

JAPON Y LA OCEANOMINERIA

Una ventana hacia el futuro.

"El que no sabe gozar de la ventura cuando le viene, se debe quejar si se le pasa".

Cervantes.

Hernán Ferrer Fougá *



Antecedentes.

La importante visita efectuada a Valparaíso, entre los días 10 y 11 de febrero de 1997, por el buque de investigación geológica marina RV. *Hakurei Maru* N° 2, perteneciente

a la "Agencia de Minería Metálica del Japón",¹ trajo a nuestro medio renovados conocimientos e inquietudes referentes a la materia, cuyos alcances se hace necesario examinar.

En efecto, sobre la base del seminario realizado en la citada oportunidad, bajo los auspicios del Ministerio de Minería fue posible llegar a conocer, aparte de la capacidad científica del mencionado barco, las actividades que desarrolla en la actualidad el país del sol naciente en relación a la prospección y explotación de sus diversas expresiones mineras oceánicas.²

A este respecto, se tuvo asimismo la oportunidad de saber, en cuanto a estas

operaciones mineras no tradicionales, sobre su organización, su planificación y sus objetivos, aspectos que serán examinados más adelante, para concluir en una visión general en relación a nuestras propias posibilidades, dada sus proyecciones en diversos ámbitos, en especial en el económico y en el tecnológico.

Japón y su organización minera oceánica.

Siendo esta nación la segunda potencia mundial al tenor de su producto interno bruto, incluido el monto de sus exportaciones y sus altos índices de producción,³ requiere entonces, como país altamente industrializado, de cuantiosos volúmenes de materias primas, en particular de minerales metálicos y de combustibles, riquezas naturales que no posee y por ello a Japón le asiste la necesidad vital de asegurarse su suministro, aún más sobre bases confiables y por lo tanto sin que éstas pudieran llegar a ser afectadas, tanto por interferencias políticas como por variaciones exageradas del mercado.

Para lograr este propósito, recurriendo a los depósitos de minerales marinos, su gobierno se ha dado toda una estructura orgánica especializada, la que, encabeza

* Capitán de Navío, Oficial de Estado Mayor. Magno Colaborador, desde 1991.

1 Su denominación internacional corresponde a la de "Metal Mining Agency of Japan" (MMAJ.), con oficinas en el Edificio Tokinoma 24-14 Toranoman 1 Chome, Minato-Ku, Tokio 106 Japón.

2 Este seminario en lo nacional estuvo a cargo del Fiscal de dicho Ministerio don Gastón Fernández Montero.

3 Japón ocupa el segundo lugar mundial en relación al producto nacional, el cual dobla al de Alemania y alcanza los 5 billones de dólares de los EE.UU.

el "Ministerio de Industria y Comercio"⁴ del cual depende la "Organización Minera Metálica del Japón" (MMAJ), inicialmente mencionada y a través de ésta como órgano operativo la "Empresa para el Desarrollo de los Recursos del Océano Profundo" (DORD)⁵ la que a su vez se relaciona con las compañías formadas por inversionistas privados para estos mismos fines.

Ahora, por intermedio de la referida MMAJ, se llevan a efecto las actividades que le competen al Estado en relación a la investigación científica geológica-marina, aparte de la investigación del impacto ambiental y de la selección de sitios mineros oceánicos para la extracción experimental de minerales, para lo cual cuenta con el RV. *Hakurei Maru* N° 2 que fue referido en primer término.

Japón y la cooperación internacional minera.

Para estos efectos ha organizado una oficina, dependiente de la MMAJ., denominada "Agencia Japonesa de Cooperación Internacional" (JICA), cuya finalidad consiste en prestar asistencia técnica minera a los países en vías de desarrollo, sobre la base de la confección de un programa oficial de asistencia, conocido bajo la sigla de ODA, el cual comprende el diseño de un plan de cooperación técnica, según el tipo de equipos, el envío de expertos, el otorgamiento de becas de estudio y el examen para la administración de programas de cooperación financiera no reembolsable.⁶

A su vez la contraparte chilena en este caso, tiene su asiento en el Ministerio de Relaciones Exteriores, oficina que obedece a la denominación de "Agencia de

Cooperación Internacional-Chile" (AGCI-Chile).

Al respecto, la JICA-Chile (japonesa)⁷ y la AGCI-Chile (chilena) realizan dos reuniones de planificación y coordinación anual, a fin de planificar y concretar la cooperación bilateral e incluso para asistir triangularmente a un tercer país latinoamericano, en especial en relación a cursos de capacitación.

En la actualidad estos planes ODA, consideran, para aplicar la cooperación técnica a la prospección de minerales, el siguiente faseamiento:

- Selección de proyectos.
- Estudios preliminares y negociaciones.
- Exploración de minerales.
- Trabajos de cartografía.
- Planificación de desarrollo.
- Exploración integral de los minerales.

Lo antedicho incluye además la provisión de materiales y equipos y los estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos, incluida la extracción de muestras en los casos necesarios, según se trate de un estudio detallado o semidetallado, procedimiento que es aplicable por igual tanto a la minería terrestre como a la marítima y en este último caso en particular por intermedio del RV. *Hakurei Maru* N° 2, en los proyectos de entidad.⁸

Figura N° 1

RV. *Hakurei Maru* N° 2. Se encuentra equipado integralmente como buque de investigaciones geológicas marinas. Su desplazamiento es de 1831 tons.

y su eslora de 89 metros. Posee 5 laboratorios, 2 winches y 3 grúas para trabajos científicos. Su casco es reforzado (clase C), para poder operar en la Antártica.



4 El Ministerio se encuentra subdividido en el "Departamento de Minas", la "Oficina de Desarrollo Oceánico", el "Departamento de Seguridad Minera" y la "Agencia de Ciencias y Tecnología Industrial", siendo asesorado por la "Agencia Geológica de Japón" y por el "Instituto de Recursos y Ambiente".

5 Se le conoce internacionalmente como la "Deep Ocean Resources Development Co. Ltda.".

6 Esta cooperación ODA, comprende además, según necesidades, ayuda de auxilio en caso de desastres, incluido el envío de voluntarios japoneses.

7 Actualmente a nivel mundial existen en total 51 oficinas JICA, en detalle: Asia 15; Medio Oriente 5; Africa 11; Sudamérica 12; Oceanía 4; Europa 3 y EE.UU. 1.

8 Durante los años 1990-1994 Japón entregó a Chile cooperación técnica y económica por mas de US\$ 300 millones, de los cuales 112 constituyeron donaciones y 190 correspondieron a créditos concesionarios. Estos programas han considerado las más diversas áreas de la producción.

Una breve evaluación comparativa entre los diferentes depósitos marinos de recursos minerales.

Antes de entrar en analizar la actividad minera oceánica de Japón, teniendo en cuenta diversas fuentes y tecnologías, se hace necesario exponer esta clase de cotejo para

una mejor ilustración, ponderando cada depósito en relación a los diversos factores que entran en juego, a través de un estudio de factibilidad, incluida la evaluación según su ley de los diversos minerales que comprenden.

Confrontación de los diferentes minerales según sus leyes en relación a sus fuentes de producción.

Nódulos Polimetálicos		Depósitos Hidrotermales		Costras de Manganeseo	
Minerales	Ley	Minerales	Ley	Minerales	Ley
Manganeseo	28,8	Cobre	0,49	Manganeseo	24,0
Cobalto	0,23			Cobalto	0,88
Níquel	1,22			Níquel	0,48
Cobre	0,99			Cobre	0,10
Fierro	6,64			Fierro	15.35
Titanio	0,61				
Molibdeno	0,048				
Platino				Platino	0,5
Oro		Oro	5,17		
Plata		Plata	450		
Plomo		Plomo	4,07		
Zinc		Zinc	7,70		
Profundidad 4000 a 6000m.		Profundidad 800 a 2400 m.		Profundidad 2000 a 3000 m.	

Fuente:⁹

Algunas especificaciones en relación a los nódulos polimetálicos.

Para evaluarse la capacidad de estos depósitos, deberá tenerse en cuenta una serie de factores, entre otros los siguientes:

- Ley de los minerales.
- Tamaño y forma.
- Densidad en cuanto a su peso en relación a la unidad de área en kilogramos por metro².

- Continuidad de los depósitos.
- Extensión de los depósitos en kms².
- Características topográficas del suelo marino.

Algo sobre la tecnología de prospección.

Para poder satisfacer los requerimientos técnicos que demanda la investigación científica marina, orientada a los recursos

⁹ Estos indicadores de las leyes que contienen los minerales se dan en porcentaje, excepto en los casos de la plata y del oro los que se fijan según unidades g/t. y en el platino de acuerdo a unidades ppm.

El valor de estas leyes figura en las páginas 3 y 4 de la publicación "MMAJ. Activities on Marine Mineral Resources" distribuida en el seminario.

minerales, los buques especializados en la materia poseen diversos sistemas de exploración, los que pueden subdividirse en: acústicos, geológicos, de observación ocular del suelo marino y de posicionamiento de la nave. En general totalizan 14 sistemas, al margen de los laboratorios, instalaciones que se encuentran capacitadas para cumplir las siguientes funciones:¹⁰

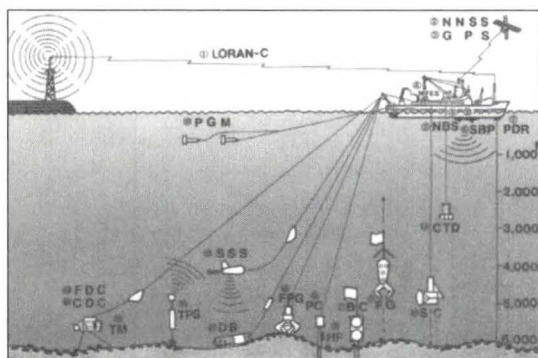


Figura N° 2

El gráfico muestra los equipos principales para efectuar levantamientos geológicos marinos a saber: NNS y GPS sistemas de posicionamiento satelital. NBS. Ecosonda de haz angosto. PDR. Registrador de profundidad hasta 12.000 m. SBP. Detector de dureza-densidad del suelo marino. SSS. Sonar de haz lateral remolcado para medir el grosor de la capa de sedimentos. FG. Sacamuestras. SC. Sacamuestras. PC. Sacamuestras de penetración. FPG. Sacamuestras de 6 extractores asociado a TV.-Cámara. FDC. Sistema de TV.-Cámara para observar el suelo marino.

En relación a la prospección geofísica.

Levantamientos magnetométricos.
Levantamientos gravimétricos.
Levantamientos sísmicos del mar.
Mediciones radiométricas.

En relación a la prospección geológica.

Dispositivos sacamuestras.
Investigación geoquímica.
Sistemas de perforación del suelo marino.

Análisis de laboratorio.

Fotografías y TV. de fondo.

- En relación a levantamientos topográficos del suelo oceánico.
- En relación a la obtención de perfiles del subsuelo marino.
- Empleo de sumergibles de investigación.

Fuente:¹¹ Op.cit (9) y obra de H. Ferrer citada en la bibliografía.

Por último, es del caso mencionar que además del mapa topográfico abisal se lleva a efecto el relevamiento geológico, a fin de determinar las características y consistencia del suelo marino, ya sea éste: roca, basalto, sedimento o arena, información que es básica para conocer la estructura del piso oceánico, además de la medición del grosor de la capa de sedimentos a través de medios acústicos y la aplicación ulterior de los visores TV-Cámara, a fin de poder fijar la existencia de nódulos.

Depósitos de costras de manganeso ricas en cobalto o níquel.

Son muy requeridos dado su alto rendimiento minero-lógico, toda vez que, su contenido de cobalto es diez veces superior que aquel de los yacimientos terrestres, además que la ley de su contenido de platino es alta, aparte que poseen otros minerales.

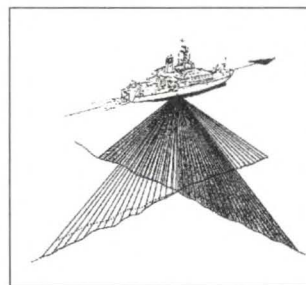


Figura N° 3

Equipo de sonar de haz múltiple, permite obtener el relieve topográfico del fondo marino, dispositivo instalado en forma de T en el fondo exterior del casco, cuya cobertura de suelo oceánico alcanza un ancho de 10 kms.

10 Estos equipos se identifican técnicamente de acuerdo a las siguientes abreviaturas en idioma inglés:

Los acústicos: NBS.; PDR.; NSBP.; MFES.; MBES.; SSS.

Los geológicos: FG.; SC.; PC.; FPG.

Los de observación del suelo marino: FDC.; CDC.

Los de posicionamiento del buque: GPS.; TPS.

11 El uso de todos estos equipos permite en particular la producción de cartografía plana y tridimensional, la ordenación de los nódulos, precisando su densidad, área de recubrimiento, tamaño y forma, peso estimado, leyes de los minerales que contienen y características geomorfológicas y ángulo de inclinación del suelo marino.

Depósitos de Sulfuros Hidrotermales.

En los últimos años el interés por su prospección y explotación ha aumentado, toda vez que, al margen de contener oro, plata y cobre de alta ley, poseen minerales escasos, tal cual el germanio y el galio.¹²

La Minería Oceánica y los programas de exploración planificados y ejecutados por Japón.

- Antecedentes.

En relación a un recuento de las actividades mineras japonesas llevadas a efecto desde sus inicios en los fondos marinos del océano Pacífico, cabe considerar que, éstas se iniciaron a partir del año 1975 con la prospección de nódulos polimetálicos entre las fracturas de Clipperton y Clarion, realizadas con el primer RV. *Hakurei Maru*, el cual sería reemplazado en 1980 por su segunda versión actualmente en servicio.¹³

Luego en 1982 Japón puso en servicio la "Empresa de Desarrollo de los Recursos del Océano Profundo Limitada" (DORD), anteriormente comentada, a cargo de la prospección y futura explotación, en la citada franja interfracturas, un área de 75.000 kms².

- La prospección de nódulos polimetálicos.

Japón entró en diseñar para estos efectos un método de investigación en tres fases, en el cual va disminuyendo el espaciamiento de la grilla empleada a la mitad, dedicándose en la primera etapa al relevamiento del mapa topográfico-batimétrico, en la segunda a determinar la distribución de los nódulos en el suelo marino, según su densidad y tamaño y en la tercera a confirmar el grado de continuidad que presenta en el fondo la carpeta de nódulos.

- Aplicación del proceso anterior por parte de Japón en el rectángulo Clipperton-Clarion.

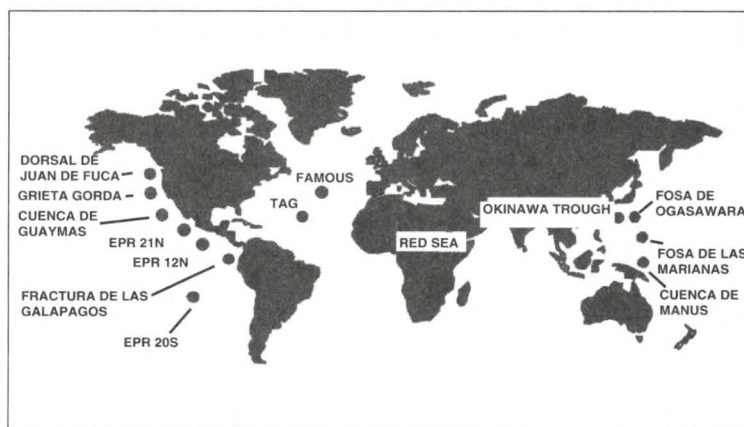


Figura N° 4

Los puntos señalados en el gráfico indican sitios dentro de la Dorsal del Pacífico Sudeste, donde se han encontrado concentraciones de mineralización hidrotermal.

Primera Fase.

Comprendió una extensión de 1.800.000 kms², obteniéndose un mapa topográfico-batimétrico del suelo marino, haciéndose uso de una grilla de 42 millas marinas, más la obtención de muestras de fondo.¹⁴

Segunda Fase.

Contempló una superficie de suelo marino de 450.000 kms² y se empleó una grilla con espaciamientos de 21 millas marinas.

12 Yves Fouquet, Robert Zierenberg, Jay Miller. "Misión 169 Perfora Extenso Depósito de Sulfuros Masivos" en "Joides Journal Vol. 23 N° 1 EE.UU." 1996. Al respecto, este extraordinario depósito ubicado en el Cordón de Juan de Fuca contiene sulfuros mineralizados con importantes contenidos de Hierro, Zinc y Cobre estratiforme con una ley de hasta 16%.

13 Este vasto rectángulo de suelo oceánico internacional se encuentra comprendido aproximadamente en medio de México y Hawai, entre las latitudes de 08° 00' N. y los 16° 00' N. y las longitudes de 127° 00' W. y a 162° 00' W., siendo su superficie de recubrimiento oceánico de 4.130.000 kms².

14 Se hizo uso de sacamuestras de caída libre. Al respecto este dispositivo se encuentra provisto de un émbolo sujeto a un cable donde la presión que se origina dentro del tubo aspira la muestra por succión, aunque existen otros tipo barreno que son accionados desde el buque por control remoto.

Tercera Fase.

Consideró una extensión de 160.000 kms², haciéndose uso de una grilla con espaciamiento de 10.5 millas marinas y se determinó la densidad del recubrimiento de nódulos mediante el empleo de un equipo CDC. TV-Cámara. Simultáneamente se obtuvieron muestras de fondo en 100 puntos seleccionados los que fueron fijados en la carta según coordenadas.

Finalmente se efectuó un último relevamiento CDC. contemplándose una grilla con un espaciamiento de 7,5 millas marinas dentro de un área de 75.000 kms², superficie correspondiente a la asignada a Japón, aparte de continuar con la investigación sobre la continuidad, el tamaño y la ley contenida en los nódulos polimetálicos examinados.¹⁵

La prospección de costras de manganeso ricas en cobalto o bien en níquel.

Tal cual fue expuesto anteriormente, estos depósitos superan varias veces el contenido de cobalto y níquel de la minería terrestre y visto que su potencial futuro es muy promisorio la DORD., de acuerdo a lo planificado por la MMAJ., está efectuando prospecciones en dos grandes áreas ubicadas entre las islas Hawai y las Filipinas con una extensión de 3.100.000 kms² la región A y con 1.260.000 kms² la región B, en las cuales las montañas submarinas se elevan desde una profundidad de 5000 metros en la base a una de 1200 en su cima.

El espesor medio de las costras es de 27 mm., aunque su densidad y continuidad disminuye a mayores profundidades, siendo el valor medio de sus leyes metalíferas, de acuerdo a lo investigado, las siguientes: Cobalto 0,82; Níquel 0,56; Cobre 0,10; Manganeso 23,09; Fierro 13,35.

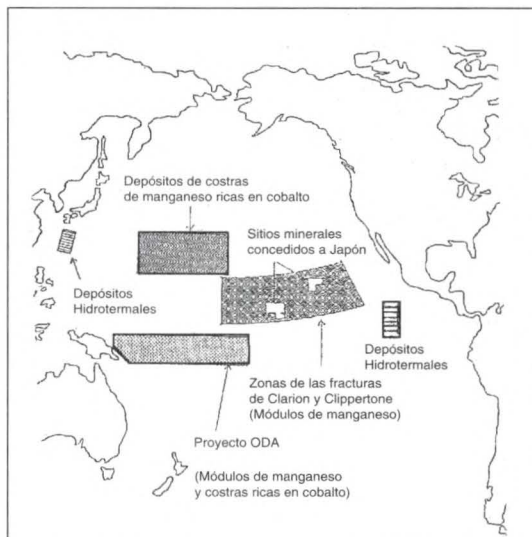


Figura N° 5

Áreas existentes dentro de la Cuenca del Pacífico que están siendo investigadas y explotadas por Japón, tanto en relación a nódulos, como a costras ricas en cobalto o níquel y depósitos hidrotermales.

Los depósitos hidrotermales.

Dada la importancia y lo novedoso de esta materia, a continuación se describen por separado, según los diferentes lugares geográficos en que estas prospecciones han sido efectuadas.

En la Dorsal del Pacífico sudeste. (EPR.)

En general se pudo determinar, a partir del año 1984 que los sectores mineralizados se encontraban en la cadena montañosa sumergida,¹⁶ pero expandiéndose más allá de la hendidura, habiendo sido posible ubicar descargas térmicas a través de chimeneas y fumarolas, consistiendo sus precipitaciones en sulfuros, sílica y óxidos, los que se extendían hasta una distancia de 1000 metros del eje de la base de los volcanes.

15 El sistema CDC. capta hasta 800 fotos continuas del suelo oceánico, pudiendo interactuar conjuntamente con una cámara de TV., equipo FDC. en este caso, para video-fotografiar el suelo marino, conjuntamente con disponer de dispositivos automáticos de flash y de izado.

16 El área geográfica elegida dentro de la Dorsal correspondió a la que se ubica entre las latitudes de los 08° 00'N y los 14° 00'N. frente a Centroamérica y a 3000 kms. al sureste de Los Angeles, EE.UU., paralelógramo que comprende una superficie de 84.900 kms².

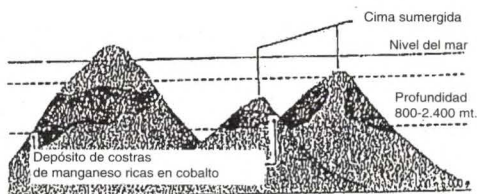


Figura N° 6

Vista de las costras metalíferas existentes en ciertos montes sumergidos con depósito de manganeso ricos en cobalto o en níquel.

En la Fosa de Okinawa.

Estas investigaciones fueron efectuadas entre 1995 y 1996, habiendo sido sus resultados muy promisorios al descubrirse un gran depósito hidrotermal de minerales. Al respecto los sedimentos sulfurosos se encuentran distribuidos en un emplazamiento de unos 600 a 1100 metros, siendo la ley media de sus minerales las siguientes:¹⁷

Oro 16,5 g/t; Plata 1480 g/t; Cobre 1.08; Plomo 11.59; Zinc 34.78.

Existen otros dos depósitos interesantes dentro de la misma zona de Okinawa, denominados Nimani e Iheya, en los cuales también fue posible determinar el valor de sus leyes mineras, según muestras obtenidas en diferentes lugares de estas áreas submarinas, no mayores de 9 kms².

Para alcanzar estos resultados se hizo uso de equipos CDC y SSS, aparte de aquel destinado previamente al relevamiento topográfico batimétrico tridimensional, lo que permitió determinar el espesor de los sedimentos y la detección de depósitos minerales bajo el suelo fangoso en las áreas en que existe actividad hidrotermal.

Breves consideraciones aplicadas sobre el caso nacional a título conclusivo.

- **Hacia un inventario minero-marítimo.**
Nuestras aguas interiores territoriales,

patrimoniales y presenciales poseen potencialmente ingentes depósitos de minerales cuyo listado es necesario destacar, aunque sea en forma general, con el propósito que pueda servir de guía ante un esbozo de plan de acción para su prospección y ulterior explotación.¹⁸

En efecto, cabe considerar en primer lugar los yacimientos de nódulos de fosforita ubicados en el Norte Grande, a partir desde la bahía Inglesa, para proseguir a continuación con los nódulos polimetálicos, cuyos depósitos se encuentran de norte a sur según la descripción que sigue.

Dentro de la zona económica exclusiva (ZEE).

- Frente a Iquique y sobre la cordillera homónima y fuera de la Fosa de Chile en una extensión de 100 millas marinas por 50 de ancho y en el borde de la ZEE.
- Frente a Valparaíso en una extensión de 50 a 30 millas marinas.
- En toda la envolvente archipelágica austral desde el sur del golfo de Penas hasta alcanzar la isla Nueva y en el extremo austral en toda la proyección de su ZEE. (200 millas marinas).

Dentro del ámbito oceánico del mar Presencial de Chile.

- Al norte de la isla San Félix y en una extensión aproximada de 750 millas marinas por 80 de ancho.
- Al oeste y al sur del archipiélago de Juan Fernández en una amplitud norte-sur de 1000 millas marinas, con un ancho medio de 800 millas marinas.
- Isla Salas y Gómez en una extensión de 100 por 40 millas marinas.
- Isla de Pascua, posee un pequeño yacimiento próximo.
- Zona de la Fractura de Enger.

17 En total fueron hallados 138 depósitos de minerales los que se refieren al yacimiento denominado Izena, siendo la profundidad en la base de los montículos entre 1550 a 1630 metros. Se encuentra ubicado en las cercanías de la isla de Okinawa.

18 El mar territorial y la zona económica exclusiva de Chile comprende 3.490.175 kms², incluidas las islas San Félix y San Ambrosio (450.190 kms²) e islas Juan Fernández (506.600 kms²) más la isla de Pascua y Salas y Gómez (729.398 Kms²). Por otra parte el mar Presencial tiene una extensión de 19.967.337 kms².

- Sector Antártico chileno, comprende un gran yacimiento que se inicia en las islas Shetlands hasta sobrepasar por el oeste la longitud de los 120°W. y en una amplia proyección geográfica.

Depósitos de sedimentos hidrotermales.

Fueron descubiertos dos depósitos de sulfuros macizos en la Dorsal del Pacífico sudeste a 400 y 600 millas marinas al norte de la isla de Pascua, desconociéndose el contenido mineral de las muestras obtenidas.¹⁹

Costras de manganeso ricas en Níquel o en Cobalto.

Se espera que puedan existir en el borde de las placas tectónicas, en particular en las latitudes más septentrionales.

En consecuencia, ante el inventario general descrito, incluidas las expresiones mineras propias del borde costero y de la plataforma continental próxima, más la existencia potencial de yacimientos de gas y de hidrocarburos, habría que preparar un plan de investigación científica marina aplicado a prospectar dichos recursos, como primera necesidad irrecusable, tal cual se examinará más adelante.

El equipamiento del RV. *Vidal Gormaz*.

Para otorgarle capacidad geológica requiere completar sus equipos, en particular los siguientes:

- Sonar de rebusca lateral (SSS).
- TV-Cámara (CDC)-(FDC).
- Winche, Palas, Dragas y Sacatestigos (PC).
- (FPG) - (BMS) - (SC) - (FG) y otros de orden acústico.

Por ello sería del caso considerar, en los próximos programas de cooperación con paí-

ses industriales, dicho equipamiento al tenor de los estándares conocidos, tal cual son aquellas con que cuenta el *Hakurei Maru* N° 2.

El convenio de cooperación JICA-AGCI-Chile.

Este compromiso tiende en primer lugar, al tenor de las prioridades nacionales, a satisfacer la prospección de energéticos en el litoral sur y austral, más la detección de algunos minerales metálicos.

Sobre el particular, cabe destacar a mi entender la existencia de yacimientos gasíferos al oeste de la desembocadura del río Toltén y que fueron detectados por la ENAP. en 1972 y que forman parte del potencial natural de la "Cuenca de Gas de Valdivia".²⁰

Se suma a lo anterior la posibilidad de explotar cal en la isla Mocha, haciéndose uso del gas que se ubicó en la isla el año 1978 en 7 pozos, aparte que dicha caliza es de alta ley, ya que contiene un 85% de carbonato de calcio.

Otro elemento favorable podría estar dado por el incentivo que otorgaría esta producción de gas en la Mocha, además de sus propios usos, para explotar a continuación los yacimientos potenciales entre la isla y el continente y que forman parte de la cuenca de Valdivia antes comentada, cuya prospección se inserta dentro del área geográfica anteriormente señalada, razón por la cual he tomado ahora la iniciativa de visualizar esta probabilidad.

La necesidad de elaborar una carta minerológica marina integrando en ella, para fines de evaluación y planificación, la información obtenida de todos los cruceros efectuados.

En cuanto a esta materia se hace necesario, de acuerdo al objetivo indicado en el

19 Este hallazgo data de la expedición GEOMETEP 3 del RV. *Sonne* de bandera alemana, el cual ubicó estos dos yacimientos entre las latitudes de los 18° 30'S y 21° 30'S. y las longitudes de 113° 28'W. y 114° 21'W. Potencialmente podrían contener oro, plata, zinc, cobre, más otros minerales escasos, tal cual han sido encontrados por Japón en distintos depósitos similares.

20 "Cuenca de Valdivia Tendría una Enorme Riqueza de Gas". "El Mercurio" de Santiago del 21 de octubre de 1995. Además, según declaraciones del ingeniero Carlos Mordejovich, el yacimiento Toltén posee un gran potencial, aparte que el Ministro Jadresic apoyó el año siguiente la necesidad de explorar dicha área marítima.

titular, poder vaciar en una carta geológica-geofísica-minerológica los resultados de los 63 cruceros extranjeros de investigación llevados a efecto en nuestras aguas, desde el año 1972 a la fecha, por parte de diversos países, tales como: EE.UU., Alemania, Italia, Reino Unido, Francia y Rusia, según el detalle indicado en las figuras 7 y 8. A lo anterior habría que agregar los nacionales.

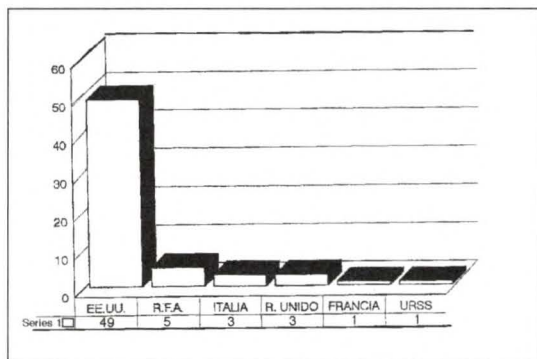


Figura N° 7

Cruceros de Investigación Extranjeros, según países, en geología y geofísica marina efectuados en el mar de Chile (1972-1993).

A su vez sería conveniente sumar los datos obtenidos por el "Instituto Lamont Doherty", de la Universidad de Columbia, según la información vaciada en su planisferio de nódulos a nivel planetario, bajo los auspicios del Departamento de Estado y de la Armada de los EE.UU., el cual contiene, en relación a cada uno de los yacimientos de nódulos polimetálicos existentes, el número de veces en que se llevó a cabo en nuestras aguas jurisdiccionales y presenciales, estaciones fotográficas con equipos FDC-CDC, totalizando en cada caso la suma de 5481 y para los análisis químicos de las muestras efectuadas 1180, lo que ha hecho posible que la mencionada publicación incluya el cálculo de las leyes de los depósitos examinados, aunque sea aproximadamente, al igual que los amplios límites de cada yacimiento.²¹

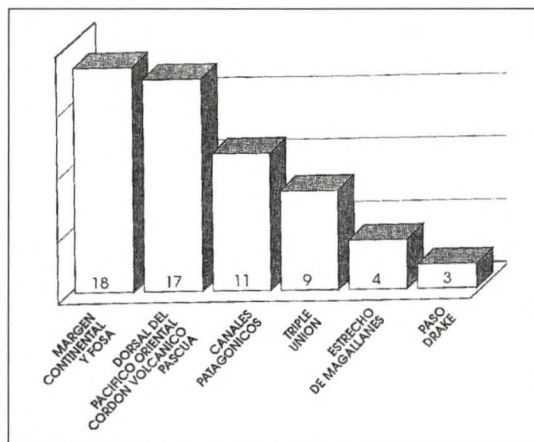


Figura N° 8

Cruceros de Investigación Extranjeros geológicos y geofísicos marinos realizados, según áreas geográficas, en el mar de Chile (1972-1993).

Hacia la definición de una organización nacional de minería marina.

En cierta medida nuestro país ya ha adoptado una organización institucional sobre la materia, cuya conducción de acuerdo a las atribuciones ministeriales se encuentra a cargo del "Ministerio de Minería" - "Servicio Nacional de Geología y Minería" (Sernageomin), el cual a su vez ha considerado organizar un centro de datos al respecto. Paralelamente la "Comisión Nacional Oceanográfica" (CONA) contribuye asimismo a estos logros, al tenor de las atribuciones legales que les son propias, aparte que ambos organismos tienen considerado incorporar el análisis y el control del impacto ecológico que produciría la oceanominería en el medio ambiente marino, sumado al procesamiento metalúrgico ulterior en las plantas de tierra.

Por otra parte las Universidades chilenas también se han incorporado a este esfuerzo, en particular las de la V Región, las que han desarrollado importantes trabajos, pero se deberá tener en cuenta que, para estos efec-

21 Si se considera que en nuestras aguas figuran cinco extensas áreas de estaciones con equipos FDC-CDC éstas totalizan entonces 27.430, además de 6300 análisis químicos de las muestras obtenidas, aparte de dar a conocer la calidad del suelo marino correspondiente a todo el mar de Chile, lo que representa la suma de 3.490.175 kms2 del área jurisdiccional, más 19.967.337 km2 del área presencial.

tos están integradas y forman parte del CONA, comisión en la cual se encuentran representadas, al igual que ante el comité respectivo en el Ministerio de Minería.

Hacia la definición de un plan de prospección.

Para estos efectos a modo de orientación, cabe tener en cuenta que, según antecedentes debidamente ponderados, provenientes de fuentes internacionales de nota, la exploración minera de un área de suelo oceánico de 3860 millas² tiene un costo en dólares de EE.UU. al año 1997 de 10.2 millones y en circunstancias que dicha superficie a modo de comparación representa una cuarta parte del Reino de Holanda, (15.770 millas²).²²

Por otra parte deberá considerarse que, son los factores económicos y tecnológicos los que determinan en definitiva la extracción de los minerales marinos, lo que obliga imperativamente a investigar con un cierto grado de certeza para poder determinar la estructura de costos, ya que no se conoce "a priori" la viabilidad comercial de ningún depósito minero oceánico.²³

Ante la disyuntiva descrita, cabe entonces estimar debidamente el valor de toda investigación que terceros países industriales hayan realizado o realicen en nuestras aguas a la luz de los convenios que se estimen pertinentes, porque bien vale preguntarse ¿qué cuantioso costo podría tener para Chile explorar los 23.457.512 kms² que son de nuestro interés?

Por ello y debido a los altos valores comentados no debiéramos partir de cero, como si nada hubiese sido explorado, limitándonos inicialmente a efectuar sólo el mapeo topográfico-batimétrico, ya que, los gastos serían considerables, aparte que, aunque lo anterior no debe ser sinónimo de despreciar en lo puntual los procedimientos

doctrinarios de exploración, que ya fueron relatados, los que incluso hacen uso del sacamuestras en la fase inicial, habría sí que congregarlos con ciertas realidades, caso a caso.

A su vez un esbozo de plan de prospección podría considerar las siguientes exploraciones:

- Borde costero y aguas aledañas minerales diversos, gas e hidrocarburos.
- Plataforma continental igual al anterior, más nódulos de fosforita (de bahía Inglesa al norte) y la existencia de gas e hidrocarburos.
- Archipiélago de Juan Fernández (dentro de la ZEE) prospección de nódulos polimetálicos toda vez que, la ley de sus minerales son aceptables, aparte de que hacia el futuro de existir explotación los sitios mineros se encuentran cercanos a los puertos de la zona central del país.²⁴

Cualquiera iniciativa de este orden requiere poder contar con una empresa, estatal, privada o mixta, para la extracción de los recursos del océano profundo, similar a la DORD. japonesa, inicialmente referida.

Dado que la explotación requiere de grandes capitales y de tecnología especializada, sería del caso asociarse con una nación industrial en sociedad, según se estime, con los países miembros de la "Comisión Permanente del Pacífico Sur". Lo anterior a fin de explotar yacimientos dentro de la ZEE en el Pacífico sudeste y por lo tanto al margen de cualquier dependencia, tributo o gravamen que podría ser impuesto por parte de la "Autoridad Internacional de los Fondos Marinos" (AIFM).

Otra alternativa bajo los mismos términos asociativos podría consistir en lograr de la AIFM. una concesión en el Pacífico Central, en la zona de las fracturas de

22 Fillmore C.F. Earney: "Petroleum and Hard Minerals from the Sea" p. 204, Wiston & Sons Suffolk U.K. con cita a Mero, J.L. en "Economic Aspects of Nodule Mining". Su ponderación original se refiere a US\$ 5 millones al año 1976, monto que ha sido revalidado al año 1997. Las superficies consideradas están en millas terrestres.

23 Es probable que hacia el futuro los países que se encuentran a la vanguardia de este proceso, en particular Japón y EE.UU., logren determinar y difundir modelos computacionales para definir "a priori" estructuras de costos, según ciertas variables en juego.

24 Las leyes aproximadas que contienen los nódulos del mencionado depósito minero corresponden a las siguientes: Manganoso 20%; Niquel 1,2%; Cobalto 0,15%; Cobre 0,6% y Hierro 10%. Fuente: Lamont Doherty en cuarta obra de la Bibliografía.

Clarion y Clipperton, debido a la alta ley de los depósitos de nódulos ahí existentes, lo que evidentemente tendría que ser sometido a un estudio de factibilidad y conveniencia, ya que una iniciativa de este orden requiere de estudios de mercado en relación a cada uno de los minerales que contienen y en circunstancias que habría que entrar en cancelar ciertas imposiciones en este caso.²⁵

Palabras finales.

Por lo tanto sobre la base de lo expuesto, cabe reiterar que, las informaciones obtenidas de la visita del RV *Hakurei Maru* N° 2 a Valparaíso, en relación a las ciencias implícitas en la Oceanominería, fueron de particular interés para poder, por una parte actualizar nuestros conocimientos y por la otra darnos cuenta que, Chile posee una

importante riqueza minero-oceánica, pero ésta es sólo potencial y será real únicamente en la medida que, logremos concebir y poner en práctica un conveniente plan de prospección y explotación, desafío que debiéramos asumir teniendo como fuente de inspiración nuestro brillante legado minero, tradición que hizo posible descubrir y explotar el salitre y perforar las entrañas de la Cordillera de los Andes para extraer sus riquezas minerales.

Por eso, en cuanto a este nuevo y moderno reto que se presenta ahora en un medio diferente y desafiante, como es el acuático, debiéramos enfrentarlo actuando con la misma sabiduría y entereza minera proverbial que ha caracterizado al pueblo de Chile, porque en este noble empeño hemos estado por siempre consagrados.

BIBLIOGRAFIA

- "Annual Report Metal Mining Agency of Japan 1995", MMAJ, Japón 1995.
- "Development of Mineral Resources and Technical Cooperation", MMAJ, Japón, 1996.
- Fillmore, C.F. Earny: "Petroleum and Arid Minerals from the Sea" Wiston & Sons Suffolk U.K. 1978.
- Ferrer Fougá, Hernán: "Tras la Ruta de los moais". Editor. SHOA. 1991.
- "Geological Survey Verssel Hakurei-Marú N° 2, MMAJ., Japón, 1996.
- Igarashi, Yoshiaki: "Marine Mineral Exploration in the South Pacific Ocean as ODA. Program", MMAJ., Japón, 1996.
- "Japan Digging Deeper than Ever", "The Weekly Mining News", Feb. 19, 1997, Santiago.
- Kojima, Kazuhiro: "MMAJ. Activities on Marine Mineral Resources", MMAJ., Japón, 1996.



25 Lo anterior en consideración a que, los países latinoamericanos lograron obtener para estos efectos el tratamiento de "Primeros inversionistas", con los beneficios consiguientes que les permite disminuir su estructura de costos y la cancelación de servidumbres, lo cual amerita entonces efectuar las ponderaciones pertinentes.