro del margen indicado en la figura 7 para una unidad de producción de un millón de toneladas por año. La gama de cálculos para operaciones de otras magnitudes son aproximaciones brutas de dudosa confiabilidad.

También es interesante la información proporcionada por un funcionario de Kennecott Copper, Inc.¹³³. Indicó que los nódulos podrían recogerse en el fondo oceánico y llevarse al buque minero por alrededor de 6 dólares de los EE. UU. por tonelada¹³⁴. El costo del transporte hasta la costa oscilaría entre 3 y 6 dólares por tonelada¹³⁵. La elaboración metalúrgica podría hacerse por una suma de entre 10 y 15 dólares o de entre 12 y 18 dólares, lo que dependería de que se aplicasen o no reglamentaciones ambientales estrictas. Resumiendo, dijo que el costo medio podría ser de

¹³⁰ H. J. Meiser y E. Muller, *op. cit.*

¹³¹ R. Kaufman y A. J. Rothstein (1970), *op. cit.*

¹³² A. J. Rothstein y R. Kaufman, "The Approaching Maturity of Deep Ocean Mining — The Pace Quickens", *Offshore Technology Conference, 1973 Preprints*, vol. 1, págs. 323 a 344.

¹³³ El Sr. Marne Dubs, Director del Departamento de Recursos Oceánicos, dio estos datos en respuesta a preguntas que se le formularon luego de presentar su trabajo titulado "Metal markets, economics and ocean mining", en la Novena Conferencia Anual de la Sociedad de Tecnología Marina, Washington, D. C., 10 a 12 de septiembre de 1973.

¹³⁴ Este cálculo del costo de extracción está de acuerdo con las estimaciones de G. Claus, *op. cit.* (6,20 a 6,56 dólares por tonelada) para diferentes sistemas de extracción hidráulica.

¹³⁵ Otros cálculos de los costos de transporte son: 4 dólares por tonelada (Mero), 4,80 dólares por tonelada (Claus) y 6,30 dólares por tonelada (Sorensen y Mead).

alrededor de 9 dólares por tonelada de nódulos entregados en la fábrica en tierra más 13 dólares de elaboración, lo que daría un total de 22 dólares por tonelada. Dijo que, para tener un mayor margen de seguridad, podría utilizarse un margen de entre 20 y 30 dólares por tonelada¹³⁶. Dubs dijo también que la inversión total necesaria para iniciar la producción de 3 millones de toneladas sería de entre 250 y 280 millones de dólares. Dado que, al parecer, las cifras dadas por Dubs reflejan los cálculos reales aplicables al sistema de aprovechamiento de nódulos que propone su compañía, las mismas podrían utilizarse para hacer un análisis de costo-beneficio de una operación de 3 millones de toneladas.

En el cuadro 10 se puede encontrar una aproximación al cálculo de las "utilidades" brutas posibles de la explotación de nódulos antes de la retención de la parte correspondiente a la Autoridad (ingresos netos de explotación); en el cuadro se resumen los cálculos de ingresos brutos, los gastos de explotación y la inversión total. No es muy probable que en la práctica se registre ni el valor bajo del rendimiento de la inversión total ni el alto. Para el cálculo bajo se utilizan como base los supuestos más pesimistas en cada caso; ingreso bruto bajo, costo total de explotación alto e inversión total alta. Sin embargo, este cálculo reducido del rendimiento (43% y 54% para operaciones de 1 millón y de 3 millones de toneladas, respectivamente) tiene la ventaja de imponer un tono de cautela en la futura adopción de políticas¹³⁷.

En el futuro, una vez que se agoten los mejores yacimientos de nódulos, probablemente se explotarán minerales de menor ley. Aplicando el mismo criterio puede decirse que también pueden disminuir los precios de algunos metales, en especial el cobalto, el manganeso y el níquel, a medida que aumente el volumen de los nódulos obtenidos. Es probable que la repercusión de estos acontecimientos en la rentabilidad de la industria de los nódulos sea menos grave que lo que podría pensarse. El motivo es que también es probable que disminuyan los gastos de inversión y explotación¹³⁸.

c) *La participación de la Autoridad internacional en los ingresos*

Los cálculos que se hacen más arriba sobre los resultados operacionales de la industria de los nódulos proporcionan la base necesaria para examinar la posible participación de la Autoridad en los ingresos. La magnitud y la forma exactas de esa participación dependerán de la naturaleza del régimen y de la manera en que se desarrolle la exploración.

Lo que la Autoridad perciba, ya sea bajo la forma de participación en los ingresos o de impuesto, deberá generar el máximo de ingresos posible. También deberá tender a la asignación más eficiente de los recursos de los fondos mari-

¹³⁶ Estas cifras son notablemente inferiores al margen calculado como base en la figura 7 (35 a 55 dólares) para una producción anual de 3 millones de toneladas de nódulos.

¹³⁷ En estas cifras sobre el rendimiento posible de la inversión total se supone que, en los cálculos de costos dados por los representantes de las empresas mencionadas, se incluyeron reservas de amortización según la práctica habitual. Incluso si así no fuese y si hubiera que prever una reserva adicional de, por ejemplo, el 10% sobre la inversión total, los resultados de la explotación seguirían siendo muy atractivos. En el caso de la operación de 1 millón de toneladas, el rendimiento oscilaría entre un valor bajo del 33% y un valor alto del 99%, con un valor estimado medio del 53%. La operación de 3 millones de toneladas también sería muy provechosa, con rendimientos que variarían entre un valor bajo del 44% y un alto del 84%, con un valor medio estimado del 65%.

¹³⁸ La experiencia de toda nueva industria importante indica que los costos de producción tienden a disminuir a medida que la industria adelanta (por ejemplo, plásticos, televisión en colores, minicomputadoras, etc.).

nos entre los explotadores potenciales de esos fondos. En geología económica es bien sabido que el macizo de mineral de más alta ley en la región es varias veces más valioso que el de mineral de ley "media". La distribución y la ley de los recursos en materia de nódulos de los fondos oceánicos son, como en el caso de los terrestres, muy desiguales. Algunas zonas de alta concentración de nódulos, de mineral de alta ley, de fondos oceánicos de condiciones topográficas ideales y de proximidad a las plantas de elaboración resultarían considerablemente más atractivas que el yacimiento de nódulos "medio". Si la asignación de pertenencias mineras se hace de manera arbitraria (por orden de presentación, mediante una distribución al azar de lotes en los fondos oceánicos a las naciones interesadas, etc.), algunas de las mejores quizás se asignen a partes que no tengan siquiera la capacidad para extraer los nódulos. Además, la Autoridad no recibiría ningún ingreso extra por la asignación de las mejores pertenencias, aún cuando éstas fueran asignadas a los productores más eficaces.

Si bien el concepto de "productor más eficaz" es sólo de orden teórico, sirve de hecho como orientación en la mayor parte de los planes para la asignación de recursos minerales. El método que se emplea es la subasta del derecho a la explotación exclusiva entre las partes interesadas¹³⁹. En virtud de un sistema de subastas, los derechos de explotación de una pertenencia determinada se adjudicarían al mejor postor. También se podrían imponer precios de rechazo y otras condiciones encaminadas a proteger el interés público.

En resumen, la determinación de la suma que ha de percibir la Autoridad debe satisfacer varios propósitos: 1) incrementar al máximo los ingresos de la Autoridad; 2) asegurar los incentivos financieros necesarios para atraer capital y tecnología a la industria de los nódulos; y 3) fomentar la asignación de las pertenencias mineras más selectas a los produc-

¹³⁹ Las ventajas del sistema de subasta para los recursos en materia de nódulos fueron descritas por dos autoridades en economía mineral:

"El mecanismo de la subasta tiene varias ventajas sobre un sistema que adjudica derecho al primer postulante o sobre un sistema que adjudica derechos a base de criterios no económicos. En primer lugar, ayuda a conseguir que sean los productores más eficaces los que reciban los derechos de explotación. La razón de ello es que los explotadores con costos más bajos podrán licitar la suma más alta. Dentro de un sistema de "orden de presentación" no hay ninguna seguridad de que la explotación ha de ser eficiente. La consecuencia de un sistema en que se aplican criterios no económicos para asignar derechos será, por definición, que los derechos se adjudiquen a los menos eficientes. Ese sistema también tendería a distribuir la riqueza mediante la adjudicación de derechos y no mediante la participación en la percepción de cánones y en los ingresos del remate.

"En segundo lugar, el mecanismo de la subasta proporciona el medio menos arbitrario para elegir entre postulantes competidores. Es posible que, por muchos años, no sea grande la competencia entre quienes deseen explotar los nódulos de manganeso en las profundidades de los fondos marinos. Pero eventualmente, a medida que la demanda de esos recursos aumente, la competencia será importante.

"En tercer lugar, el mecanismo de la subasta permite aproximarse, mucho más eficazmente que cualquier otro sistema, a un precio justo por el derecho a la explotación. El explotador no ofrece más de lo que cree que está dentro de sus posibilidades. Eso le permite tomar en consideración la magnitud del riesgo que entraña la operación, el valor en el mercado y otras variables económicas. Ese mecanismo también incluye un importante grado de flexibilidad y prevé una reacción automática frente a los cambios de las condiciones en materia de riesgo, mercado, etc. Puede y debe combinarse con el pago de regalías a fin de que la comunidad mundial pueda participar en los valores de la producción."

D. B. Brooks y T. Christy, Jr., "Memorandum on Suggested Operational Guidelines for an International Regulatory Authority for the Sea-Bed", *The United Nations and the Bed of the Sea (II)*, 21º informe de la Comisión para el Estudio de la Organización de la Paz, Nueva York, junio de 1970, págs. 29 y 30.

tores más eficientes. Estos objetivos podrían cumplirse dividiendo en dos componentes la participación de la Autoridad. El primer componente sería igual para todas las operaciones de extracción de nódulos y se fijaría a un nivel que asegurara los incentivos financieros necesarios para la industria. El segundo componente sería distinto para cada operación y estaría destinado a obtener el ingreso extra que las partes interesadas estuvieran dispuestas a pagar por el hecho de explotar las pertenencias mineras más selectas.

i) *El componente básico de la participación de la Autoridad en los ingresos*

El componente básico, común para todas las operaciones, podría determinarse de varias maneras. Podría basarse en el derecho de acceso exclusivo al recurso como, por ejemplo, el pago de alquiler por kilómetro cuadrado de área alquilada¹⁴⁰.

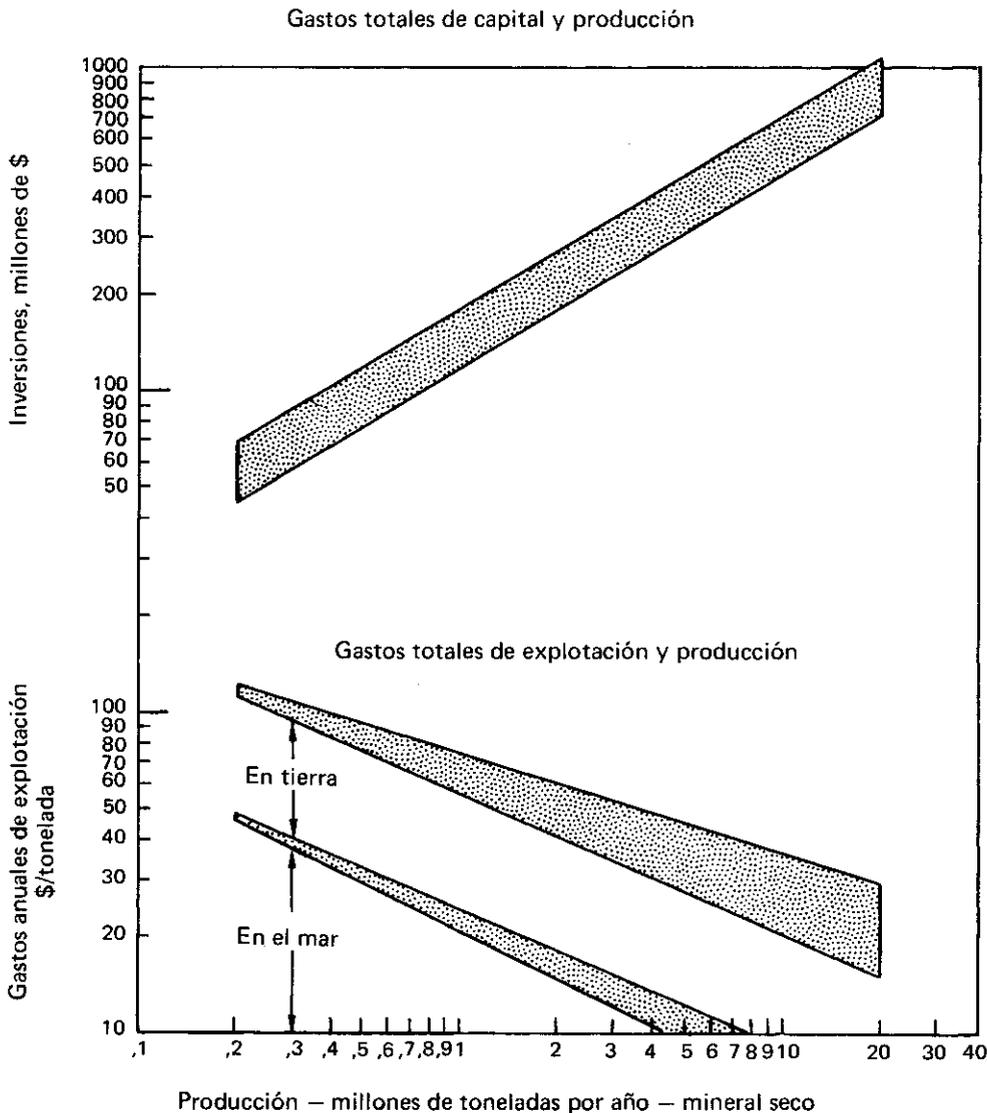
¹⁴⁰ Los impuestos de concesión relacionados con las superficies pueden aplicarse tanto a la etapa de la exploración como a la de la

Podría basarse en la producción, fijándose un canon sobre el valor de la producción, una contribución por tonelada de mineral recuperado o, más toscamente, un derecho por tonelada de nódulo extraída. También podría basarse en los ingresos netos (las utilidades), fijándose un impuesto sobre las utilidades o una participación directa en ellas, en el caso de operaciones mixtas con la Autoridad. Esos tres criterios no

explotación. Pueden incluir depósitos que constituyan una "garantía" mínima para el gobierno en caso de que no se explore ni se explote la concesión. Estos impuestos pocas veces representan una proporción importante del total de la suma que percibe el gobierno. Están generalmente destinados a compensar al dueño de la propiedad que sufrirá inconvenientes debido a las actividades extractivas. Cumple, empero, la función importante de desalentar la especulación por parte de concesionarios que no están interesados en la exploración ni en la realización de actividades de minería comercial en la zona. Véase J. N. Berhman, "Taxation of extractive industries in Latin America and the impact of foreign investors", *Foreign Investment in the Petroleum and Mineral Industries*, Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1971, pág. 56.

Figura 7

GASTOS DE CAPITAL Y DE EXPLOTACIÓN EN RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN (GASTOS BASADOS EN UNA PRODUCCIÓN PLENA DESDE EL COMIENZO DE LAS ACTIVIDADES)



Fuente: A. J. Rothstein y R. Kaufman, "The Approaching Maturity of Deep Ocean Mining—The Pace Quickens", *Offshore Technology Conference 1973 Preprints*, pág. 340.

Cuadro 10

CÁLCULO DE RESULTADOS DE DOS UNIDADES POSIBLES, DE DISTINTA MAGNITUD,
DE EXPLOTACIÓN DE NÓDULOS

(En millones de dólares de los EE. UU.)

	1 millón de toneladas/año			3 millones de toneladas/año		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
a) Ingreso bruto estimado ^a	188	170	154	296	268	242
b) Costo total estimado ^b	76	66	56	90	75	60
c) Ingreso neto estimado ^c	132 ^c	104	78 ^c	236 ^c	193	152 ^c
d) Inversión total estimada ^b	180	150	120	280	265	250
e) Rendimiento de la inversión total ^d	109% ^d	69%	43% ^d	94% ^d	73%	54% ^d

^a Utilizando las cifras del cuadro 9 como valores medios, los valores altos y bajos se calcularon aumentando los medios en un 10% y rebajándolos en un 10%.

^b Valor alto y valor bajo tomados de Rothstein-Kaufman (1 millón de toneladas) y Dubs (3 millones de toneladas); el valor medio es el promedio aritmético.

^c El valor alto equivale al valor alto de a) menos el valor bajo de b); el valor bajo equivale al valor bajo de a) menos el valor alto de b).

^d El rendimiento alto es igual al valor alto de c) dividido por el valor bajo de d); el valor bajo de e) es igual al valor bajo de c) dividido por el valor alto de d).

son mutuamente excluyentes. Por el contrario, a menudo se encuentran combinados en las legislaciones nacionales para reforzarse mutuamente a efectos de conseguir una participación equitativa del gobierno en los ingresos.

Una participación basada en el ingreso neto puede adoptar formas jurídicas muy características. No obstante, en términos financieros un impuesto del 50% sobre las utilidades equivale esencialmente a una sociedad que establece una participación igual en las utilidades. Este enfoque de tipo general ha contado tradicionalmente con el favor de los expertos en tributación y de los grupos comerciales debido a su flexibilidad intrínseca. Permite que tanto el gobierno como la empresa se beneficien igualmente en los casos de condiciones de mercado excepcionalmente favorables que se traducen en altos ingresos.

Las fallas de los impuestos sobre los ingresos (resultados operacionales) de una empresa comercial o de una participación en los mismos son sobre todo de naturaleza administrativa. La forma de computar los beneficios "imponibles" puede convertirse fácilmente en un asunto altamente contencioso que resulta a menudo en controversias entre la autoridad fiscal y la firma interesada. A pesar de la amplia experiencia de los países industriales adelantados en cuanto a hacer cumplir sus disposiciones impositivas, es sabido que pueden emplearse, y a menudo se emplean, una serie de procedimientos encaminados a reducir la magnitud de los ingresos imponibles. El uso de tales procedimientos es particularmente común cuando hay sociedades multinacionales involucradas y cuando parte de las operaciones de compra o de venta tienen lugar en más de un país¹⁴¹. Esas prácticas

¹⁴¹ En el informe de las Naciones Unidas titulado *Las Corporaciones Multinacionales en el Desarrollo Mundial* (publicación de las Naciones Unidas, No. de venta: S.73.II.A.11), se hace el siguiente resumen en una sección sobre la gestión de los beneficios (págs. 32 y 33):

"Entre los medios que utilizan las corporaciones multinacionales para retirar los beneficios de una sucursal en el extranjero figuran no solamente los dividendos y el pago de regalías. Los beneficios pueden asignarse a otras unidades del sistema, especialmente a sociedades de cartera situadas en refugios fiscales, mediante el control de los precios de transferencia de los bienes y servicios proporcionados por la empresa matriz o mediante exportaciones a otras filiales.

"La importancia que tienen estos medios de control para influir en el monto de los beneficios netos antes de deducir los impuestos locales depende en gran parte de la proporción de las compras y ventas totales vinculadas a otras filiales. Las compras de importaciones, que suelen estar vinculadas a ciertas fuentes, aunque son grandes en términos absolutos para la totalidad de las corporaciones multinacionales, son generalmente pequeñas en relación

han sido ampliamente descritas en las publicaciones pertinentes y la necesidad de impedir las ha recibido mucha atención en los últimos años¹⁴².

Si la participación de la Autoridad se establece como un impuesto a los beneficios, habrá que elaborar reglamentaciones exhaustivas de los métodos destinados a computar los beneficios imponibles. Habrá que estudiar atentamente el hecho novedoso de un mecanismo internacional con potestades fiscales. Es evidente que la mayor parte de los puntos de discordia potenciales en la computación de los ingresos netos podrían evitarse si la propia Autoridad actuara como socia en las operaciones extractivas en los fondos marinos y desempeñara un papel activo en la administración.

Los impuestos sobre la producción o las ventas tienen características opuestas a los demás impuestos a los beneficios. Son más simples para administrar debido a que es más fácil establecer las condiciones del tributo, a saber, el volumen de producción o el volumen de ventas. Por otra parte, esos impuestos no son muy flexibles frente a los cambios en las condiciones operacionales. Cuando los precios alcanzan niveles muy altos, la empresa puede lograr beneficios netos mucho más altos de lo que sería posible si existiera un impuesto a las ganancias. Cuando las condiciones operacionales son desfavorables debido a la disminución en los ingresos por concepto de ventas o a aumentos marcados en el costo de producción, los beneficios reales se reducen bruscamente y hasta desaparecen; en esos casos, el pago de cánones puede constituir una carga excesiva para la empresa. Por esa razón, los cánones se fijan en general con criterio conservador a niveles compatibles con la probable situación financiera de las empresas en los años desfavorables.

Pero sigue en pie la cuestión de saber cuál podría ser la participación real de la Autoridad en los ingresos que cum-

con las compras efectuadas en el mercado local. Este porcentaje tiende a disminuir a medida que se desarrolla la economía local, pero aumenta a medida que la firma desarrolla redes de producción especializadas y relacionadas entre sí. Está aumentando la importancia de las exportaciones a otras filiales especialmente a medida que se desarrollan las redes de producción, aunque tales exportaciones están sujetas a ciertos controles y asignaciones entre todas las filiales."

¹⁴² Para un análisis a fondo de las prácticas multinacionales para reducir la responsabilidad fiscal en los países receptores, el lector puede recurrir a: J. S. Arpan, *International Intercorporate Pricing* (Nueva York, Preager, 1971); Naciones Unidas, "Fijación de precios de transferencia a los efectos de la asignación de la renta imponible entre países" (ST/SG/AC.8/L.3) y J. Schulman, "Transfer pricing in multinational business", tesis doctoral, Universidad de Harvard, 1967.

pliera con la condición de suministrar el incentivo necesario para la industria, es decir, de garantizar por lo menos un porcentaje de utilidades del 15% a las inversiones en la explotación de los nódulos. Para determinar esa participación — ya sea a base de ingresos brutos como de ingresos netos — hace falta la realización de estudios detallados sobre los probables resultados operacionales de la industria. Los datos disponibles para la estimación de los ingresos y de los costos de la industria de los nódulos que se usan en este informe no son evidentemente de naturaleza preliminar. Por lo tanto, las cifras que se dan tienen que considerarse como primeras aproximaciones, que es necesario seguir perfeccionando.

De las cifras que figuran en el cuadro 11 podría concluirse en forma provisional que una posible participación de la Autoridad a la tasa del 30% de los ingresos brutos (ventas)¹⁴³ o del 50% de los ingresos netos (ganancia) todavía permitiría que la extracción de nódulos fuera una operación comercial bastante interesante, aún considerando los riesgos inherentes a una nueva industria. El cálculo medio del rendimiento de las inversiones después del pago de la parte que corresponde a la Autoridad es bastante similar en cualquiera de los dos supuestos: para la operación de 1 millón de toneladas el 35% y para la operación de 3 millones de toneladas el 43% y el 36%. Como se esperaba, la diferencia entre las estimaciones altas y bajas de los resultados operacionales es mayor con una participación del 30% de los ingresos brutos que con una participación del 50% de los ingresos netos, sin que importe el tamaño de la operación. El punto límite

¹⁴³ A primera vista, una participación del 30% de los ingresos brutos puede parecer un poco elevada. En muchos países se pagan regalías de hasta el 20% (México y Estados Unidos) por encima del valor de la producción mineral. En el proyecto de convención de los Estados Unidos sobre la zona internacional de los fondos marinos se propone que las empresas mineras paguen a la Autoridad el equivalente del 5% al 40% del valor bruto en el lugar del yacimiento para el petróleo y el gas y del 2% al 20% del valor bruto en el lugar del yacimiento para otros minerales (apéndice A, No. 10.2). Debe recordarse, empero, que la "suma percibida" está compuesta de cánones más tasas de concesión, impuestos a la renta y otros tributos.

es la *baja* estimación del rendimiento (18%) para la operación de 1 millón de toneladas con una participación de la Autoridad fijada en el 30% de los ingresos brutos. La operación de los 3 millones de toneladas parece estar en una situación considerablemente mejor: el resultado posible más *bajo* sería el 28% en el caso de una participación del 30% de los ingresos brutos y del 27% con una participación del 50% de los ingresos netos.

El método de financiación de la inversión total también afecta los resultados operacionales del capital accionario invertido en la operación de los nódulos. Las compañías industriales y mineras generalmente piden prestada una proporción sustancial del capital total necesario para emprender una nueva operación. En casos excepcionales, pueden tomar prestado hasta el 90%. Parecería razonable suponer que las firmas de los países adelantados probablemente pidan prestado por lo menos el 50% del total del capital necesario para la operación de extracción de nódulos¹⁴⁴. El hecho de pedir

¹⁴⁴ La práctica de las compañías multinacionales es bastante interesante:

"Generalmente el capital de una filial de nueva creación está compuesto en gran parte por fondos obtenidos localmente si se trata de una filial mixta, proporción que es mucho menor en el caso de las filiales cuyo capital pertenece totalmente a la empresa matriz. Diversos estudios de las inversiones de los Estados Unidos en Australia y en el Japón han mostrado que las aportaciones de tecnología figuran generalmente como componente del capital en las filiales mixtas, pero no en las totalmente controladas. Esta diferencia puede explicar en parte por qué las filiales de propiedad exclusiva han declarado generalmente una rentabilidad sobre el capital superior a la de las filiales mixtas. En materia de política financiera hay otras diferencias evidentes especialmente durante los primeros años de vida de la filial, por ejemplo: a las filiales de propiedad exclusiva se les prestan servicios especiales de apoyo a costo bajo o nulo, se les perdona temporalmente el pago de regalías y se difiere el pago de dividendos. Además, en años posteriores, las empresas matrices esperan tener la posibilidad de transferir fondos a la vista entre las filiales."

(Véase *Las Corporaciones Multinacionales en el Desarrollo Mundial*, publicación de las Naciones Unidas, No. de venta: S.73.II. A.11, págs. 33 y 34.)

Cuadro 11

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS OPERACIONALES DE DOS OPERACIONES DE EXTRACCIÓN DE NÓDULOS DE DISTINTA MAGNITUD DESPUÉS DEL PAGO A LA AUTORIDAD DE DOS PARTICIPACIONES DISTINTAS EN LOS INGRESOS

(En millones de dólares de los EE. UU.)

	1 millón de toneladas por año			3 millones de toneladas por año		
	Altos	Medios	Bajos	Altos	Medios	Bajos
Ingreso neto calculado <i>antes</i> del pago de la participación de la Autoridad	132	104	78	236	193	152
Participación posible de la Autoridad						
30% del ingreso bruto (canon)	56	51	46	89	80	72
50% del ingreso neto (división de las utilidades)	66	52	39	118	96	76
Ingreso neto calculado después del pago de la participación de la Autoridad:						
Con una participación del 30% del ingreso bruto	75	53	33	146	113	79
Con una participación del 50% del ingreso neto	66	52	39	118	96	76
Cálculo del rendimiento en relación con el total de la inversión después del pago de la participación de la Autoridad:						
Con una participación del 30% del ingreso bruto	63%	35%	18%	58%	43%	28%
Con una participación del 50% del ingreso neto	55%	35%	22%	47%	36%	27%

Fuente: Véase el cuadro 10.

capital prestado redundaría en mayores rendimientos para el capital accionario siempre que el tipo de interés que se pague sea menor que el porcentaje de ganancias sobre el total de la inversión¹⁴⁵.

Los cálculos sobre los resultados de la inversión accionaria que figuran en el cuadro 12 se basan en el supuesto de que la responsabilidad por el capital prestado recaería sobre el inversionista original. Esos cálculos muestran que el rendimiento de la inversión accionaria resulta bastante atrayente, aún en el caso del cálculo a nivel bajo, por cualquiera de los métodos usados para determinar la participación de la Autoridad. El rendimiento del capital accionario parece ser más atrayente (más del 44%) para las operaciones de mayor tamaño (3 millones de toneladas de nódulos por año)¹⁴⁶.

¹⁴⁵ El pasivo por concepto de pago de intereses también es importante cuando la participación de la Autoridad se basa en los ingresos netos. Los pagos por concepto de intereses pueden cargarse al pasivo de la operación de los nódulos o al pasivo de la compañía matriz que suministra el capital accionario y la tecnología. En el primer caso, la Autoridad estará subsidiando efectivamente la mitad del costo del crédito, si la participación de la Autoridad equivale al 50% del ingreso neto. Por el contrario, podría interpretarse que, en las operaciones mixtas, la Autoridad entraría en la sociedad con los recursos de la comunidad internacional mientras que la empresa asociada suministraría todo el capital y la tecnología que hicieran falta. En ese caso, la responsabilidad por el pago de los intereses y del capital sería del inversor original y no de la propia operación mixta. Ese problema no se plantearía si la participación de la Autoridad se basara en los ingresos brutos.

¹⁴⁶ En estos cálculos se supone que las ganancias de las compañías de extracción de nódulos no estarán sujetas a impuestos nacionales adicionales sobre las sociedades. Puesto que los países industriales prevén el otorgamiento de créditos fiscales en sus códigos tributarios, la responsabilidad tributaria de esas compañías en sus países podría ser, de hecho, negativa. Es posible que las compañías tengan derecho a una deducción de sus impuestos nacionales por otras operaciones, equivalente a la diferencia entre los pagos hechos a la Autoridad y el impuesto que hubieran pagado si la industria de los nódulos estuviera enteramente dentro del país. Como es sabido, las compañías mineras de los países industriales generalmente disfrutan de ventajas especiales de orden fiscal (subsidios por agotamiento, depreciación acelerada, etc.) que tienden a reducir sus obligaciones tributarias.

ii) Subasta de los lugares de explotación

Un segundo componente de la participación de la Autoridad en los ingresos que se obtuvieron de la extracción de nódulos podría provenir de la subasta de los lugares de explotación. Para que el sistema de subasta fuera eficaz, éste tendría que tomar en cuenta el número relativamente reducido de empresas que intervienen activamente en los sistemas de explotación de nódulos. Los numerosos precedentes sentados en la subasta de secciones frente a las costas en la industria petrolera podrían ser útiles en la elaboración de procedimientos adecuados para la industria de nódulos.

El primer problema que se presentaría en un posible sistema de subasta sería la selección de los sitios que se sacarían a subasta. En la industria petrolera, el organismo competente del gobierno determina las secciones concretas de su plataforma continental que serán subastadas. También decide sobre la delimitación de las secciones y su ubicación exacta. Este procedimiento podría presentar graves inconvenientes para la industria de nódulos, particularmente en los primeros años, dado que la Autoridad internacional tendría conocimientos limitados sobre la distribución de los nódulos. Además, un procedimiento de ese tipo perjudicaría indebidamente a las compañías que han gastado grandes sumas explorando los fondos oceánicos para determinar los posibles lugares de explotación más atractivos. En lugar de eso, quizás sería preferible permitir que las partes interesadas indicaran los lugares concretos con respecto a los cuales desearían licitar. En ese caso, la Autoridad podría fijar un plazo para recibir notificaciones de cada parte interesada sobre algún posible lugar de explotación. En la fecha fijada, la Autoridad daría a conocer los lugares concretos de los fondos oceánicos para los que consideraría licitaciones algunos meses después¹⁴⁷.

¹⁴⁷ En la sección III.7 *infra*, referente a la conservación de los recursos de nódulos, se estudia la cuestión de si se debe establecer un sistema reticular mundial en relación con las posibles secciones de explotación en los fondos marinos.

Cuadro 12

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LA PROPORCIÓN INVERTIDA (50% DE LA INVERSIÓN TOTAL)
DE DOS POSIBLES VOLUMENES DE OPERACIÓN EN LA EXTRACCIÓN DE NÓDULOS
(Tasa de interés hipotética de los préstamos = 10%)
(En millones de dólares EE. UU.)

	1 millón de toneladas			3 millones de toneladas		
	Cálculo alto	Cálculo medio	Cálculo bajo	Cálculo alto	Cálculo medio	Cálculo bajo
Ingreso neto después de pagar la proporción correspondiente a la Autoridad:						
Equivalente al 30% del ingreso bruto . . .	75	53	33	146	113	79
Equivalente al 50% del ingreso neto . . .	66	52	39	118	96	76
Pago de intereses = 10% de la mitad de la inversión total	6	8	9	12	13	14
Ingreso neto después del pago de intereses:						
Con una participación del 30% en los ingresos brutos	69	45	24	134	100	65
Con una participación del 50% de los ingresos netos	60	44	30	106	83	62
Cálculo de rendimiento de la proporción invertida (mitad de la inversión total):						
Con una participación del 30% en los ingresos brutos	115%	60%	27%	107%	75%	46%
Con una participación del 50% en los ingresos netos	100%	59%	33%	85%	63%	44%

Fuente: Véanse los cuadros 10 y 11.

Sin embargo, la pregunta evidente que se plantea es si habría alguna verdadera competencia por los lugares de explotación. Cabría alegar que, dado que sólo algunas empresas o grupos (de 6 a 8) parecen participar activamente en los sistemas de explotación de nódulos, esos grupos podrían hacer arreglos entre sí para no hacer ofertas por los lugares de los demás. Dos factores minimizarían ese peligro. En primer lugar, el número de compañías o grupos que *podrían* estar interesados en la extracción de nódulos es bastante grande. De hecho, se podría decir que la mayoría de las grandes compañías petroleras y mineras del mundo están potencialmente interesadas en la explotación de los fondos marinos¹⁴⁸. Parece razonable esperar que, una vez que se compruebe que la explotación de nódulos es comercialmente viable, muchas otras empresas se incorporen a la industria.

El segundo factor que mejoraría las oportunidades de la licitación competitiva es la posibilidad de que se estableciera algún tipo de control sobre el ritmo de explotación de nódulos. Si la Autoridad adoptara un sistema de control similar al que se examinó precedentemente (III.3.4), cada año se autorizaría la extracción de cierto volumen de nódulos. Utilizando como ejemplo las cifras presentadas en el cuadro 7, para 1976 la Autoridad podría aprobar proyectos para extraer aproximadamente 2,7 millones de toneladas de nódulos. Suponiendo que 1976 fuera el primer año en que entrara provisionalmente en vigor el régimen internacional, en ese momento es probable que la totalidad de los 7 u 8 grupos más activos tratara de obtener autorización para seguir adelante con sus programas y al mismo tiempo garantizar la exclusividad de los derechos de explotación en los lugares por ellos codiciados. Considerando los volúmenes probables de operación, esos grupos podrían pedir permiso para extraer un volumen anual de 19 a 22 millones de toneladas de nódulos, o sea, aproximadamente 6 a 7 veces el número de toneladas que se podrían autorizar ese año. En tal caso, las empresas tendrían que incluir en sus licitaciones, particularmente en los primeros años, un factor de prioridad cronológica¹⁴⁹ y de prioridad geográfica.

¹⁴⁸ Este interés se puede comprobar en la intervención de 32 empresas de 6 países (EE. UU., Canadá, Francia, República Federal de Alemania, Australia y el Japón) en los ensayos del sistema CLC (cangilones en línea continua) realizados en 1972. Esas empresas pagaron una cuota mínima de 50.000 dólares de los EE. UU. para participar en dichos ensayos. Parece probable que varias otras empresas se sumen a la industria de nódulos mediante "la adquisición de tecnología". Los grupos multinacionales que hasta ahora se han establecido tratan primordialmente de lograr el desarrollo de la tecnología en cooperación. Cabe esperar que, una vez que un sistema de explotación de nódulos esté en funcionamiento, uno o más miembros de ese grupo se sientan tentados a actuar independientemente. Otro factor que influye en la posible expansión futura de la industria es el programa de Howard Hughes. Quizá otras partes interesadas tengan acceso a su sistema de explotación de nódulos, que actualmente se está ensayando en el Océano Pacífico. De hecho, la Summa Corporation aún no ha completado sus planes sobre la etapa comercial de la explotación de nódulos. Se están estudiando distintas posibilidades: a) extraer e industrializar los nódulos únicamente; b) crear una iniciativa conjunta con una o varias empresas que tengan experiencia en metalurgia y comercialización; c) explotar los nódulos para venderlos a terceros; y d) construir y vender sistemas completos de extracción de nódulos a las partes interesadas.

¹⁴⁹ Cabría aducir que esos 7 u 8 grupos tratarían de convenir entre sí un calendario y un pacto de no licitar por las concesiones de los demás. No es muy probable que se llegue a esos arreglos debido a la importancia del factor tiempo en los negocios y la dificultad de hacer cumplir un acuerdo de ese tipo frente a tantas incógnitas. Por ejemplo, la compañía X, a la que las demás empresas hubieran concedido prioridad para el primer año, podría revelar la existencia de un lugar de explotación de condiciones tan ideales que una o más partes en el "pacto de caballeros" se sintieran tentadas a desconocer el acuerdo y a tratar de obtener control sobre ese lugar con una oferta elevada. Además, las varias docenas restantes de posibles empresas de extracción de nódulos también intervendrían para garantizar que el sistema de subasta de los lugares de explotación fuera competitivo. Esos recién llegados podrían abreviar el proceso y, en vez de em-

Para adoptar un sistema de subasta, sería necesario determinar el carácter de las licitaciones. Se podrían prever dos posibilidades básicas, a saber, el pago total de cierta suma que constituiría el precio de licitación (como en la industria petrolera) o la oferta de hacer pagos mayores que los determinados estatutariamente en relación con los ingresos brutos o netos una vez que comenzara la producción. Todos los métodos tienen ventajas y desventajas. El pago al contado por un lugar de explotación tiene la ventaja de su sencillez; el lugar se adjudica simplemente al mejor postor. El precio al contado también tiene la ventaja de desalentar a los especuladores de reservar los lugares escogidos, aunque también se les puede desalentar estableciendo requisitos mínimos de operación (un programa de gastos mínimos anuales) y cuotas por el alquiler de superficies. El inconveniente del precio al contado es que aumenta la carga financiera del inicio de las operaciones en la industria de nódulos. Como consecuencia, la empresa explotadora tratará de elevar la ley admisible del mineral y acelerar los programas de producción¹⁵⁰. Esos procedimientos no conducen a buenas prácticas de conservación de recursos.

Las licitaciones que ofrecen una mayor participación de la Autoridad en los ingresos brutos o netos solucionarían algunos de los inconvenientes de los precios al contado. Por otra parte, serían bastante complejas de evaluar. Las decisiones que la Autoridad tomara sobre "el mejor postor" podrían crear controversias dependiendo del método de evaluación de las licitaciones. Por ejemplo, una licitación en la que se ofreciera un 4% más de regalía podría ser de hecho más atractiva para la Autoridad que una en la que se ofreciera un 5% según el cuadro de flujo de fondos previsto para ambos proyectos y la tasa de descuento utilizada para evaluar el proyecto¹⁵¹. Otra opción sería la combinación de cánones y bonificaciones en el sistema de subasta¹⁵².

Para terminar, cabría decir que los ingresos que la Autoridad podría recibir de la explotación de nódulos serían bastante atractivos. Como requisito previo para determinar la participación de la Autoridad se debería elaborar un acuerdo sobre el tipo de régimen que regularía la explotación de nódulos. La formulación de una participación ideal o conveniente sólo sería posible después de decidir "quién puede explotar la zona" y "de qué forma se puede explotar". Una vez que eso se hubiera decidido, se requerirían estudios adicionales sobre los aspectos económicos de la extracción de nódulos para determinar la cuantía más apropiada de cada uno de los componentes de la participación de la Autoridad.

6. Preservación del medio marino

Pese al acuerdo universal sobre la necesidad de medidas para preservar el medio marino en todas las actividades de exploración de la zona internacional y de explotación de sus recursos, la aplicación de ese principio en la práctica

plear varios millones de dólares durante algunos años en programa de exploración, podrían gastar sencillamente sumas equivalentes como precios de licitación por los lugares escogidos que fuesen divulgados por los líderes de la industria.

¹⁵⁰ Véase A. P. H. Van Meurs, *Petroleum Economics and Off-shores Mining Legislation* (Amsterdam, Elsevier Publishing Co., 1971), pág. 87.

¹⁵¹ Véase *Manual de Proyectos de Desarrollo Económico* (publicación de las Naciones Unidas, No. de venta: 58.II.G.5; y OCDE, *Manuel d'analyse des projets industriels dans les pays en voie de développement*, París, 1969).

¹⁵² "Quizá debido al elevado nivel de riesgo e incertidumbre en gran parte de los terrenos de dominio público, el sistema óptimo de arrendamiento podría incluir una combinación de cánones y bonificaciones en la licitación." (J. W. Sprague y B. Julian, "An analysis of the impact of an all-competitive leasing system on onshore oil and gas leasing revenue", *Natural Resources Journal*, julio de 1970, págs. 515 a 531.)

presenta varias dificultades. El foco del problema es la definición de qué constituye una interferencia con el equilibrio ecológico del medio marino. Sobre la base de esa definición se podrían establecer las normas operacionales para las actividades desarrolladas en la zona.

El número de investigaciones sobre el medio ambiente de la mar profunda es casi insignificante en comparación con la multitud de programas relacionados con los procesos ecológicos del medio costero de poca profundidad. Pero incluso en ese segundo caso, los científicos distan de coincidir en sus opiniones acerca de si ciertas actividades concretas interfieren sensiblemente con el equilibrio ecológico del medio marino. Por lo tanto, es evidente que en la actualidad existe una grave deficiencia de conocimientos sobre la ecología de los océanos profundos. Aunque en los Estados Unidos se han realizado algunas investigaciones sobre la repercusión ambiental de la explotación de nódulos¹⁵³ y las Naciones Unidas han encargado un estudio sobre esa cuestión, los datos que existen en la actualidad no bastarían para establecer normas ambientales detalladas.

La mayoría de las observaciones ambientales que se han hecho hasta ahora se basan en la operación intermitente de prototipos de sistemas de elevación en aguas relativamente poco profundas — de menos de 1.000 metros de profundidad. La repercusión ecológica del funcionamiento de un gran sistema de extracción a 4.000 ó 5.000 metros de profundidad, y en algunos casos a 800 millas de la costa más cercana, probablemente sólo se evaluará en su totalidad cuando las operaciones comerciales hayan estado funcionando por algún tiempo. Además, es probable que la naturaleza de los sedimentos del fondo y la vida bentónica cambien de un lugar a otro. Las corrientes oceánicas en la columna de agua y las características del agua (temperatura, salinidad, etc.) también podrían variar con la ubicación. Por último, los distintos métodos de extracción y separación de sedimentos ejercerán distintos impactos en los medios bentónicos y pelágicos. Por ejemplo, el propósito del sistema de línea continua de cangilones (CLC) es elevar sólo los nódulos a la superficie. En cambio, los sistemas de bombeo hidráulico y neumático transportarán grandes cantidades de agua fría del fondo (rica en nutrientes) y sedimentos a las aguas más cálidas de la superficie¹⁵⁴.

En esas circunstancias, quizás sería conveniente determinar las normas apropiadas para proteger el equilibrio ecológico en tres etapas. Primero, incorporar en el régimen principios generales sobre la preservación de ese medio y la competencia para establecer y hacer cumplir las normas. Como segunda línea de defensa, se podría exigir que todas las compañías y grupos que solicitaran contratos o licencias para explotar los nódulos presentaran declaraciones sobre la repercusión ambiental. Por último, la Autoridad podría elaborar progresivamente reglas, normas y reglamentos detallados sobre la base de la experiencia que fuera acumulando¹⁵⁵.

Las anteriores consideraciones se refieren primordialmente a la extracción en aguas profundas. Sin embargo, debe tenerse presente el hecho de que en la actualidad aproximadamente el 95% de la contaminación oceánica se debe a

los buques¹⁵⁶. Los contaminantes penetran en el medio marino principalmente a causa de los choques y otros accidentes marítimos, las operaciones de carga y de aprovisionamiento de combustible y las descargas operacionales. Las cuestiones relacionadas con las normas y reglamentaciones de esas actividades serán examinadas en la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, con especial atención a la labor que realiza la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental.

7. Conservación de los recursos constituidos por nódulos

La preocupación por la conservación de los recursos marinos, expresada en la Declaración de Principios, constituye un índice del hecho de que los depósitos de nódulos son una de las últimas fronteras de la minería en un mundo hambriento de recursos. El concepto de conservación de los recursos, sin embargo, no siempre se comprende con claridad. Se ha dicho, en pocas palabras que: "La conservación de los recursos no renovables se logra utilizándolos en forma racional y eficiente, aplicando planes de explotación a largo plazo, e impidiendo el derroche causado por métodos de producción y técnicas de elaboración ineficaces o a otras causas"¹⁵⁷.

El enfoque básico necesario para la conservación de los recursos es maximizar su aprovechamiento a largo plazo. Con tal objeto debe desalentarse el uso por las empresas de determinados métodos de explotación que quizás resulten comercialmente atractivos a corto plazo. Los métodos de conservación de los recursos constituidos por nódulos se relacionan con dos amplios sectores: el de la administración general de la zona internacional y el de la reglamentación de las operaciones de explotación minera. Las cuestiones que plantea la conservación de los recursos, y las posibles soluciones de cada caso, se presentan en forma sumaria en la figura 8.

Debe ponerse de relieve que estas cuestiones son en gran medida interdependientes. Toda estrategia de conservación de los recursos tomaría en cuenta todos estos sectores. Por ejemplo, podría trazarse en la zona internacional una retícula básica con cuadros de 50 km. x 50 km. (2.500 km²) de lado y permitir la explotación de cada dos filas de cuadros adyacentes (100 km. de ancho) reservando las dos filas laterales para su explotación futura. A cada empresa se le asignaría un cuadro por determinado número de años, con sujeción a un plan de producción metalífera aprobado por la Autoridad. Este enfoque hipotético satisfaría los requisitos generales de subdivisión de la zona internacional, y fijaría la extensión superficial de cada cuadro; al mismo tiempo, reservaría automáticamente la mitad de las mejores zonas mineras para el futuro. Haría también más fácil controlar la explotación de los nódulos de modo de reducir al mínimo las posibles repercusiones desfavorables sobre los países en desarrollo exportadores de minerales. Impediría también que unos pocos empresarios mantuvieran en su poder extensas áreas de depósitos de nódulos de alta graduación con fines especulativos y, simultáneamente, reduciría al mínimo la necesidad de hacer cumplir una reglamentación detallada de trabajo, que es el método usual para desalentar las tenencias

¹⁵³ T. C. Malone, C. Garside y D. S. Roels, "Potential Environmental Impact of Manganese-Nodule Mining in the Deep Sea", en *Offshore Technology Conference, 1973 Preprints*, vol. I, págs. 129 a 135; C. G. Welling, "Some Environmental Factors Associated with Deep Ocean Mining", *8th Annual Conference of the Marine Technology Society, 1972*; A. F. Amos, C. Garside, K. C. Haines y O. A. Roels, "Effects of Surface-Discharged Deep Sea Mining Effluent", *Journal of Marine Technology Society* (1972), No. 4, págs. 40 a 45.

¹⁵⁴ T. C. Malone, C. Garside y D. S. Roels, *op. cit.*, pág. 129.

¹⁵⁵ Para lograr una protección eficaz del medio marino, al igual que para otros objetivos de política, se debe dotar a la Autoridad de

poderes y flexibilidad lo suficientemente amplios para que ajuste sus normas y reglamentos a los conocimientos que vaya acumulando sobre el medio marino y a las nuevas circunstancias que pueda confrontar en el futuro.

¹⁵⁶ Véase la cuestión de competencia para establecer normas de prevención de la contaminación originada por los buques (A/AC.138/Sc.III/L.36).

¹⁵⁷ *Recursos naturales de los países en desarrollo: investigación, explotación y utilización racional* (publicación de las Naciones Unidas, No. de venta: S.70.II.B.2).

especulativas. Por último, daría un control intrínseco de la eficiencia mínima de explotación¹⁵⁸.

La administración de la zona internacional, desde el punto de vista de conservación de los recursos, requerirá que se tomen decisiones que están relacionadas con cuestiones del espacio y del tiempo. El problema espacial o geográfico es muy similar al que se plantea en la industria de extracción de petróleo en el mar. Los dos elementos básicos de la ecuación son la subdivisión de la zona internacional en "cuadros", o zonas mineras potenciales, y el tamaño de estos cuadros. La subdivisión de la superficie ofrece dos alternativas. La primera, dejar sencillamente a las partes interesadas (los mineros de los nódulos) que indiquen la forma y la ubicación de los cuadros deseados. Este enfoque dificulta la administración general de los recursos y puede ser causa de que éstos se despilfarren porque la superficie dejada entre los

¹⁵⁸ Por ejemplo, podría notificarse a una empresa que desea extraer 3 millones de toneladas de nódulos por año que, sólo después de 5 años de actividades, se le daría en concesión otro cuadro. Si se sabe que la densidad de nódulos en la zona es de aproximadamente 4 libras por pie cuadrado, o sea un total de unos 50 millones de toneladas en todo el cuadro, después de 5 años de explotación se habrían extraído unos 15 millones de toneladas de nódulos, lo que representa una eficiencia de extracción de un 30%.

bloques elegidos puede tener formas tan extrañas y ser tan pequeña como para que su explotación no sea atractiva. El caso hipotético A de la figura 9, donde puede quedar sin aprovechar una superficie libre sustancial, permite visualizar esa situación.

La otra opción consiste en subdividir la zona internacional de modo más o menos parejo, como se hace generalmente en el caso de la industria petrolera marina. Ello implica el establecimiento de una retícula con cuadros paralelos de igual forma que puede ser de carácter global, con todos los cuadros definidos de modo similar por sus coordenadas geográficas, o de carácter regional, con un tamaño de cuadros variable de acuerdo con las características geomórficas del fondo marino, la latitud, la densidad y la calidad de los nódulos, etc. En el ejemplo hipotético de la figura 9 B, la retícula se basaría en meridianos y paralelos. En este caso, relativamente simple y sin complicaciones, se tendrían cuadros progresivamente más pequeños a medida que se alejan del ecuador, como puede verse en el cuadro 13. La conveniencia del empleo de una retícula básica de este tipo depende de consideraciones sobre el tamaño más apropiado de cuadro.

Varios factores deben tenerse en cuenta al determinar la extensión de la zona de explotación minera de nódulos. En

Figura 8

RESUMEN DE CUESTIONES Y POSIBILIDADES RELACIONADAS CON LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS DE LOS FONDOS MARINOS

A. Administración de la zona internacional

1. Decisiones relacionadas con el espacio (límites superficiales):
 - a) Subdivisión general de la zona internacional:
 - i) Sobre una base *ad hoc*, atendiendo los pedidos de las empresas mineras oceánicas;
 - ii) De conformidad con una retícula básica.
 - b) Tamaño de los cuadros o subdivisiones:
 - i) Atendiendo los pedidos de las empresas mineras;
 - ii) De igual tamaño para todos los cuadros;
 - iii) De tamaño variable predeterminado por la retícula:
 - Cuadros de un grado por lado, definidos por meridianos y paralelos;
 - Tamaños determinados por consideraciones geológicas, morfológicas y de otro tipo.
2. Decisiones relacionadas con el tiempo:
 - a) Reserva de las áreas para su empleo futuro:
 - i) Devolución de las áreas a la Autoridad (tres cuartas partes de la superficie para la que se autorizó inicialmente la explotación);
 - ii) Bandas alternadas con un ancho de 2 grados de longitud de polo a polo;
 - iii) Decisión a discreción de la Autoridad.
 - b) Autorización anual de explotación, según la superficie o el tonelaje de nódulos:
 - i) Sin límites, atendiendo el pedido de las partes interesadas;
 - ii) Explotación controlada de los nódulos basada en el principio de complementariedad con la producción en tierra firme.
 - c) Duración de los permisos de exploración y de explotación, trabajos necesarios.

B. Reglamentación de las operaciones de explotación minera

1. No se requeriría eficiencia mínima de extracción.
2. Control destinado a evitar el derroche causado por métodos ineficientes de explotación minera:
 - a) Extensión de cuadros sin explotar:
 - i) Zonas inexplorables — barreras topográficas;
 - ii) Zonas con nódulos de tenor inferior al explotable.
 - b) Eficiencia del "barrido":
 - i) Limitada maniobrabilidad;
 - Sistema de la línea continua de cangilones;
 - Sistemas de recolección por succión (hidráulica) y por inyección de aire.
 - ii) Amplia maniobrabilidad, dispositivos que se desplazan por el fondo.
 - c) Eficiencia del dragado.

general se considera que la superficie de la zona de explotación debe ser lo suficientemente extensa como para suministrar el tonelaje de nódulos que sea necesario para el funcionamiento normal del equipo de minería y de la planta de elaboración durante su vida proyectada. Es razonable esperar que en la mayor parte de los países industriales estas instalaciones se amortizarán en menos de 10 años. Puesto que la minería de nódulos es una industria nueva, que apenas comienza a perfeccionar sus métodos, cabe esperar que el ritmo de progreso tecnológico dejará rápidamente anticuadas las plantas y las maquinarias. Si el tamaño de los cuadros de explotación minera debe fijarse de modo que éstos proporcionen el mineral necesario durante la vida del proyecto, parece que este período podría definirse arbitrariamente como comprendido entre 10 y 20 años. Una de las compañías que desarrollan sistemas de explotación de nódulos pone en tela de juicio la necesidad de tener zonas de explotación minera lo suficientemente grandes como para satisfacer los propósitos mencionados. La International Nickel Co.¹⁵⁹ ha propuesto que se otorguen a cada concesionario derechos exclusivos de acceso a una superficie de 2.500 km², con una zona de separación de por lo menos 5 km entre cuadros, para prevenir las intrusiones de otras empresas. Estas áreas de explotación minera más pequeñas impedirían que unas pocas compañías acapararan los terrenos. Una vez agotados los depósitos de nódulos de un lugar, se concedería al minero otro cuadro, que posiblemente sería el adyacente al primero.

El problema de determinar el tamaño "adecuado" se ve complicado por el hecho de que la densidad y la calidad de los nódulos cambia de un lugar a otro. Además el rendimiento de extracción de los diversos sistemas de minería que se están perfeccionando puede variar considerablemente. Teniendo en cuenta estos factores, son tres los enfoques posibles para determinar el tamaño de la zona de explotación minera: a) fijar tamaños variables atendiendo los pedidos de las empresas de explotación minera; b) fijar un tamaño normalizado para todos los cuadros independientemente de la

localidad o de la capacidad de producción propuesta; y c) fijar tamaños variables predeterminados por una retícula básica.

Un trabajo preparado por funcionarios de dos compañías estadounidenses¹⁶⁰ da una indicación de cuál podría ser la extensión que podrían reivindicar los mineros del futuro para sus proyectos. Los autores, mediante una fórmula general, calculan que dentro del campo de hipótesis que sugieren las variables de la fórmula, la superficie requerida, con una densidad media de mineral de 1,5 libras por pie cuadrado y para una producción anual de 3 millones de toneladas de nódulos secos durante 20 años, variaría de 32.668 km² a 127.043 km². Aunque la fórmula propuesta parece ser muy útil, será necesario examinar críticamente las hipótesis utilizadas en los cálculos para determinar su aplicabilidad a situaciones reales de la minería de nódulos¹⁶¹. Parece razonable suponer que las empresas dedicadas a la minería de nódulos querrán controlar una superficie tan grande como sea posible de terrenos de máximo rendimiento.

El otro aspecto de la administración de la zona internacional relacionado con la conservación de los recursos se vincula al elemento tiempo. Las cuestiones en juego son: a) la reserva de zonas para su aprovechamiento futuro; b) la autorización anual para explotar una determinada extensión superficial, o un cierto volumen de nódulos y c) la duración de los permisos de exploración y explotación. Este último punto es un rasgo común a toda la legislación minera y generalmente se lo asocia con la obligación de realizar ciertos trabajos durante los periodos en cuestión para que los terrenos no se mantengan con fines especulativos. La

¹⁶⁰ J. E. Flipse, M. A. Dubs y R. J. Greenwald, "Pre-production Manganese Nodule Mining Activities and Requirements", *Mineral Resources of the Deep Sea-Bed*, op. cit. en la nota 13.

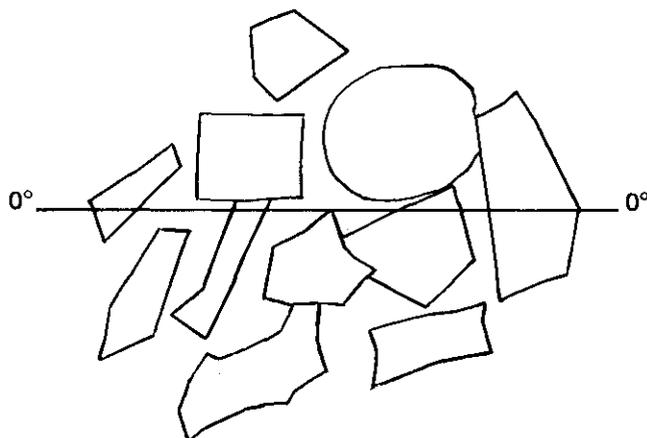
¹⁶¹ Es interesante observar que el proyecto de ley preparado por el American Mining Congress, que examina actualmente el Congreso de los Estados Unidos, en el que se propone una legislación provisional para reglamentar la explotación de los recursos de los fondos oceánicos, señala que deben concederse derechos de exploración exclusiva sobre una superficie de 40.000 km². En el proyecto se establece que, una vez comenzada la explotación, la empresa minera retendrá la cuarta parte del área (10.000 km²) y devolverá las tres cuartas partes restantes a un centro de intercambio de información y registro internacional.

¹⁵⁹ INCO, "An Approach to International Regulation of the Recovery of Deep Sea Ferro Manganese Nodules", edición mimeografiada, enero de 1973.

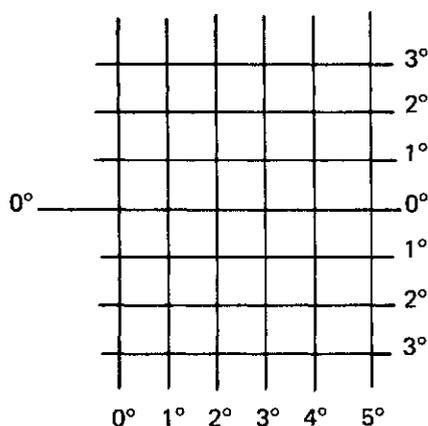
Figura 9

DOS CASOS HIPOTÉTICOS DE SUBDIVISIÓN DE LA ZONA INTERNACIONAL

A. Zona internacional subdividida sobre una base ad-hoc con superficies de la forma pedida por los mineros de nódulos



B. Zona internacional subdividida mediante una retícula global de meridianos y paralelos



posibilidad de crear un programa de explotación controlada de nódulos en el que se autorice cierto tonelaje máximo anual depende de la naturaleza del régimen y de las futuras decisiones de la Autoridad. Esta cuestión se discute en mayor detalle en la sección III.3 *supra*.

La reserva de áreas para su explotación futura es una cuestión tan relacionada con los principios de justicia como con la conservación de los recursos. En general se conviene en que, si no se cuenta con una reglamentación que lo impida, unas pocas firmas de los países más adelantados podrán, en pocos años, adquirir derechos sobre los mejores lugares de explotación en todos los océanos del mundo. Los que lleguen tarde, tanto los países en desarrollo como los pequeños países industriales, tendrán entonces un papel muy limitado, si es que lo tienen. Esta observación es aplicable, por supuesto, si las partes interesadas explotan directamente los recursos previa licencia. Se ha sugerido, en consecuencia, que interesa a toda la comunidad mundial reservar parte de los mejores yacimientos de nódulos para su empleo futuro.

Este objetivo podría lograrse de tres maneras distintas, como se ilustra en la figura 10. Una posibilidad sería la de, para el aprovechamiento futuro, reservar las tres cuartas partes de la superficie inicial concedida para la exploración; tal vez se obligaría a la empresa minera de nódulos a devolver esa parte a la Autoridad al comenzar la explotación. Este enfoque probablemente garantizaría lugares bastante atractivos para las futuras generaciones de mineros, porque no es probable que la calidad de los depósitos de nódulos reservados varíe mucho de la que tengan los lugares retenidos por la primera empresa minera.

Si la Autoridad establece una retícula básica mediante el empleo de meridianos, otra posibilidad sería la de conservar

para la explotación futura husos alternados de un ancho de 2° de longitud, que vayan de polo a polo. Este método dividiría automáticamente a los fondos marinos en zonas adyacentes, que corresponderán a las que se exploten en los primeros años y a las que se reserven para el futuro. Por ejemplo, se sabe que los depósitos más extensos e interesantes de nódulos se encuentran en el Pacífico Norte, en una banda que corre de este a oeste entre los 6° N y los 20° N y que abarca desde los 110° O hasta los 180° O¹⁶². Si en dicha zona general se delimitan bandas alternadas de 2° de longitud, puede decirse que la mitad de los mejores lugares de explotación minera, en principio, estarían disponibles para su explotación acutal mientras que la otra mitad se conservaría para el futuro.

Podría emplearse un tercer método: la Autoridad decidiría, a su discreción, qué zonas generales podrían ponerse en explotación, y conservaría las zonas restantes de los fondos marinos para el futuro. Ese enfoque es el que adoptan por lo general los países litorales para la explotación de los recursos de hidrocarburos en el mar. La dificultad para aplicar este enfoque a la administración de los recursos de los fondos oceánicos radica en que sólo las pocas compañías que se ocupan activamente de programas de exploración de nódulos conocen la ubicación precisa de los depósitos de nódulos de alta calidad.

En un sentido más estricto, la conservación de los recursos tiene por objeto la propia reglamentación de las operaciones de minería. El objetivo es evitar el despilfarro que

¹⁶² D. R. Horn, B. M. Horn y M. Delach, "Ocean Manganese Nodules Metal Values and Mining Sites" ("Valores de los metales en los nódulos oceánicos de manganeso y zonas de explotación minera"), NSF, Technical Report, No. 4, Washington, D. C., 1973.

Cuadro 13

SUPERFICIE DE CUADROS DE UN GRADO POR LADO

(En kilómetros cuadrados)

Latitud	Superficie en km ²	Latitud	Superficie en km ²	Latitud	Superficie en km ²
0°-1°	12 309	30°-31°	10 643	60°-61°	6 124
1°-2°	12 305	31°-32°	10 534	61°-62°	5 935
2°-3°	12 298	32°-33°	10 422	62°-63°	5 745
3°-4°	12 287	33°-34°	10 307	63°-64°	5 552
4°-5°	12 273	34°-35°	10 189	64°-65°	5 358
5°-6°	12 254	35°-36°	10 067	65°-66°	5 162
6°-7°	12 233	36°-37°	9 942	66°-67°	4 964
7°-8°	12 207	37°-38°	9 815	67°-68°	4 765
8°-9°	12 178	38°-39°	9 684	68°-69°	4 564
9°-10°	12 145	39°-40°	9 550	69°-70°	4 362
10°-11°	12 109	40°-41°	9 414	70°-71°	4 159
11°-12°	12 069	41°-42°	9 274	71°-72°	3 954
12°-13°	12 025	42°-43°	9 132	72°-73°	3 747
13°-14°	11 978	43°-44°	8 986	73°-74°	3 540
14°-15°	11 928	44°-45°	8 838	74°-75°	3 331
15°-16°	11 873	45°-46°	8 687	75°-76°	3 121
16°-17°	11 815	46°-47°	8 534	76°-77°	2 910
17°-18°	11 754	47°-48°	8 377	77°-78°	2 699
18°-19°	11 689	48°-49°	8 218	78°-79°	2 486
19°-20°	11 621	49°-50°	8 057	79°-80°	2 273
20°-21°	11 549	50°-51°	7 893	80°-81°	2 058
21°-22°	11 474	51°-52°	7 726	81°-82°	1 844
22°-23°	11 395	52°-53°	7 557	82°-83°	1 628
23°-24°	11 313	53°-54°	7 386	83°-84°	1 412
24°-25°	11 227	54°-55°	7 212	84°-85°	1 196
25°-26°	11 138	55°-56°	7 036	85°-86°	979
26°-27°	11 046	56°-57°	6 858	86°-87°	762
27°-28°	10 950	57°-58°	6 678	87°-88°	544
28°-29°	10 851	58°-59°	6 495	88°-89°	327
29°-30°	10 749	59°-60°	6 310	89°-90°	109

Fuente: *Geographical Conversion Tables* (Zurich, Amiran y Schick, 1961), pág. 219 a 221.

originan los métodos que suelen adoptarse cuando una compañía tiene derechos de minería sobre una propiedad muy extensa. En estos casos, la compañía trata de maximizar los beneficios a corto plazo explotando solamente los minerales de elevado tenor y abandonando minerales que normalmente se considerarían de tenor comercial recuperable. Pero el conocimiento actual de la tecnología de minería de nódulos es insuficiente para poder fijar una reglamentación detallada. La Autoridad, sin embargo, podría establecer objetivos mínimos de recuperación de nódulos por debajo de los cuales no se permitirían actividades de explotación.

La conveniencia de fijar objetivos mínimos de recuperación se ilustra con ejemplos en el trabajo "Requisitos y actividades de la minería de nódulos de manganeso previos a la explotación"¹⁶³ donde se calcula que, con la tecnología existente, el porcentaje de recuperación de nódulos podría alcanzar sólo un 9% y llegar, como máximo, al 35% del volumen total de existencias. La Autoridad puede muy bien preguntarse si el permitir operaciones de explotación que pueden dejar intactos el 91% de estos importantes recursos minerales tiene en cuenta los intereses a largo plazo de la comunidad internacional. La eficiencia de la recuperación es una función de varios factores, los más importantes de los cuales son el porcentaje de la superficie total que quedaría sin explotar, la eficiencia de la draga y la eficiencia de barrido del sistema.

La extensión de las zonas sin explotar de un cuadro depende de barreras topográficas por un lado y de la calidad del nódulo por el otro. Es posible que parte del cuadro de explotación contenga nódulos con tenor de minerales inferior al explotable, en cuyo caso la zona no sería trabajada por la

¹⁶³ J. E. Flipse, M. A. Dubs y R. G. Greenwald, "Pre-Production Manganese Nodule Mining Activities and Requirements, *Mineral Resources of the Deep Sea-Bed*, op. cit. en la nota 13.

compañía minera. El trabajo mencionado sugiere que probablemente el 10% de toda la zona de explotación contenga nódulos con tenor inferior al explotable¹⁶⁴. Parece ser, sin embargo que, si el tamaño del cuadro no es excesivamente grande, sólo una parte mínima de la superficie total contendrá nódulos de riqueza inaprovechable. Por supuesto que aún falta definir cuál es la calidad o el tenor que no es explotable. En lo que se refiere a la extensión de las minas que no se pueden explotar, el documento citado sugiere que va del 15 al 25% de la superficie total. Estas cifras dependerían también del tamaño de la zona de explotación, pues cuanto más grande sea ésta — el documento considera zonas de hasta 750.000 km² — tanto mayor es la probabilidad de que una parte importante incluya barreras topográficas.

La eficiencia de dragado se define como la capacidad para recoger nódulos que estén dentro de la superficie que barre el cabezal de la máquina minera. El documento mencionado usa tres hipótesis: el 30%, el 50% y el 70%. Estas hipótesis probablemente reflejen la capacidad del sistema de explotación que desarrollan actualmente Deepsea Ventures y Kennecott. Para usar las palabras de las propias empresas: "En el estado actual de desarrollo de la tecnología no es probable que los mineros oceánicos puedan alcanzar una eficiencia de recolección del 100%"¹⁶⁵.

La misma observación se aplica a la eficiencia del barrido. El trabajo mencionado supone que se barre del 45 al 65% de la superficie total de la mina. Es posible imaginar las dificultades que se presentan para controlar el movimiento del cabezal remolcado de la draga. El sistema trabajará como una aspiradora gigante con un cabezal de quizás 15 metros de ancho (50 pies) que colgará del barco minero al extremo de unos 5.000 metros aproximadamente de cañería semi-

¹⁶⁴ *Ibid.*

¹⁶⁵ *Ibid.*, pág. 655.

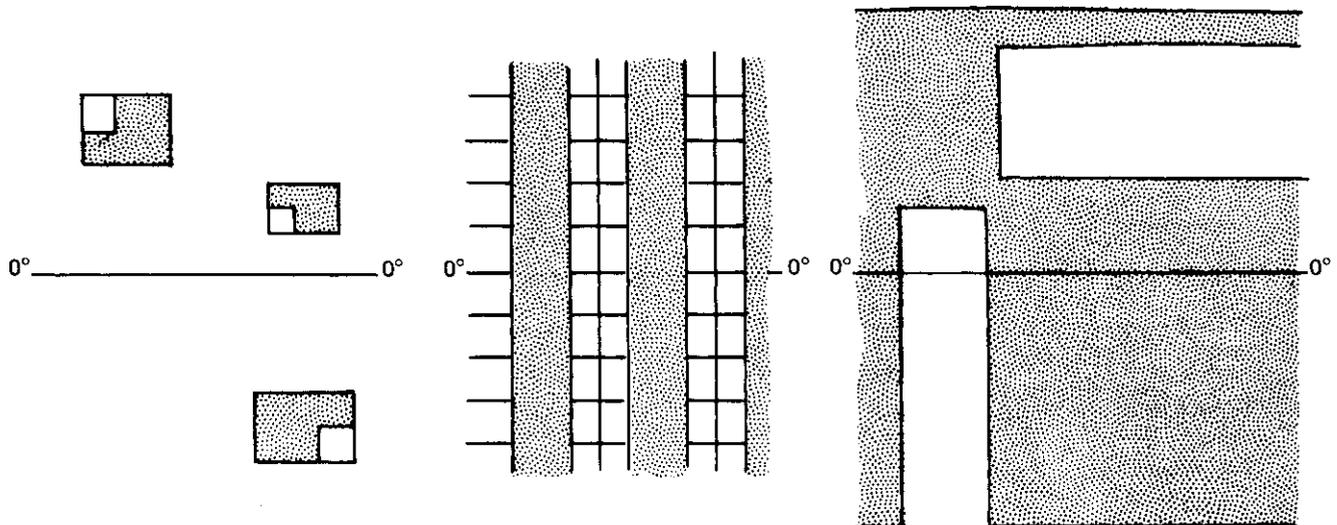
Figura 10

TRES POSIBLES CRITERIOS PARA RESERVAR ÁREAS PARA LA EXPLOTACIÓN FUTURA
(LAS SUPERFICIES SOMBRADAS SERÍAN LAS RESERVADAS)

A. Se reserva la superficie devuelta a la Autoridad después de la etapa de exploración

B. Se reservan dos filas alternadas de norte a sur en la retícula básica

C. Se concede permiso para explotar sólo determinadas áreas del fondo oceánico



flexible. Si se tienen en cuenta las corrientes presentes en toda esa altura de agua, aun cuando se navegue en barco minero en forma precisa siguiendo un curso paralelo al curso previo, a exactamente 15 metros de distancia, el cabezal barrerá una nueva fila con una indeterminación de 150 metros. Una compañía minera, después de realizar varios ejercicios de simulación mediante computadora, se vio obligada a reconocer que el mejor procedimiento sería barrer simplemente al azar en el lugar de la explotación minera.

Teniendo en cuenta el estado en que se encuentra la tecnología actualmente, tanto la eficiencia de la draga como la

eficiencia del barrido han de ser forzosamente bajas. La reglamentación de las operaciones de explotación no puede basarse lógicamente en un nivel tecnológico que está de 5 a 10 años atrasado respecto al que tendrá cuando se inicien las operaciones comerciales reales. Es evidente que puede esperarse que los líderes de la industria alcancen considerables progresos y que logren, por ejemplo, el control de las operaciones mineras mediante televisión, y desarrollen sistemas perfeccionados para guiar el cabezal de la draga y otros dispositivos. Es también posible que puedan comenzar operaciones con tractores que se arrastran por el fondo, lo que aumentaría la eficiencia de la recolección y la del barrido.