



CONVENCION
DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE EL DERECHO DEL MAR

Distr.
LIMITADA

LOS/PCN/L.56
23 de febrero de 1988
ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLES

COMISION PREPARATORIA DE LA AUTORIDAD
INTERNACIONAL DE LOS FONDOS MARINOS
Y DEL TRIBUNAL INTERNACIONAL DEL
DERECHO DEL MAR
Kingston, Jamaica
14 de marzo a 8 de abril de 1988

ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGIA DE EXPLORACION Y EXPLOTACION
MINERA DE LOS FONDOS ABISALES

Documento preparado por la Secretaría

INTRODUCCION

1. En el presente documento figura una vista de conjunto del estado actual de desarrollo de la tecnología en materia de explotación minera del lecho marino. La investigación y el desarrollo en materia de tecnología de extracción de nódulos de manganeso data de cerca de 20 años. Durante este período, se ha gastado una cifra estimada en 500 millones de dólares en exploración de yacimientos de nódulos de manganeso y desarrollo de la tecnología. Se han introducido refinamientos en los sistemas considerados viables; sin embargo, se mantienen los mismos conceptos básicos de diseño.
2. En el último decenio han tenido lugar dos novedades interesantes:
 - a) Dos de los tres conceptos de diseño básico de sistemas de extracción se han abandonado o se han postergado temporalmente, a saber, la draga de cangilones en línea continua y el sistema de lanzadera, respectivamente;
 - b) El desarrollo de la tecnología de explotación minera del lecho marino había sido iniciado por empresas de los Estados Unidos de América, el Canadá, el Japón, la República Federal de Alemania y Francia. Sin embargo, el hecho de que varias otras empresas mineras oceánicas hayan ingresado al sector en fecha relativamente tardía ha creado un mercado para sistemas integrados de extracción minera que actualmente están sirviendo empresas en varios países europeos, principalmente.

3. En el presente documento se describen brevemente las tecnologías existentes que se utilizan para la exploración de yacimientos de nódulos y los sistemas de extracción minera en desarrollo. También se indican algunas esferas del desarrollo de la tecnología que podrían tener consecuencias para la futura explotación minera del lecho marino.

I. TECNOLOGIA DE EXPLORACION

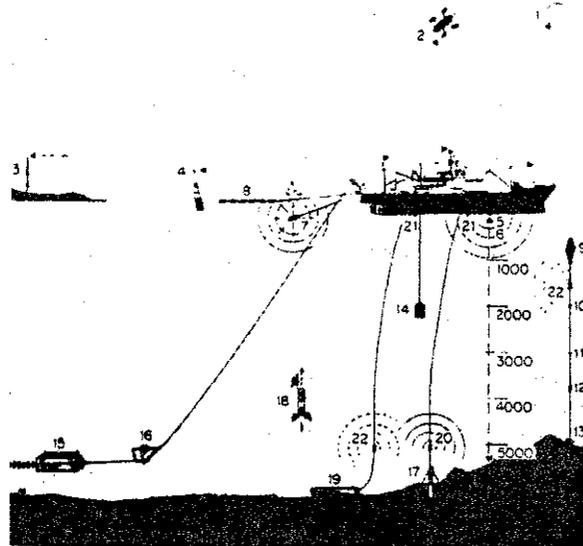
4. Las tecnologías de exploración se utilizan para estudiar el futuro sitio de la exploración minera con diferentes grados de detalle. A continuación la información reunida se utiliza para cumplir dos objetivos conexos: delimitación del yacimiento y elaboración de la tecnología de explotación. En la figura 1 se resumen en forma gráfica los dispositivos que se utilizan en la prospección y exploración. En general se utilizan tres tipos de dispositivos: recogedores de muestras del fondo, dispositivos visuales y dispositivos acústicos.

a) Recogedores de muestras del fondo. Los tipos habituales de dispositivos para recoger muestras del fondo que se utilizan para obtener muestras de nódulos de manganeso y sedimentos comprenden recogedores de muestras de mordaza, sacatestigos (de tipo cilíndrico y de caja) y dragas de arrastre, cada uno de los cuales se presenta en diversos diseños. Por ejemplo, los recogedores de muestras del fondo se hacen bajar del barco mediante un alambre y luego se recuperan, o bien se botan por la borda sin mantenerse unidos al buque, luego de lo cual se hunden, recogen una muestra y luego ascienden a la superficie y son recuperados por el buque.

b) Dispositivos visuales. Se utilizan cámaras de tomas fijas, cinematográficas y de televisión para un estudio visual del fondo oceánico. Las cámaras se pueden montar en armazones sostenidas por cables o bajarse en dispositivos suspendidos de cables y remolcarse. También se colocan cámaras de tomas fijas en los dispositivos de recogida de muestras del fondo y se activan justamente antes de recoger la muestra.

Figura 1

Diversos dispositivos de prospección y exploración de los fondos abisales (Cortesía de Arbeitsgemeinschaft Meerestechnischgewinnbare Rohstoffe, República Federal de Alemania)



LEYENDA:

Navegación

- 1 estrellas
- 2 satélites
- 3 radionavegación
- 4 boya de navegación (transpondedor/radar)

Batimetría

- 5 ecosonda de haz estrecho, ecógrafo de sedimentos
- 6 diversos tipos de sondas acústicas, incluidos registradores de profundidad de precisión (PDR)

Subsuelo

- 7 determinadores de perfiles del subsuelo
- 8 grímpolas

Perfil vertical

- 9 cadena de agrimensur submarina con boya localizable

- 10 molinete hidrométrico
- 11 termómetro
- 12 manómetro de presión de agua
- 13 ancla de remate
- 14 sonda batimétrica (medición continua de la temperatura, la salinidad, la velocidad del sonido, la presión)

Características de los nódulos

- 15 plataforma para remolque profundo
- 16 plataforma estabilizadora
- 17 sacatestigos para recoger muestras de sedimentos con nódulos
- 18 recogedor de muestras en caída libre
- 19 draga de arrastre

Localización de dispositivos de prospección lanzados por la borda

- 20 sonar
- 21 hidrófono
- 22 transpondedor

/...

c) Dispositivos acústicos. Las ondas sonoras se transmiten fácilmente por el agua. Hay diversos tipos de sistemas de generación de sonidos que producen diferentes imágenes. La ecosonda de haz ancho (sonar en dirección vertical) es el más común. El dispositivo de este tipo de más reciente generación es la ecosonda multifascial, que puede hacer un levantamiento de extensas superficies en un lapso relativamente corto (30.000 km² a una profundidad de 5.000 m en 25 días). Los sistemas convencionales de trazado sísmico de perfiles producen imágenes transversales verticales directamente bajo el buque. Los instrumentos más modernos de "levantamiento de fajas" de barrido lateral, como lo indica su nombre, poseen visión lateral y producen imágenes de alta resolución de los fondos marinos que parecen fotografías aéreas. En años recientes, los instrumentos de "levantamiento de fajas" han constituido el principal perfeccionamiento de los sistemas de prospección acústica para obtener un conocimiento detallado de la topografía de los fondos marinos.

5. Todos estos sistemas están disponibles en el comercio, ya sea por compraventa o alquiler. Uno de los sistemas de más reciente desarrollo es el SEABEAM, un sistema "sísmico" de alta frecuencia que proporciona una medida cuantitativa precisa de la profundidad de los fondos marinos a lo largo de una faja cuyo ancho es igual a las dos terceras partes de la profundidad del agua y con una resolución en profundidad que alcanza hasta 2 a 3 m. Sin embargo, a una profundidad de 5.000 m la resolución es cuando más igual a 20 o a 30 m $\frac{1}{2}$. El sistema de exploración de multifrecuencia (MFES), un sistema elaborado por la Sumitomo Metal Mining Company del Japón, también está disponible en el comercio y proporciona información sobre la distribución de nódulos de manganeso en tiempo real y en forma continua cuando se combina con ecosondas y determinadores de perfiles del subsuelo $\frac{2}{3}$. El Benigraph System, que incorpora un sumergible remolcado con sonar, proporciona datos en forma digital para una imagen topográfica tridimensional del lecho marino en colores y en tiempo real. Puesto que sólo necesita una pasada para reunir todos los datos, podría producir una revolución en las técnicas de prospección del lecho marino, ya que registra los perfiles del fondo con una resolución en profundidad de aproximadamente 5 cm y una resolución horizontal aproximadamente de 20 a 25 cm en ambas direcciones.

6. La fijación precisa de la posición de un buque es siempre un problema. Sin embargo, al aparecer los sistemas de satélites se mejoró la precisión y se ha mejorado mucho más al disponerse del Sistema mundial de fijación de posiciones (GPS). El antiguo sistema TRANSIT daba la posición del buque con una precisión de 1 km una vez por hora (en promedio). El GPS tiene una precisión de unas pocas decenas de metros. Hasta la fecha se han lanzado seis de los 18 satélites previstos para el sistema.

/...

7. En vista de los elevados costos que entraña el tiempo de navegación, se están efectuando intentos de elaborar plataformas de reunión múltiple de datos y sensores capaces de obtener rápidamente datos sobre los más variados parámetros. Gracias a las boyas flotantes se han logrado avances en tal sentido; se trata de sensores económicos y desechables que cuestan 700 a 1.000 dólares cada una y reúnen los datos y los transmiten a centros de reunión centralizada de datos mediante sistemas de satélites o aéreos 3/. También se utilizan boyas que se sumergen a profundidades determinadas de antemano durante lapsos fijos (dos a cuatro semanas) y posteriormente emergen a la superficie para transmitir los datos 4/.

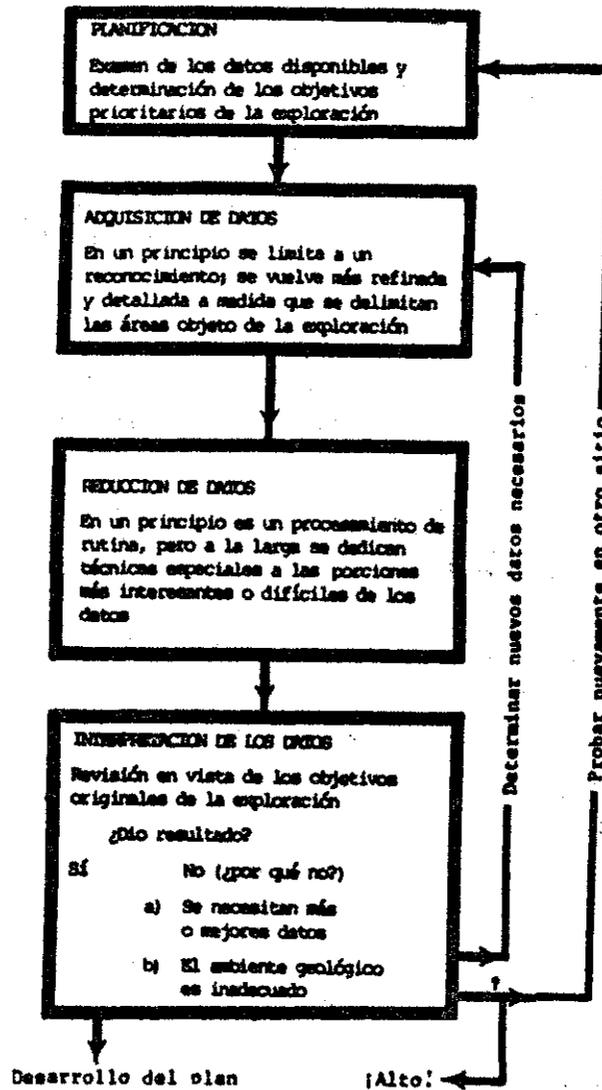
8. Para el pronóstico del estado del océano (tormentas, oleaje, etc.), se sugiere la utilización de satélites en órbita polar, junto con observaciones en la superficie y mediciones in situ. Los satélites proporcionan mediciones sinópticas sobre grandes superficies, mientras que los sistemas de boyas superficiales proporcionan diversos parámetros geofísicos necesarios, por ejemplo, corrientes, cáncamos, temperatura, velocidad del viento, etc. 5/. La reunión de estos datos durante un lapso prolongado es de utilidad para efectuar pronósticos meteorológicos. También es conveniente para pronosticar las posibles amplitudes del ciclo de oleaje, de 100 años. Las mediciones contribuyen a determinar la distribución espectral y la dirección de las olas oceánicas durante períodos de 5 a 10 años, las variaciones estacionales más importantes de las alturas de las olas, parámetros meteorológicos tales como velocidad del viento, precipitación, temperatura y condiciones de formación de hielo a valores medios y máximos, y corrientes oceánicas a profundidades determinadas de antemano. Dichas mediciones ayudan a reducir al mínimo el peligro de las operaciones y los períodos de inactividad y reducen los costos de inversión al permitir reunir conocimientos más sólidos y datos de diseño básicos precisos. Además, los tipos más recientes de satélites permiten estudiar las corrientes oceánicas sobre la base de la característica térmica 6/.

9. La mayor parte de los gastos en trabajos de exploración se asigna a la elaboración e interpretación de los datos. Se ha estimado que sólo cerca del 25% del total de los gastos se dedica a actividades de prospección marina, mientras que el resto se asigna a la elaboración y la interpretación. Las principales etapas que intervienen se ciñen al orden indicado en la figura 2. Por consiguiente, los programas de computación están asumiendo gran importancia. Continúan los trabajos sobre el desarrollo de métodos iterativos computadorizados para hallar soluciones óptimas y los progresos en materia de microelectrónica están teniendo repercusiones en esta esfera.

/...

Figura 2

Flujograma que indica las etapas principales que intervienen en la exploración de minerales fuera de la costa (Fuente: véase la nota 3)



II. TECNOLOGIA DE LA EXPLOTACION MINERA

10. Durante el proceso de exploración es necesario consolidar los datos sobre la ley y la abundancia de los nódulos y reunir los datos necesarios para concebir el sistema de extracción minera. Los siguientes factores se consideran decisivos para la elaboración y concepción del sistema de explotación minera: vientos atmosféricos; olas y oleaje; corrientes; propiedades del líquido, entre ellas, peso específico, temperatura, salinidad y contenido de oxígeno; batimetría o macrotopografía; microtopografía y delimitación de obstáculos; características físicas de los sedimentos; distribución espacial de los nódulos, inclusive abundancia, leyes y distribución por tamaños; fragilidad de los nódulos y densidad, y turbiedad del agua 1/.

11. La extracción de nódulos de manganeso supone la integración de tres operaciones distintas: exploración, extracción y procesamiento. La operación de extracción puede desglosarse a su vez en tres componentes: recolección de nódulos en el lecho marino, elevación hasta la superficie y transporte a tierra.

12. Ha habido tres métodos técnicos distintos para el desarrollo de los sistemas de extracción, que se distinguen por el método utilizado para elevar los nódulos a la superficie: el sistema hidráulico, que puede utilizar una bomba hidráulica o bien un sistema de extracción por aire comprimido; el sistema de la línea continua de cangilones, y el sistema de lanzadera (véase la figura 3).

a) Sistema hidráulico. El sistema de elevación hidráulica utiliza una tubería elevadora que se extiende desde el buque hasta cerca de la superficie del sedimento. Un mecanismo colector, unido al extremo de la tubería, recoge los nódulos y los introduce en la tubería. Luego los nódulos circulan por la tubería mediante bombas hidráulicas que se fijan a intervalos a la tubería o son succionados por la tubería mediante aire comprimido inyectado en la tubería;

b) Sistema de línea continua de cangilones. El sistema de línea continua de cangilones es un sistema mecánico con arreglo al cual se bajan cangilones vacíos al fondo desde la proa del buque y se elevan, parcialmente cargados de nódulos por la proa, con lo que se forma un bucle continuo. El sistema se concibió para una operación con uno o dos buques.

c) Sistema de lanzadera. El sistema de lanzadera utiliza varias unidades extractoras boyantes controladas a distancia y que se sumergen, sueltan parte del lastre, reúnen los nódulos impulsados por una rosca de Arquímedes, descartan el lastre restante y emergen a la superficie.

/...

13. Los primeros trabajos sobre el desarrollo de la tecnología de la minería oceánica fueron iniciados en el decenio de 1960 por los consorcios internacionales con sede en los Estados Unidos (véase el cuadro 1).

El Organismo Nacional del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos informa de que todos los sistemas de primera generación elaborados por los consorcios son del tipo hidráulico 8/. Como se desprende del cuadro 2, se han completado todos los ensayos de extracción de los consorcios y no se prevén actualmente nuevos ensayos.

14. De las cuatro empresas con patrocinio estatal que se dedican a la minería en el lecho marino (véase el cuadro 3), Francia, que también figuró entre los primeros en ingresar en el sector, inicialmente amplió sus operaciones y participó en los ensayos de la línea continua de cangilones, un sistema hidráulico de narria remolcada y la lanzadera controlada a distancia. El concepto de la lanzadera se postergó oficialmente en 1984 en forma temporal debido a que sus costos operacionales de inversión superaban con creces los costos de métodos más convencionales. Sin embargo, el concepto de la lanzadera se considera como la tecnología del futuro, especialmente debido a la flexibilidad que brinda en comparación con los sistemas convencionales. Por ejemplo, un sistema de extracción hidráulica tendrá que utilizar dos buques mineros, y si la unidad de recolección sufriera un desperfecto en uno de los dos buques, la capacidad de producción inmediatamente se reduciría a la mitad. Por el contrario, un desperfecto en el sistema de lanzadera no tendría efectos tan drásticos 9/.

15. Estudios en computadora y en modelos realizados por la GEMONOD de Francia sugieren que para que el sistema de extracción sea económicamente viable:

a) La unidad colectora debería tener un sistema de impulsión autónomo;

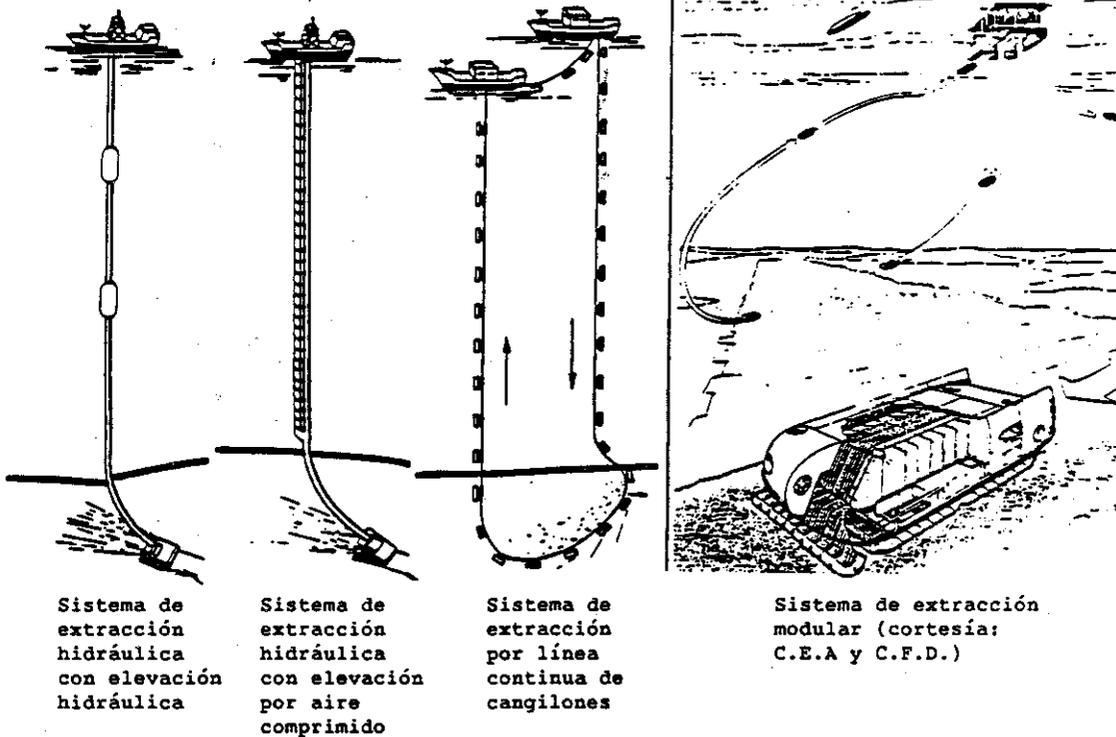
b) Los nódulos deberían reducirse mediante un proceso de reducción en dos etapas a un tamaño máximo de 40 mm si la tubería elevadora se ha de mantener dentro de límites razonables 10/.

16. En estos estudios también quedó demostrado que era necesaria una transacción en lo que se refería a la fiabilidad, la eficiencia técnica y las economías. Conforme al mejor criterio, si había de llevarse a cabo un ensayo experimental en los próximos diez años (es decir, para 1997), el sistema aparentemente se basaría en una combinación de bombas centrífugas y sistemas de extracción por inyección de aire. El sistema colector avanzado para reducir los nódulos a 40 mm probablemente sería el resultado de los trabajos de una segunda generación 11/.

/...

Figura 3

Sistemas de extracción minera del lecho marino



(Cortesía: Proceedings of the Third International Ocean Symposium, November 15-17, 1978, con aprobación de la Ocean Association of Japan, Tokio)

Cuadro 1

Consortios de explotación minera de los fondos marinos, incluidas fechas de constitución, según se indican en solicitudes presentadas al Organismo Nacional del Océano y la Atmósfera en febrero de 1982, y posteriormente enmendadas, a junio de 1986

(Fuente: véase la nota 8)

Estado	Ocean Minerals Company (OMCO) (noviembre de 1977)	Ocean Management Inc. (OMI) (mayo de 1975)	Ocean Mining Associates (OMA) (octubre de 1974)	Kennecott Consortium (KCON) (enero de 1974)
Estados Unidos de América	Cyprus Minerals Co. (Cyprus Mining Co.), 50%	Schlumberger Technology Corp., 24,94%	Essex Minerals Co. (U.S. Steel), 25%	Kennecott Corp. (empresa de los Estados Unidos de propiedad de Sohio/BP), 40%
	Lockheed Missiles & Space Co., Inc. (Lockheed Corp.), 37,528%			
	Lockheed Systems, Co., Inc. (Lockheed Corp.), 12,472%			
Alemania, República Federal de		AMR (Preussag A.G., Salzgitter A.G., Metallgesellschaft A.G.), 25,02%		
Bélgica			Union Seas, Inc., empresa de los Estados Unidos (Union Minière), 25%	
Canadá		INCO, Ltd., 25,02%		Noranda Exploration Inc., empresa de los Estados Unidos (Noranda Mines Ltd.), 12%
Italia			Samim Ocean Inc., empresa de los Estados Unidos (ENI/Italia), 25%	
Japón		Deep Ocean Mining Co., Ltd., (DOMCO-19 empresas japonesas), 25,02%		Mitsubishi Corp., 12%
Reino Unido				R.T.Z. Deep Sea Mining Enterprise Ltd. (Rio Tinto-Zinc), 12%
				Consolidated Gold Fields, PLC, 12%
				BP Petroleum Development Ltd. (British Petroleum), 12%

/...

Cuadro 2

Estado del desarrollo de la tecnología de recuperación de nódulos de manganeso

(Proyectos nacionales y consorcios)*

	1975	1980	1985	1990
Proyecto en gran escala (AIST), Japón			Experimento con modelo en tierra	Minería oceánica experimental (capacidad de extracción de 110 a 180 t/hr) a/
Grupo Kennecott (KCON)		Ensayo de colector (a 5.000 m de profundidad). Ensayo de elevación en tierra		Lo mismo
Grupo U. S. Steel (OMA)		Ensayo de elevación en el mar (capacidad de extracción 50 t/h) a/		Lo mismo, salvo elevación con bomba
Grupo INCO (OMI)		Ensayo de elevación en el mar (capacidad de extracción 60 t/h) a/		Mediante dragado sumergido con bomba elevadora y colector de inyección de aire remolcado
Grupo Lockheed (OMCO)		Ensayo de elevación en el mar (capacidad de extracción 40 t/h) b/		Empleo de vehículo semiautomotor; el resto es lo mismo
Proyecto Nacional (AFERNOD) Francia		Ensayos en el mar con empleo de línea continua de cangilones (no se conocen los detalles)		Línea continua de cangilones, lanzadera, posteriormente dragado sumergido

* Las cifras de que dan cuenta los consorcios son estimaciones. Fuente: véase la nota 13.

a/ Diámetro de la tubería, 8 pulgadas.

b/ Diámetro de la tubería, 6 pulgadas.

Cuadro 3Empresas estatales dedicadas a actividades de extracción minera
en el lecho marino

Estado	Nombre	Fecha de constitución	Composición
Japón	DORD (antes DOMA)	1982 (1974)	48 empresas (financiada en un 80% por el Gobierno)
Francia	AFERNOD	1974	IFREMER 70% a/ CEA 20% SLN 6% NORMED 4%
URSS	Yuzhmorgeologia	Exploraciones desde fines del decenio de 1970	Estatal
India	Department of Ocean Development	1982	Estatal

a/ IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer; CEA - Commissariat à l'Energie Atomique; SLN - Société Métallurgique le Nickel (empresa matriz, IMETAL); NORMED - Société Chantiers du Nord et de la Méditerranée.

/...

17. Sin embargo, en Francia se ha concluido el desarrollo del prototipo de una unidad con autonomía de movimiento del 100%, el PLA-2, que posteriormente se convertirá en una unidad colectora que se conectará a la tubería. El PLA-2 tiene 5,5 m de largo, 3,3 m de ancho y 2,6 m de alto con un peso total, incluido el lastre, de 16.000 kg. Se prevé ensayar el prototipo a una profundidad de 5.500 m en el Pacífico en 1988 y se prevé asimismo que el sistema francés de extracción integrada se someta a ensayo en pequeña escala para 1990 12/.

18. El proyecto japonés de extracción de nódulos en gran escala se basa en un colector remolcado que reúne material por dragado sumergido, con una bomba elevadora sumergida y subsistemas elevadores por inyección de aire. Están en marcha la investigación y el desarrollo en relación con los siguientes rubros: desarrollo de tuberías de acero de alta presión, mangueras de caucho de alta presión, carenado para reducir la resistencia concomitante al remolque y un dispositivo para evitar que las tuberías queden bloqueadas por el equipo elevador; un sistema de bombeo de pulpa sumergido de gran altura piezométrica y un motor sumergido resistente a la presión del agua para el equipo de elevación por bombeo; una cabría para izar el equipo sumergido firme y rápidamente y sin peligro al buque minero, y un amortiguador del balanceo para proteger el equipo suspendido contra desperfectos debidos al balanceo del buque para el sistema de manipulación de la maquinaria; un subsistema elevador para introducir los nódulos de manganeso recogidos en la tubería utilizando una corriente de aire comprimido que circula por ésta, y un subsistema de medición y control para integrar todas las operaciones que comprenderá un cable mixto para transmisión de electricidad, fibras ópticas y un racor resistente a la alta tensión y la presión hidráulica. El sistema debe someterse a ensayo en su totalidad en 1989 13/.

Resumen

19. Se han elaborado tres métodos técnicos distintos con diversos grados de complejidad:

a) El sistema de línea continua de cangilones, que se ha abandonado debido a las bajas tasas de recuperación;

b) El sistema de lanzadera controlada a distancia, que temporalmente se ha postergado, pero que se considera una tecnología de segunda generación;

c) El sistema hidráulico, que actualmente se considera viable, aunque se necesitan ensayos prolongados para demostrar su fiabilidad.

/...

III. ADQUISICION DE TECNOLOGIA

20. Ya ha quedado superada la primera etapa de desarrollo de la tecnología de la minería del lecho marino. Hoy en día han quedado establecidas la viabilidad técnica y la eficiencia, siendo los refinamientos de los sistemas la principal inquietud de las empresas dedicadas a los preparativos para iniciar la explotación minera del lecho marino. Sin embargo, es importante tener presente que hasta el momento no se ha ensayado ningún sistema a plena escala y, mientras ello no se haga, seguirá siendo incierta la viabilidad de la explotación minera comercial del lecho marino.

21. En un estudio publicado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) en 1982 14/ se desglosó la tecnología de la minería oceánica en los numerosos sistemas que constituyen el sistema hidráulico con bombas elevadoras o extracción por inyección de aire (el desglose se reproduce en el anexo al presente informe). De los 388 componentes enumerados, se considera que sólo 19 exigen labores extensas de investigación y desarrollo para su concepción y construcción. Así pues, para 1982 se determinó que había 369 componentes disponibles en el mercado y para cuyo empleo los proveedores podían disponer la capacitación de personal.

22. En los últimos años se ha hecho pública información sobre empresas que ofrecen diversos servicios en tecnologías de la minería marina o que ofrecen contratos para elaborar sistemas mineros integrados. Por ejemplo, hay empresas noruegas que ofrecen tecnología, productos y servicios que comprenden exploración, minería, transporte y elaboración. Con este objeto, un grupo de 19 empresas noruegas concertó un acuerdo de cooperación y en 1985 se creó un órgano coordinador 15/. Una empresa finlandesa ha anunciado la elaboración de un sistema de extracción de nódulos, cocardas de manganeso y sulfuros polimetálicos para un cliente 16/. Se informa de que la investigación y el desarrollo comenzaron en 1982 y que el ensayo de una unidad prototípica comenzará dentro de varios años.

IV. ORIENTACIONES FUTURAS

23. La minería oceánica depende de un gran número de tecnologías avanzadas asociadas, como se desprende del cuadro 4. Avances decisivos en cualquiera de las industrias asociadas de tecnología avanzada tendrán repercusiones en la tecnología de la minería oceánica. Algunas esferas prometedoras parecen ser la biotecnología, la elaboración de nuevos materiales, y la microelectrónica, incluidos computadores y robots y los vehículos controlados a distancia.

24. La Unión Soviética está ensayando en el Atlántico dos pequeños submarinos, el Mir-1 y el Mir-2, que pueden descender hasta 6.000 m de profundidad, la misma que el submarino francés Nautilus y el estadounidense Sea-Cliff. Las dos embarcaciones Mir, construidas por la empresa finlandesa Rauma-Repola para la Academia de Ciencias de la URSS, son muy diferentes de sus congéneres francés y estadounidense. El casco está construido de un acero moldeado especial en lugar de titanio forjado, y la razón resistencia/peso de este acero es un 20% superior a la del titanio. Además, los finlandeses han logrado fabricar reguladores relativamente livianos, que se llenan con agua de mar o aire, lo que les brinda maniobrabilidad bajo el agua. Otro logro es el desarrollo de una espuma sintáctica (rellena de microsferas de vidrio) que tiene una densidad entre 0,50 y 0,53, resultando mucho más liviana que todos los materiales análogos logrados hasta la fecha. El peso total (18,5 toneladas) del Mir es el mismo que el del Nautilus. Se informa de que las dos embarcaciones Mir utilizarán equipo francés y británico - brazos manipuladores, sonar y detectores de actividad radial - y se utilizarán, entre otras cosas, para recoger muestras de nódulos polimetálicos 17/.

25. Los vehículos controlados a distancia concebiblemente podrían utilizarse en el futuro para trabajos de mantenimiento y reparación. Se ha elaborado en Italia un vehículo controlado a distancia capaz de trabajar a profundidades de 2.000 pies para la reparación de tuberías profundas. Este vehículo controlado a distancia de la tecnología más avanzada disponible puede desempeñar tareas complejas utilizando tecnología de cribas táctiles, sistemas de control automático de precisión y sistemas hidráulicos de alta potencia 18/. El Grupo Kvaerner de Noruega ha construido una máquina sanjadora para tender tuberías de hasta 42 pulgadas de diámetro. También el mismo grupo está elaborando una lanzadera boyante sobre los mismos principios que la máquina sanjadora. Este vehículo de gran tamaño controlado a distancia está destinado a reparar sin intervención humana grandes módulos de equipo submarino de petróleo o gas y puede transportar cargas útiles de hasta 35 toneladas. Considerados en el contexto de los diversos ensayos relativos a la construcción de sumergibles que pueden descender a profundidades de 6.000 m, estos avances suscitan interesantes posibilidades para el sistema colector y para la labor de mantenimiento y reparación de los sistemas de explotación minera de los fondos abisales. /...

Cuadro 4Ejemplos de sectores de la investigación y el desarrollo que pueden afectar la eficiencia de sistemas de explotación minera de los fondos abisales

<u>Tecnología avanzada asociada</u>	Funciones que mejorarán la eficacia de la explotación minera de los fondos abisales
Tecnología de materiales	Materiales más livianos y resistentes que se pueden emplear a temperaturas bajo el punto de congelación y altas presiones a grandes profundidades
Microelectrónica/robótica	Colectores activos controlados a distancia para "concentrar" los nódulos, submarinos dotados de barredera controlados a distancia, controles submarinos, robots colectores
Computación	Sistemas de navegación y dirección de precisión para asegurar una recogida precisa de nódulos, evaluación e interpretación de datos, sistemas de navegación y ecosonda autónomos que confeccionen mapas automáticamente, etc.
Sonar	Submarinos controlados a distancia, robots colectores controlados a distancia
Optica de fibras	Fibras ópticas (en lugar de cables) para controlar los colectores y las bombas sumergibles
Láseres	Empleo de láseres gris-verdes para penetrar en el agua y permitir de este modo la percepción a distancia de los nódulos

26. Otra esfera a la que debe prestarse atención es la elaboración de sistemas de producción submarinos. En Noruega se halla en la etapa de anteproyecto técnico un sistema atmosférico submarino para la extracción de petróleo y gas. La cámara atmosférica mantendrá un ambiente de trabajo que permitirá permanecer en traje de calle y el personal será transportado por un sumergible.

/...

27. También ha habido avances en materia de tecnología de aparatos más livianos que el aire. Recientemente una empresa del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte celebró un contrato por 250 millones de dólares para dirigibles para la Armada de los Estados Unidos, principalmente con fines de inspección. Los dirigibles no sólo representan una forma de transporte que consume menos energía, sino que en gran medida permitirían resolver algunos de los problemas de traslados en el mar causados por la situación de dos grandes buques anclados entre sí en condiciones de mar turbulento.

28. Todos los sistemas de control submarino deben recibir señales establecidas de mando de la superficie. Las tecnologías actuales suscitan muchas dificultades que se derivan de filtraciones, cortocircuitos y distorsión. Los progresos en la esfera de la óptica de fibras se presentan considerablemente prometedores para resolver esas dificultades. También en la esfera de los nuevos materiales existe una vasta experiencia con productos de plástico reforzado con fibra de vidrio. Los componentes fabricados de ese material son resistentes a los productos químicos y la corrosión y pesan un 66% menos que los componentes equivalentes de acero (es decir, su peso es la tercera parte de éstos). Los progresos en materia de materiales y técnicas de juntura han reducido considerablemente la magnitud del problema de la filtración 19/. Los avances tendrían importantes consecuencias en los sistemas de explotación del lecho marino mediante tuberías elevadoras en lo que respecta al peso, la resistencia hidrodinámica y el tamaño.

29. Gracias a los nuevos avances en el desarrollo de la tecnología, especialmente en sectores de tecnología avanzada, se prevé que se pongan al día los sistemas de diseño. Se espera que entre los futuros avances en los sistemas comerciales se cuente la aparición de sistemas de segunda e incluso de tercera generación.

Notas

1/ LOS/PCN/BUR/INF/R.4.

2/ LOS/PCN/BUR/INF/R.3.

3/ D. E. Hayes, "Marine Surveying Technologies", en Acquisition of Marine Surveying Technologies (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: E.86.II.A.18).

4/ LOS, LIEDER 3 (The Law of the Sea Institute, Universidad de Hawaii, Honolulu).

/...

Notas (continuación)

- 5/ J. A. Anderson, "Marine Surveying Activities in the Northern Seas: Users' Viewpoints", en Acquisition of Marine Surveying Technologies, op. cit.
- 6/ Ibid., págs. 101 a 103.
- 7/ Naciones Unidas, Subdivisión de Economía y Tecnología Oceánicas, Analysis of Exploration and Mining Technology for Manganese Nodules (Londres, Graham and Trotman, 1984), págs. 21 a 24.
- 8/ Departamento de Comercio de los Estados Unidos, Organismo Nacional del Océano y la Atmósfera, "Deep Seabed Mining", informe al Congreso, diciembre de 1987.
- 9/ J. M. Markussen, "France and the Deep Sea-Bed", International Challenges, 7(1), 1987.
- 10/ J. Bernard, A. Bath y B. Greger, "Analysis and Comparison of Nodule Hydraulic Transport Systems", OTC-5476, 1987.
- 11/ Ibid.
- 12/ Markussen, loc. cit.
- 13/ Manganese Nodules Mining System (Tokio, Technology Research Association of Manganese Nodule Mining System, marzo de 1985).
- 14/ E. M. Borgese, Ocean mining and developing countries: an approach to technological disaggregation, UNIDO/IS.345, 5 de octubre de 1982.
- 15/ Fridtjof Nansens Institutt, International Challenges, 7(1), 1987, págs. 61 y 62.
- 16/ Anónimo, "Rauma-Repola developing Ocean Mining System", Offshore, agosto de 1987.
- 17/ Y. Reybeyrol, "Océans: les Russes dans les bas-fonds", Le Monde, 27 de enero de 1988.
- 18/ P. D. Rushfeldt, A. Couter y D. L. McLeod, "State-of-the-Art ROV and Control System for Deepwater Pipe Repair", OTC-5367, 1987.
- 19/ J. G. Williams, "Oil Industry Experiences with Fiberglass Components", OTC-5380, 1987.

/...

AnexoCOMPARACION DE LA TECNOLOGIA, LA COMPLEJIDAD Y EL CARACTER CRITICO
DE LOS SUBSISTEMAS MINEROS

A continuación se enumeran los subsistemas del sistema de extracción minera hidráulica y sus componentes o subconjuntos principales. La "X" frente a cada componente indica si puede considerarse parte de la "tecnología existente" o si se necesitan labores extensas de investigación y desarrollo para su concepción y construcción. La complejidad del equipo se indica con cifras cero ("0"). Un "0" indica la menor complejidad, "000", una complejidad mediana, y "0000" la máxima complejidad y el empleo de equipo sumamente avanzado. La cuarta columna indica si el equipo tiene importancia crítica para la operación de extracción minera oceánica; un desperfecto en éste significaría una interrupción de las operaciones hasta que el equipo vuelva a hallarse en pleno funcionamiento. Deben mantenerse piezas de repuesto a bordo para reducir la pérdida de días de trabajo causada por dichas actividades de reparación. Un asterisco individualiza el equipo adicional necesario para un colector activo de nódulos.

/...

Concepción hidráulica con bombas o extracción por
inyección de aire

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Subsistema de extracción</u>				
<u>Colector de nódulos</u>				
Conjunto de sostén del colector			00000	X
Estructura de armazón	X		000	X
Conjunto para bajar el colector	X		000	X
Conjunto para la recogida de nódulos	X		00000	X
Eliminador de los nódulos más gruesos	X		0	X
Eliminador de sedimentos	X		00000	X
Distribución de electricidad	X		00000	X
Cables y colectores de electricidad	X		00000	X
Motores y bombas	X		00000	X
Unidades impulsoras*	X		00000	X
Motor*	X		00000	X
Controles del motor*	X		00000	X
Dirección*	X		00000	X
Controles de la dirección*	X		00000	X
<u>Conexión flexible</u>				
Estructura de conexión	X		000	X
Conexión del colector de nódulos	X		000	X
Conexión de la bomba elevadora	X		000	X
Manguera flexible	X		000	X
Cable eléctrico	X		000	X
Cable de instrumentación	X		00000	X

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Tubería elevadora de mineral</u>				
Tubería elevadora		X	00000	X
Racores para la tubería elevadora		X	00000	X
Instrumentación para la tubería elevadora	X		000	
Racores para los cables eléctricos	X		00000	X
Racores para los cables de instrumentación	X		00000	X
Carenado y aditamentos	X		000	
<u>Instrumentación submarina</u>				
Instrumentación del colector de nódulos	X		00000	X
Sensores del flujo de nódulos	X		00000	X
Controles del flujo de nódulos	X		00000	X
Sensores de la propulsión del colector	X		00000	X
Controles de la propulsión del colector	X		00000	X
Sensores de la dirección del colector	X		000	X
Controles de la dirección del colector				
Sensores de la conexión flexible	X		000	X
Instrumentación de la tubería elevadora	X		000	
<u>Elevación de mineral con bombas</u>				
Armaduras de bombas	X		000	X
Rodetes de bombas	X		000	X
Revestimientos de bombas	X		000	X

/...

Subsistema, componente o subconjunto	Tecnología existente	Necesidad de investigación y desarrollo	Comple- jidad	Carácter crítico
Motores de bombas	X		00000	X
Cable de alimentación	X		000	X
Racores del cable de alimentación	X		000	X
Tablero de control del bombeo	X		000	X
<u>Elevación de mineral por inyección de aire</u>				
Tubería y racores para inyección de aire	X		000	X
Cámara de inyección de aire	X		000	X
Conexión flexible	X		000	X
Dispositivos para control del flujo de aire	X		000	X
Compresores de aire	X		000	X
Colector de admisión y válvulas de aire	X		000	X
Tablero de control de la inyección de aire	X		000	X
<u>Manejo del colector</u>				
Cabrias	X		000	X
Equipo de anclaje	X		0	
Dispositivos para liberar el colector	X		000	X
Control de posición de las cabrias	X		000	
Conexión flexible	X		000	
<u>Manejo de la tubería elevadora de mineral</u>				
Estructura del pescante	X		000	
Plataforma de la suspensión cardánica	X		00000	X
Compensador del movimiento vertical	X		00000	X

/...

Subsistema, componente o subconjunto	Tecnología existente	Necesidad de investigación y desarrollo	Comple- jidad	Carácter crítico
Dispositivos de anclaje	X		000	X
Sostén para el halado	X		000	X
Dispositivos de conexión de la tubería	X		000	X
Equipo para manejar la tubería	X		000	X
Equipo para manejar el cable de alimentación	X		000	X
Equipo para el cable de instrumentación	X		00000	X
Instrumentación y control	X		00000	X
Tablero de control	X		00000	X
Plataforma de trabajo	X		0	
<u>Recepción de mineral</u>				
Recepción de nódulos	X		000	X
Tamices	X		000	X
Ciclones	X		000	X
Bombas	X		000	X
Motores	X		000	X
Controles de los motores	X		000	X
Correas transportadoras	X		000	X
Tuberías para manipular los nódulos	X		0	X
Separadores de aire, agua, nódulos y sedimentos		X	000	X
Tablero principal de control	X		000	X
<u>Almacenamiento de mineral</u>				
Deshidratación y bombas	X		000	
Distribución del almacenamiento	X		000	
Recolección y bombas	X		000	
Instrumentación del almacenamiento	X		000	
Tablero principal de control	X		000	

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Transferencia del mineral</u>				
Recolección y bombas	X		000	
Bombas	X		000	
Motores	X		000	
Sensores del flujo de material	X		000	
Control del flujo de material	X		000	
Mangueras de transferencia	X		000	
Dispositivos para manejar las mangueras de transferencia	X		000	
Tuberías para el flujo de nódulos	X		000	
<u>Repuestos</u>				
Unidades de reserva para el colector		X	00000	
Secciones de la tubería		X	00000	
Secciones del canerado	X		0	
Bombas	X		000	
Motores	X		000	
Juegos de instrumentación	X		000	
Juegos de control de instrumentos	X		000	
Cable de alimentación de reserva	X		000	
Cable de instrumentación de reserva	X		00000	
Colectores de los cables	X		000	
Racores de los cables	X		000	
Secciones de tubería de suministro de aire	X		0	
Sección de la cámara de inyección de aire	X		000	
Repuestos para la ferre- tería y la maquinaria	X		000	

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- tidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Bugue minero</u>				
<u>Casco</u>				
Almacén del casco	X		0	
Doble fondo	X		0	
Mamparos y cubiertas	X		0	
Hélice central y refuerzos	X		0	
Escotillas, tabiques, puertas, ojos de buey	X		000	
Estanques para lastre y combustible	X		0	
Estanques para la estabili- zación del balanceo	X		0	
Estanques para almacena- miento de desechos	X		0	
Tomas de agua de mar y válvulas	X		000	
Fundaciones para la maquinaria	X		000	
Casetas de cubierta	X		000	
Puente de proa	X		000	
Puente de popa	X		000	
<u>Central eléctrica</u>				
Motores diésel	X		000	X
Generadores eléctricos	X		000	X
Conmutadores	X		000	X
Dispositivos de conversión de electricidad	X		000	X
Distribución de electricidad	X		000	X
Generadores de emergencia	X		000	
Cuadro principal de distribución	X		000	

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Propulsión</u>				
Motores de propulsión	X		000	X
Ejes, cojinetes y hélices	X		000	X
Motores de empuje	X		000	X
Propulsores rotativos y restractivos	X		000	X
Tablero principal de control	X		000	X
<u>Maquinaria del buque</u>				
Bombas de agua de lastre	X		000	
Bombas de sentina	X		000	
Bombas principales de incendio	X		000	
Equipo de extinción de incendios	X		000	
Bombas de agua para equipo sanitario	X		000	
Tuberías y válvulas para el equipo mencionado	X		000	
Equipo de dirección y timones	X		000	X
Equipo de estabilización del balanceo	X		000	
Calefacción	X		000	
Acondicionamiento de aire	X		000	
Ventilación	X		000	
<u>Equipo de cubierta del buque</u>				
Molinetes de las anclas	X		000	
Anclas y cadenas	X		0	
Cabrias de amarre	X		000	
Cabrias de remolque	X		000	
Plumas de cubierta rotatorias	X		000	
Grúa de pórtico para contenedores	X		000	
Cabrias y pescantes para botes salvavidas	X		000	
				/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Avíos y aparejos</u>				
Palos y jarcias	X		0	
Pisos y barandillas	X		0	
Botes y balsas salvavidas	X		0	
Alojamiento para la tripulación y los oficiales	X		000	
Alojamiento para el personal minero	X		000	
Espacios de esparcimiento	X		00	
Cocinas y comedores	X		000	
Sogas, líneas y cables	X		0	
Talleres y espacios de reparación	X		000	
Laboratorios	X		000	
Pañoles de almacenamiento	X		0	
Provisiones refrigeradas	X		000	
Provisiones para equipo de buceo	X		0	
Dispositivo de acceso para buceadores	X		0	
Cámara de recompresión para buceadores	X		000	
Cubierta de aterrizaje de helicópteros	X		0	
<u>Navegación y control</u>				
Equipo de navegación	X		000	X
Equipo de navegación por satélite	X		00000	X
Registadores meteorológicos	X		00000	
Equipo de radar	X		00000	
Equipo de sonar	X		000	
Sondas de profundidad	X		000	
Sensores de distancia del buque	X		000	
Equipo de navegación para la minería submarina	X		00000	X

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
Transpondedores de línea de base larga	X		00000	X
Equipo de computación	X		00000	
Equipo de dirección del buque	X		000	X
Equipo de control de la propulsión	X		000	X
Equipo de control del empuje	X		000	X
Control automático de la trayectoria de crucero	X		00000	X
<u>Comunicaciones</u>				
Equipo de radio de larga distancia	X		000	
Equipo de puente a puente para comunicaciones a corta distancia	X		000	
Comunicaciones internas para el servicio del buque	X		000	
Comunicaciones internas para el servicio minero	X		000	
Equipo de comunicaciones de emergencia	X		000	
<u>Repuestos</u>				
Repuestos convencionales para el servicio del buque	X		000	
<u>Buque de transporte</u>				
<u>Casco</u>				
Armazón del casco	X		0	
Doble fondo	X		0	
Mamparos y cubiertas	X		0	
Escotillas, tabiques, puertas, ojos de buey	X		000	

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
Estanques para lastre y combustible	X		0	
Estanques para almacenamiento de desechos	X		0	
Tomas de agua de mar y válvulas	X		000	
Fundaciones para la maquinaria	X		000	
Casetas de cubierta	X		000	
Puente	X		000	
<u>Central eléctrica</u>				
Motores diésel	X		000	
Generadores eléctricos	X		000	
Dispositivos de conversión de electricidad	X		000	
Distribución de electricidad	X		000	
Conmutadores	X		000	
Generadores de emergencia	X		000	
Cuadro principal de distribución	X		000	
<u>Propulsión</u>				
Motores de propulsión	X		000	
Ejes, cojinetes y hélices	X		000	
Motores de empuje	X		000	
Propulsores rotativos y retractivos	X		000	
Tablero principal de control	X		000	
<u>Maquinaria del buque</u>				
Bombas de agua de lastre	X		000	
Bombas de sentina	X		000	
Bombas principales de incendio	X		000	

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
Bombas de agua para equipo sanitario	X		000	
Bombas de agua potable	X		000	
Equipo de extinción de incendios	X		000	
Tuberías y válvulas para el equipo mencionado	X		000	
Equipo de dirección y timones	X		000	
Calefacción	X		000	
Acondicionamiento de aire	X		000	
Ventilación	X		000	
<u>Equipo de cubierta del buque</u>				
Molinetes de las anclas	X		000	
Anclas y cadenas	X		0	
Sogas, líneas y cables	X		0	
Cabrias de remolque	X		000	
Cabrias y pescantes para botes salvavidas	X		000	
<u>Avíos y aparejos</u>				
Palos y jarcias	X		0	
Pisos y barandillas	X		0	
Botes y balsas salvavidas	X		0	
Alojamiento para la tripulación y los oficiales	X		000	
Espacios de esparcimiento	X		000	
Cocinas y comedores	X		000	
Espacios de reparación	X		000	
Pañoles de almacenamiento	X		0	
Provisiones refrigeradas	X		000	
Cubierta de aterrizaje de helicópteros	X		0	

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Navegación y control</u>				
Equipo de navegación	X		000	
Equipo de radar	X		000	
Sensores de distancia del buque	X		000	
Equipo de dirección del buque	X		000	
Equipo de control de la propulsión	X		000	
Equipo de control del empuje	X		000	
<u>Comunicaciones</u>				
Equipo de radio de larga distancia	X		000	
Equipo de puente a puente para comunicaciones a corta distancia	X		000	
Comunicaciones internas para el servicio del buque	X		000	
Equipo de comunicaciones de emergencia	X		000	
<u>Repuestos</u>				
Repuestos convencionales para el servicio del buque	X		000	
<u>Buque logístico</u>				
<u>Casco</u>				
Armasón del casco	X		0	
Mamparos y cubiertas	X		0	
Escotillas, tabiques, puertas y ojos de buque	X		000	
Estanques para lastre y combustibles	X		0	

/...

Subsistema, componente o subconjunto	Tecnología existente	Necesidad de investigación y desarrollo	Comple- jidad	Carácter crítico
Estanques de almacena- miento para desechos	X		0	
Fundaciones para la maquinaria	X		000	
Caseta de cubierta	X		000	
Puente	X		000	
Estanques de combustible para el buque minero	X		0	
Bodegas de carga para jaulas de embalaje y repuestos para el buque minero	X		0	
<u>Propulsión</u>				
Motores diésel	X		000	
Generadores eléctricos	X		000	
Conversión de electricidad	X		000	
Distribución de electricidad	X		000	
Generador de emergencia	X		000	
Cuadro de distribución	X		000	
Motores de propulsión	X		000	
Ejes, cojinetes y hélices	X		000	
Motor de empuje	X		000	
Propulsor rotativo	X		000	
<u>Maquinaria del buque</u>				
Bomba de agua de lastre	X		000	
Bomba principal de incendio	X		000	
Bomba de sentina	X		000	
Bomba de agua potable	X		000	
Bomba de agua para equipo sanitario	X		000	
Tuberías para el equipo mencionado	X		000	
Equipo de dirección y timones	X		000	
Acondicionamiento de aire	X		000	
Calefacción	X		000	
Ventilación	X		000	/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Equipo de cubierta del buque</u>				
Molinetes de las anclas	X		000	
Anclas y cadenas	X		0	
Cabrias y pescantes para botes salvavidas	X		000	
<u>Avíos y aparejos</u>				
Palos	X		0	
Barandillas	X		0	
Botes y balsas salvavidas	X		0	
Alojamiento para la tripulación y oficiales	X		000	
Cocinas y comedores	X		000	
Sogas, líneas y cables	X		0	
Pañoles de almacenamiento	X		0	
Provisiones refrigeradas	X		000	
Alojamiento para el personal minero	X		000	
<u>Navegación y control</u>				
Equipo de navegación	X		000	
Equipo de radar	X		000	
Sensores de distancia del buque	X		000	
Equipo de dirección del buque	X		000	
Equipo de control de propulsión	X		000	
Equipo de control del empuje	X		000	
<u>Comunicaciones</u>				
Equipo de radio de larga distancia	X		000	
Equipo de puente a puente para comunicaciones a corta distancia	X		000	

/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
Comunicaciones internas para el servicio del buque	X		000	
Equipo de comunicaciones de emergencia	X		000	
<u>Repuestos</u>				
Repuestos convencionales para el servicio del buque	X		000	
<u>Buque de prospección</u>				
<u>Casco</u>				
Armasón del casco	X		0	
Mamparos y cubiertas	X		0	
Escotillas, tabiques y puertas	X		000	
Estanques para lastre y combustible	X		0	
Estanques para almace- namiento de desechos	X		0	
Fundaciones para la maquinaria	X		000	
Caseta de cubierta	X		000	
Puente	X		000	
Tomas de agua de mar y válvulas	X		000	
<u>Propulsión</u>				
Motores diésel	X		000	
Generadores eléctricos	X		000	
Conversión de electricidad	X		000	
Generador de emergencia	X		000	
Cuadro de distribución	X		000	
Motores de propulsión	X		000	
Motor de empuje	X		000	
Propulsor rotativo	X		000	
Eje, cojinetes y hélices	X		000	/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Maquinaria del buque</u>				
Bomba de agua de lastre	X		000	
Bomba de sentina	X		000	
Bomba principal de incendio	X		000	
Bomba de agua para equipo sanitario	X		000	
Destilador de agua potable	X		000	
Bomba de agua potable	X		000	
Tuberías y válvulas para el equipo mencionado	X		000	
Equipo de dirección y timones	X		000	
Calentamiento	X		000	
Acondicionamiento de aire	X		000	
Ventilación	X		000	
<u>Equipo de cubierta del buque</u>				
Molinete del ancla	X		000	
Anclas y cadenas	X		0	
Pescantes para botes salvavidas	X		0	
Soporte en pirámide en la proa para los instrumentos	X		0	
Grúas para bajar los instrumentos	X		000	
Cabrias y tambor del cable para instrumentos	X		000	
Cabrias de remolque	X		000	
Instrumentación portátil		X	00000	
<u>Avíos y aparejos</u>				
Palos y jarcias	X		0	
Pisos y barandillas	X		0	
Botes y balsas salvavidas	X		0	
Alojamiento para la tripu- lación y los oficiales	X		000	
Alojamiento para científicos	X		000	
Alojamiento para técnicos especializados en instrumentación	X		000	/...

Subsistema, componente o subconjunto	Tecnología existente	Necesidad de investigación y desarrollo	Comple- tidad	Carácter crítico
Espacios de esparcimiento	X		000	
Cocina y comedor	X		000	
Sogas, líneas y cables	X		0	
Laboratorios	X		000	
Pañoles de almacenamiento para instrumentos	X		0	
Talleres y espacios de reparación	X		000	
Pañol de almacenamiento para muestras	X		000	
Cuarto de almacenamiento para documentos	X		0	
Provisiones refrigeradas para las muestras	X		000	
Provisiones refrigeradas para la cocina	X		000	
Espacios de preparación de instrumentos	X		0	
Sala de computación	X		0	
<u>Navegación y control</u>				
Equipo de navegación	X		000	
Equipo de navegación por satélite	X		000	
Registradores meteorológicos	X		000	
Equipo de radar	X		000	
Equipo de sonar	X		000	
Sondas de profundidad	X		000	
Sensores de distancia del buque	X		000	
Equipo de navegación para la minería submarina	X		00000	
Transpondedores de línea de base larga	X		00000	
Equipo de computación	X		00000	
Equipo de dirección del buque	X		000	
Equipo de control de la propulsión	X		000	
Equipo de control del empuje	X		000	
Control automático de la trayectoria del crucero	X		00000	/...

<u>Subsistema, componente o subconjunto</u>	<u>Tecnología existente</u>	<u>Necesidad de investigación y desarrollo</u>	<u>Comple- jidad</u>	<u>Carácter crítico</u>
<u>Instalaciones portuarias</u>				
<u>Espigón de descarga</u>				
Estructura del espigón	X		000	
Norayes	X		0	
Grúa de carga del espigón	X		000	
Grúa para el manejo de contenedores	X		000	
Tubería de agua dulce	X		0	
Tubería de combustible	X		0	
Líneas de comunicaciones	X		000	
<u>Boya de descarga</u>				
Boya de descarga	X		000	
Equipo del sistema de amarre	X		000	
Mangueras flotantes	X		0	
Tubería a la costa	X		000	
Líneas de comunicaciones	X		000	
Alumbrado	X		000	
<u>Oficina portuaria</u>				
Espacio para oficinas	X		0	
Sala de espera para el personal	X		0	
Líneas de comunicaciones	X		000	
Equipo de radio de larga distancia	X		000	
Equipo para comunicaciones de corta distancia de la costa al puente	X		000	
Espacio de oficinas para el personal del buque	X		0	
Edificio de almacenamiento para repuestos	X		0	
Edificio de almacenamiento para material fungible	X		0	
Oficina de correos	X		0	
Cuartos sanitarios	X		0	
