



CONVENCION
DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE EL DERECHO DEL MAR

Distr.
RESERVADA

LOS/PCN/BUR/INF/R.9
6 de febrero de 1991
ESPAÑOL
ORIGINAL: CHINO

COMISION PREPARATORIA DE LA AUTORIDAD
INTERNACIONAL DE LOS FONDOS MARINOS
Y DEL TRIBUNAL INTERNACIONAL DEL
DERECHO DEL MAR

Noveno período de sesiones
Kingston, Jamaica
25 de febrero a 22 de marzo de 1991

INFORMACION RELATIVA A LA SOLICITUD DEL GOBIERNO DE LA REPUBLICA POPULAR
DE CHINA PARA LA INSCRIPCION DE LA EMPRESA "CHINA OCEAN MINERAL RESOURCES
RESEARCH AND DEVELOPMENT ASSOCIATION" (COMRA) COMO PRIMER INVERSIONISTA
CON ARREGLO A LA RESOLUCION II DE LA TERCERA CONFERENCIA DE LAS NACIONES
UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR, COMUNICADA A LA MESA AMPLIADA CON LA
ANUENCIA DEL SOLICITANTE

Examen general del estudio de los recursos de nódulos
polimetálicos en China

A. Introducción

China posee abundantes recursos minerales terrestres, pero, debido a su gran población per cápita, sus recursos minerales son mucho menores que la media mundial. En el caso del manganeso, el cobre y el cobalto, la oferta interna no ha podido satisfacer la demanda durante mucho tiempo y China se ha visto obligada a importar ciertas cantidades de esos minerales. En el contexto del desarrollo de la economía nacional, la escasez de esos recursos se está convirtiendo en un serio problema.

El Gobierno de China asigna mucha importancia a los estudios y las investigaciones sobre los recursos mineros oceánicos. Desde mediados del decenio de 1970 varios organismos han realizado estudios de los recursos minerales de los fondos marinos y se ha estado ejecutando un programa nacional para estudiar, investigar y aprovechar los recursos oceánicos de nódulos polimetálicos. Los buques oceanográficos "Xiangyanghong 5", "Xiangyanghong 16" y "Haiyang 4" han realizado decenas de cruceros de estudio de los nódulos polimetálicos en el Océano Pacífico ecuatorial y las cuencas central y oriental del Pacífico. Se ha estudiado

una superficie de más de 2 millones de k^2 mediante técnicas de muestreo geológico (con aparatos de toma de muestras con mordaza en caída libre, o del tipo "bumerán"; cajas sacatestigos; drogas de toma de muestras; y sacatestigos de pistón), fotografía del fondo marino, sondeo acústico de multifrecuencia, estudios magnéticos, de gravedad y de reflexión sísmica del canal único, y aparatos medidores de la salinidad, la temperatura y la profundidad. Como resultado de esta labor se ha delimitado el área de la solicitud, que abarca una superficie de 300.000 k^2 y está situada entre los 7° y -13° de latitud norte y los 138° y -157° de longitud oeste, de conformidad con los siguientes índices: concentración media de nódulos superior a 5 kg/m^2 ; nódulos de ley (contenido combinado de cobre, cobalto y níquel) superior al 1,8%; y pendiente del fondo marino de menos de 5° . El valor comercial estimado del área de la solicitud es suficiente para dos operaciones mineras.

En el anexo se indican dos áreas de 150.000 km^2 , una que se ha de reservar para la Autoridad y otra que se ha de asignar al solicitante en calidad de área de primeras actividades. En el anexo también se indican los medios y métodos de estudio, las características generales del área y el valor comercial estimado de los nódulos.

B. Métodos y medios utilizados en el estudio

1. Buques oceanográficos

En las actividades de prospección de nódulos polimetálicos se utilizaron los buques oceanográficos "Xiangyanghong 5", "Xiangyanghong 16" y "Haiyang 4", que tenían las características siguientes:

a) R/V "Xiangyanghong 5"

Eslora	152,6 m
Manga	19,4 m
Calado	7,3 m
Desplazamiento	13.650 t
Tonelaje bruto	5.743 t
Velocidad de crucero	16,4 nudos
Velocidad económica	15 nudos
Máquina principal	5.300 kW
Máquina auxiliar	3 X 400 kW 2 X 320 kW
Chigre geológico con 6.000 m de cable	uno

b) R/V "Xiangyanghong 16"

Eslora	110,99 m
Manga	15,20 m
Calado	5,5 m
Desplazamiento	4.400 t

b) R/V "Xiangyanghong 16" (continuación)

Tonelaje bruto	2.984,6 t
Velocidad de crucero	18,47 nudos
Velocidad económica	17 nudos
Máquina principal	2 x 3.355 kW
Máquina auxiliar	3 x 560 kW
Hélice de palas orientables	una
Impulsor de proa	uno
Bastidor en A	5 t de capacidad; 6,5 m de altura y 4,2 m de ancho; funcionamiento: 3 m sobre la cubierta
Chigre de bou con 10.000 m de cable	uno
Chigre geológico con 6.000 m de cable	uno
Chigre hidrográfico con 11.000 m de cable	uno

c) R/V "Haiyang 4"

Eslora	104,21 m
Manga	13,74 m
Calado	4,95 m
Desplazamiento	3.200 t
Tonelaje bruto	2.608 t
Velocidad de crucero	19,5 nudos
Velocidad económica	17 nudos
Máquina principal	2 X 3.579 kW
Máquina auxiliar	3 X 400 kW
Hélice de palas orientables	una
Impulsor de proa	uno
Sistema de eliminación de desperdicios	uno
Aparatos de desalación de agua de mar	dos
Bastidor en L invertido	6,5 m de altura; 8 t de capacidad
Chigre hidráulico con 10.000 m de cable	uno
Chigre hidrográfico con 6.000 m de cable	uno

2. Sistema de fijación de la posición

El R/V "Haiyang 4" está equipado con un sistema de navegación integrada por satélite (MX5000) y el R/V "Xiangyanghong 16" con un sistema de navegación de doble canal (CMA-722A), un sistema de navegación por satélite de canal único (JLE-3850) y un sistema mundial de fijación de la posición (MX5400).

Los sistemas de los dos buques se ensayaron en condiciones estacionarias y, tras unos 40 a 60 sobrevuelos consecutivos de los satélites, el error estándar estuvo comprendido dentro de los parámetros establecidos por el fabricante de los instrumentos.

Por lo general hay un sobrevuelo de satélite por hora, pero ocasionalmente el sobrevuelo puede ocurrir cada dos o tres horas. En el intervalo comprendido entre los sobrevuelos de dos satélites consecutivos, las computadoras de los buques corrigen sus posiciones por estima con una precisión comprendida entre los 500 y 1.000 m.

La situación de los buques mediante el sistema mundial de fijación de la posición (MX5400) se establece todos los días, cada 18 horas, con una precisión de menos de 15 m.

3. Muestreo geológico

El muestreo geológico incluyó la recolección de nódulos polimetálicos, sedimentos de superficie, muestras de roca y agua, etc. A continuación se indican los modelos y características del equipo de toma de muestras utilizado por R/V "Xiangyanghong 16" y R/V "Haiyang 4":

Modelos y características del equipo de toma de muestras utilizado por los dos buques

Equipo	Modelo	Superficie de la muestra (m ²)	Diámetro (cm)	Profundidad de la muestra (m)	Fabricante
Mordaza "bumerán"	4201	0,2		0,2	Estados Unidos
Mordaza controlada por cable	Ocean 50	0,25		0,3	China
Caja sacatestigos	DY-2	0,25		0,5	China
Sacatestigos "bumerán" de caída libre	1890		4,5 (interior)	1,0	Estados Unidos
Sacatestigos de pistón en caída libre	2450		6,7 (interior)	15,4	Estados Unidos
Draga		0,24 0,66 0,38	7,3 (exterior)		China

La mordaza "bumerán" es el principal aparato para recoger nódulos y determinar su concentración, mientras que la caja sacatestigos y el sacatestigos de pistón en caída libre se utilizan para obtener las muestras de los estudios de sedimentología, geoquímica y paleontología y para realizar mediciones geológicas.

4. Fotografía del fondo marino

Se tomaron fotografías aisladas y en serie de ciertos puntos de sectores escogidos del área solicitada para obtener más información geológica y determinar la situación de los nódulos polimetálicos en el fondo marino. Ambos buques utilizaron cámaras fotográficas del mismo tipo que estaban montadas en las mordazas "bumerán". Para las fotografías en serie, el R/V "Xiangyanghon 16" utilizó la cámara Benthos 377 y el R/V "Haiyang 4" las cámaras CI800 y CI256, fabricadas en Gran Bretaña. La cámara CI800 puede tomar 800 fotografías con cada carga y la cámara CI256 hasta 256 fotografías; la cámara Benthos 377 puede tomar hasta 3.200 fotografías con cada carga.

En general, cada fotografía cubre una superficie de 6 m² a 9 m². El análisis de las fotografías permite corregir los valores de las concentraciones de nódulos derivados de las muestras y calcular la cantidad de nódulos en la estación de muestreo.

5. Estudio geofísico

a) Estudio topográfico del fondo marino

Los dos buques utilizaron el mismo modelo de batímetro de precisión, compuesto de una sonda digital PDD-200C de precisión, un aparato transceptor y transductor PTR-105B, un aparato registrador LSR-1807M de la exploración de línea, un aparato impresor, etc. En el R/V "Haiyang 4", simultáneamente con el estudio de gravimetría, se tomaron medidas batimétricas utilizando la frecuencia de 12 kHz. En el R/V "Xiangyanghong 16" la medición se efectuó utilizando la frecuencia de 7 kHz y, al mismo tiempo, se efectuó el sondeo acústico de multifrecuencia. El espaciamiento de las principales líneas batimétricas fue de unos 14 km.

b) Estudio con el sistema de sondeo acústico de multifrecuencia

El sistema de sondeo acústico de multifrecuencia es un medio útil para determinar rápidamente la concentración y el tamaño de los nódulos polimetálicos.

Este sistema (MFES-100B) fue utilizado por el R/V "Haiyang 4". Se obtuvieron señales acústicas empleando un determinador del perfil de la capa superficial, de 3,5 kHz, y un ecosonda de precisión de 12 kHz. En esta operación el buque mantuvo una velocidad de 5,5 a 6 nudos. El coeficiente de correlación entre la concentración de los nódulos a partir de mediciones y la concentración calculada a partir de muestras fue de 0,7 (n = 142). El R/V "Xiangyanghong 16" utilizó el sistema de sondeo acústico de multifrecuencia fabricado por Raytheon Inc. de los Estados Unidos de América, que emplea las frecuencias de 3,5, de 7, de 12 y

de 18 kHz. Este sistema puede medir simultáneamente la profundidad del agua y la concentración de nódulos. También se puede utilizar para determinar el perfil de la capa superficial y manejar las cámaras abisales de fotografía. Durante las operaciones el buque puede navegar a una velocidad de 14 nudos. El coeficiente de correlación entre la concentración de nódulos a partir de mediciones y la concentración calculada a partir de las muestras fue de 0,79 (n = 128).

De los resultados de estos dos sistemas se desprende que los valores básicos de la concentración de nódulos son fiables.

c) Estudio sísmico de canal único

En el R/V "Haiyang 4" se utilizó un sistema sísmico digital de determinación de perfiles (DFS-IV) con una pistola de aire y en el R/V "Xiangyanghong 16" se utilizó un aparato determinador del perfil de la capa profunda (DDCI-I), con un sistema de chispas como fuente. Los perfiles obtenidos por ambos buques en su estudio sísmico de canal único son claros y proporcionan una información útil para los estudios sobre las relaciones entre los nódulos polimetálicos y la capa de sedimentos y entre ésta y el zócalo.

d) Estudios gravimétricos y magnéticos

En el R/V "Haiyang 4" se utilizaron un gravímetro marino (KSS-5) y un clinómetro magnético de protones (G821G). El R/V "Xiangyanghong 16" utilizó el mismo modelo de gravímetro (KSS-5) y un magnetómetro marino de protones (CHHK-2). Los resultados de los estudios servirán de base para realizar otros estudios sobre el relieve del zócalo, las actividades magmáticas y los factores que rigen las variaciones de la topografía y geomorfología del fondo marino en la zona solicitada.

6. Medición de la composición química de los nódulos

En el R/V "Haiyang 4" se utilizó un espectrómetro de fluorescencia por rayos X (Rigaku 3080E-3) para medir el contenido de 25 elementos, como Fe, Mn, Cu, Co, Ni, Zn, Pb y SiO₂, etc. El criterio de detección de los cinco elementos metálicos principales de los nódulos fue el siguiente:

<u>Elemento</u>	<u>Límite de detección (%)</u>	<u>Precisión (DER) (%)</u>	<u>Exactitud (%)</u>
Mn	0,004	< 0,3	< 3
Fe	0,003	< 0,3	< 5
Co	0,003	< 0,5	< 10
Ni	0,0004	< 0,3	< 10
Cu	0,0004	< 0,3	< 10

Los coeficientes de precisión (consistentes en la desviación estándar relativa (DER)) se obtuvieron mediante el análisis estadístico de los valores resultantes de la medición a bordo de 143 muestras. Los coeficientes de exactitud (expresados por el error relativo) se obtuvieron de las muestras estándar de nódulos polimetálicos

(NOD-P-1 y NOD-A-1 de los Estados Unidos y GSPN-1 de China). Los instrumentos se calibraron utilizando las muestras estándar, y las muestras de referencia de los nódulos polimetálicos, en cuyo análisis se aplicaron varios métodos (análisis químicos, espectrometría de absorción atómica, espectrometría del plasma, etc.).

Para determinar rápidamente el contenido de Fe, Mn, Cu, Co y Ni de los nódulos polimetálicos, en el R/V "Xiangyanghong 16" se utilizó un espectrómetro y polarógrafo de fluorescencia por rayos X portátil. Posteriormente, en los laboratorios de tierra firme se utilizaron el espectrómetro de absorción atómica, WFD-Y₂, y el método de la capacidad para medir con precisión el contenido de Fe, Mn, Cu, Co, Ni, Fe y Mn. Las tasas estándar de recuperación de Cu, Co y Ni obtenidas mediante la aplicación del método estándar de adición fueron de 98,5 a 100%, 98 a 101% y 97 a 100,5%, respectivamente, y las desviaciones estándar relativas fueron de 2,3%, 3,8% y 2,6%.

7. Otros análisis

Otros análisis incluyeron lo siguiente:

- Observación, descripción, fotografía, medición de la temperatura, análisis de frote y determinación de la micropaleontología de los sedimentos de superficie;
- Descripción, clasificación, pesada, medición del tamaño, determinación de la cobertura y fotografía de los nódulos;
- Medición de pH, Eh, Fe³⁺/Fe²⁺ y otros elementos de las aguas intersticiales, y medición de la salinidad, la temperatura y la profundidad.

C. Características generales del área de la solicitud

1. Características geológicas

a) Topografía del fondo marino

La topografía general del área de la solicitud es afectada por dos zonas de fractura, a saber, Clarion y Clipperton. Las formaciones de primer orden, como la formación lineal de elevados relieves y profundas depresiones, corren en dirección este-noreste, paralelamente a las dos zonas de fractura. Las formaciones de segundo orden, como bajas colinas abisales de poca pendiente y las cuencas que las separan, corren en dirección casi norte-sur. En general, la profundidad del agua aumenta gradualmente noreste al sudoeste. En el área solicitada predominan las colinas abisales, aunque también hay algunos cerros marinos, y la profundidad del agua varía entre 4.800 m y 5.200 m. El relieve del fondo marino varía entre 50 m y 100 m en general y la altura de los cerros marinos supera los 500 m, excepto algunos cerros que llegan a tener 1.500 m de altura. Las colinas se caracterizan por tener una suave ondulación en la dirección norte-sur, con pendientes más pronunciadas en el norte (2° a 4°) que en el Sur (0,5° a 2°). En la dirección este-oeste las pendientes son más suaves en el oeste (1° a 3°) que en el este

(3° a 4°). Los lugares en que el ángulo de las pendientes excede de 5° se consideran obstáculos topográficos. Según los resultados del estudio, los obstáculos topográficos son más comunes en la zona de cerros marinos. Es posible que en estudios futuros se descubran algunas depresiones de falla y algunos acantilados con características de precipicio en los valles con forma de V que corren en dirección norte-sur. Esos pequeños obstáculos podrían constituir un peligro para las actividades de extracción.

b) Estratigrafía

i) Zócalo

Según los datos del DSDP y el estudio sísmico, el zócalo de la capa sedimentaria del área solicitada está constituido por basalto (capa cortical oceánica 2). En los perfiles sísmicos, la superficie reflectora del basalto es clara. La amplitud de reflexión es grande y se puede detectar continuamente a lo largo de una gran distancia. La velocidad de la longitud de onda es de 3,9 a 5,8 km/s. La capa sedimentaria acompaña en general a la topografía original del basalto de la capa cortical oceánica 2.

ii) Estratos superiores

En el zócalo de basalto oceánico del área de la solicitud descansan cuatro grupos de estratos, a saber, la serie Maestrichtiense (Cretácico superior), compuesta principalmente de creta y silexita foraminíferas o radiolarias; la formación de las islas Line (Eoceno medio y superior), compuesta principalmente de légamo radiolario semiconsolidado, légamo calcáreo, caliza silícea y silexita; la formación de las islas Marquesas (del Oligoceno al Mioceno), compuesta de légamo ultramicrofósil calcáreo; y la formación Clipperton (del Mioceno al Cuaternario), compuesta de légamo radiolario y légamo calcáreo interestratificados. De estos cuatro grupos de estratos, la serie Maestrichtiense ocurre sólo en la parte occidental del área solicitada. El contacto entre los cuatro grupos es discordante.

iii) Sedimentos de superficie

Sobre la base de los porcentajes en peso de los componentes biológicos, en comparación con los de la arcilla, los sedimentos de superficie en el área de la solicitud se pueden dividir en seis tipos, a saber, légamo silíceo, légamo silíceo calcáreo, arcilla silícea, arcilla silícea calcárea, légamo calcáreo y arcilla abisal, de los cuales la arcilla silícea y el légamo silíceo son los más comunes.

La distribución de los distintos tipos de sedimento depende de la topografía y la profundidad del agua. El légamo ultramicrofósil calcáreo se presenta principalmente sobre los cerros marinos o las colinas abisales, donde la profundidad del agua es de menos de 4.900 m; el légamo silíceo predomina en las extensas tierras de colinas de las regiones meridional y occidental, donde la profundidad del agua es de menos de 5.000 m; y la arcilla abisal en general se encuentra en depresiones donde la profundidad del agua es de más de 5.000 m. A medida que aumenta la profundidad del agua, los sedimentos se distribuyen regularmente en el orden siguiente: légamo ultramicrofósil calcáreo, légamo silíceo, arcilla silícea y arcilla abisal.

c) Estructura geológica

El área de la solicitud está situada en la cuenca oriental del Océano Pacífico entre las zonas de fractura de Clarion y Clipperton, habitualmente denominada zona CC. La zona CC está limitada por la cresta oriental del Pacífico en el este y por las islas Line en el oeste. El área solicitada forma parte de una región relativamente estable, desde el punto de vista de la estructura geológica del Océano Pacífico. En general, el movimiento de las placas oceánicas ha producido una deformación de la corteza terrestre y frecuentes erupciones volcánicas. Sin embargo, en el área de la solicitud las actividades tectónicas parecen ser relativamente más moderadas que en otras zonas. Las estructuras tectónicas de primer orden son afectadas por las zonas de fracturas de Clarion y Clipperton, que corren en dirección este-oeste. Las características topográficas locales o de segundo orden sugieren la existencia cercana de fallas de dislocación norte-sur que influyen en la distribución de los nódulos metálicos.

d) Actividad volcánica

El área de la solicitud ha atravesado por dos períodos de gran actividad volcánica. El primero, que fue el de máxima actividad ocurrió entre el Mesozoico superior y el Cenozoico inferior, y el segundo va desde el Terciario superior hasta el presente.

En los sedimentos y en los nódulos polimetálicos del área solicitada a menudo se encuentran trozos de basalto, piedra pómez, mommorillonita y cristianita, etc., que son indicativos de una intensa actividad volcánica en los fondos marinos en el pasado. Además, de las laderas de los cerros marinos se recogieron con dragas grandes trozos de basalto que indican que los cerros pueden haber sido formados por rocas volcánicas de momagnésicos. El grado de actividad volcánica se relaciona estrechamente con la estructura geológica de la región y es posible que frecuentes actividades volcánicas hayan suministrado el material para la formación y el desarrollo de los nódulos polimetálicos.

2. Propiedades geotécnicas de los sedimentos superficiales del fondo marino

La arcilla y el légamo silíceos están ampliamente distribuidos en el área de la solicitud. Los resultados del análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los sedimentos muestran que las propiedades geotécnicas del légamo y la arcilla silíceos de superficie son deficientes. En efecto, tienen un gran contenido de agua, un alto porcentaje de partículas de arcilla, una masa de bajo peso específico, poca resistencia a la presión, elevada compresibilidad y una densidad superior a la normal. Los parámetros principales son los siguientes:

<u>Parámetro</u>	<u>Arcilla silícea</u>	<u>Légamo silíceo</u>
Contenido natural de agua (%)	240 a 250	290 a 300
Peso específico natural de la masa (kN/m^3)	12,2 a 12,8	12,2 a 12,7
Resistencia al cizallamiento (KPa)	1,0 a 1,5	2,5 a -3,4
Compresibilidad ($-\frac{1}{Pa}$)	0,68	0,76

0867h

/...

Cabe destacar que la cohesividad de los sedimentos aumenta rápidamente varios centímetros o decenas de centímetros por debajo de la superficie y que su homogeneidad y propiedades técnicas también mejoran.

3. Características de los nódulos polimetálicos en el área objeto de la solicitud

La mayor parte de los nódulos polimetálicos que se han recogido son de color negro o marrón oscuro. Los de color negro tienen un alto contenido de manganeso y los de color marrón oscuro son ricos en hierro. El diámetro de la mayoría de los nódulos es de 3 cm a 6 cm.

a) Formas, tipos y distribución de los nódulos

Según sus formas, los nódulos se pueden clasificar como globulares, elipsoidales, de tipo coliflor, discoidales, tabulares, de tipo fresa, fragmentarios y de formas combinadas.

Según su forma, estructura superficial y distribución, los nódulos polimetálicos se pueden subdividir en tres clases: de superficie, con un alto contenido de hierro (del tipo s, con una superficie lisa); los enterrados, con alto contenido de Mn (del tipo r, con una superficie rugosa); y los semienterrados (del tipo s+r, con una superficie superior lisa y una superficie inferior rugosa). La composición mineral y el contenido metálico difieren significativamente según el tipo de nódulos.

Los nódulos están distribuidos irregularmente en el área objeto de la solicitud, reflejando su topografía. En las zonas de los cerros marinos predominan los nódulos de formas variadas y diferencias pronunciadas. En las faldas de los cerros marinos hay un gran número de nódulos fragmentarios. Los nódulos de tipo coliflor predominan en las zonas de colinas.

Las formas de los nódulos también varían según el tipo de sedimento. Los nódulos tabulares y de tipo fresa predominan en zonas de légamo silíceo, mientras que los nódulos fragmentarios y de formas combinadas son comunes en zonas de légamo calcáreo. En las zonas de légamo abisal predominan los nódulos de tipo fresa y los nódulos de formas combinadas, y en las zonas de arcilla silícea son comunes los nódulos de tipo coliflor.

b) Concentración de nódulos

En general, la concentración de nódulos en el área solicitada es baja e irregular. Sobre la base de la concentración, el área se ha dividido en dos regiones, con el meridiano de 150° de longitud oeste como línea divisoria. La concentración de nódulos es relativamente baja en la región situada al este de la divisoria, donde tiene un valor medio de unos 4 kg a 5 kg por metro cuadrado, y más alta al oeste de la divisoria, donde la concentración media es de 6 kg a 9 kg por metro cuadrado. La concentración de nódulos aumenta gradualmente de este a oeste.

En general, la concentración de nódulos es relativamente más alta en zonas de légamo y arcilla silíceos y varía considerablemente en zonas de sedimento calcáreo.

c) Ley de los nódulos

La ley de los nódulos es determinada por la suma de su contenido de cobre, cobalto y níquel. Según la variación de la ley, el área de la solicitud se puede dividir en dos regiones, que son las delimitadas por la divisoria mencionada anteriormente (150° oeste). La ley de los nódulos al este de la divisoria es más alta y más estable, con un valor medio de aproximadamente 2,40%, mientras que el valor medio de los nódulos que se encuentran al oeste de la divisoria es de alrededor de 2,05%. En cuanto al conjunto del área, las zonas con nódulos de ley alta tienen bajas concentraciones, y viceversa, lo que indicaría una correlación negativa entre la ley de los nódulos y su concentración. La ley también varía considerablemente según el tipo de nódulos. Los nódulos discoidales y de tipo coliflor tienen la ley más alta y los fragmentarios y de formas combinadas la más baja. Los demás tipos de nódulos tienen valores intermedios. En las zonas de arcilla silíceas la ley de los nódulos es más alta que en las zonas de sedimento calcáreo.

El contenido de Mn varía ligeramente según las zonas, que también están divididas por la línea de 150° oeste de longitud. Los nódulos al este de la divisoria tienen un alto contenido de Mn, con un valor medio de aproximadamente 26%, y los que se encuentran al oeste de la divisoria tienen un contenido ligeramente inferior, de un valor medio de 24%. La correlación entre el contenido de Mn y el contenido de Cu y Ni es positiva.

d) Composición mineral y facies químicas de los principales elementos de los nódulos

Según los estudios y análisis de la composición mineral de los nódulos mediante difracción por rayos X, sondeo electrónico, espectroscopio para infrarrojo, espectro de Mossbauer, difracción electrónica y microscopio electrónico de transmisión a través del espécimen, el manganeso se encuentra principalmente en los minerales todoroquita y δ -MnO₂ y, en menores cantidades, en la forma de birnesita. Los minerales de la fase del hierro son principalmente la pirosiderita tetragonal (\mathcal{L} -FeOOH) y la fullonita. Los nódulos también contienen otros minerales como la montmorillonita, la cristianita y el ópalo, así como fragmentos de roca volcánica y polvo cósmico. Los principales elementos de los nódulos, tales como Mn, Fe, Cu, Co y Ni, se encuentran principalmente en facies de óxido.

D. Plan de delineación para el área de la solicitud y evaluación de los valores comerciales estimados

1. Criterios para definir áreas objeto de solicitudes y posibles sitios mineros

a) Los principales factores de la delineación de las áreas objeto de solicitudes y los posibles sitios mineros son los siguientes:

i) Factores naturales

Ley, concentración y cobertura de los nódulos; tamaño, forma y distribución espacial de los nódulos; características estructurales y composición química de los nódulos; condiciones de explotación de los nódulos (topografía y condiciones geotécnicas del fondo marino, batimetría, hidrología y meteorología, etc.); eficacia de las actividades mineras y fusibilidad de los nódulos.

ii) Factores económicos

Equipo técnico para exploración, extracción y fundición; variaciones de la oferta y la demanda en el mercado de metales, costo de las inversiones y coeficiente de rendimiento; y cantidad de recursos necesarios para lograr una producción anual de $3 \text{ t} \times 10^6 \text{ t}$ de nódulos secos en dos sitios mineros durante un período de explotación de 20 años.

b) Principales indicadores técnicos para definir las áreas objeto de solicitudes y los posibles sitios mineros.

El área de la solicitud que se examina está situada en la margen occidental de la zona CC, donde la concentración y la ley de los nódulos son relativamente bajas y tienen grandes variaciones. Por otra parte, el perímetro del área es bastante irregular. En consecuencia, se han adoptado los siguientes indicadores técnicos fundamentales para definir el área de la solicitud y los posibles sitios mineros:

i) Ley de los metales

La ley se refiere al porcentaje de Cu+Co+Ni y se expresa como porcentaje del peso en seco. La ley media mínima para el área se ha fijado en 1,8% y la ley media de los posibles sitios mineros en 2,25%.

ii) Concentración

La concentración se refiere al peso de los nódulos húmedos (en kg) por metro cuadrado. El valor medio mínimo de la concentración en el área se ha fijado en $> 5 \text{ kg/m}^2$.

iii) Topografía

Las pendientes del fondo marino deben de ser de menos de 5°.

iv) Condiciones geotécnicas del fondo marino

Los materiales del fondo marino deben ser sólidos y uniformes.

2. Principios de asignación del área reservada y el área de primeras actividades

a) Las cantidades de nódulos y los valores comerciales estimados del área reservada y el área de primeras actividades son iguales;

b) El contenido de metal de Mn, Cu, Co y Ni es prácticamente igual en el área reservada que en el área de primeras actividades y las posibilidades de descubrir sitios mineros de igual valor comercial estimado son equivalentes;

c) La profundidad del agua, las características topográficas y las condiciones meteorológicas de las dos áreas con comparables;

d) Para facilitar las futuras operaciones mineras, los sectores del área solicitada que se han de reservar para la Autoridad deberían estar situados lo más cerca posible de las áreas reservadas que la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos ya ha individualizado. Se está tratando de combinar los diversos sectores del área de primeras actividades;

e) En vista de las características del área de la solicitud, a saber, una ley relativamente baja y una concentración relativamente alta en los sectores occidentales y una ley más alta y una concentración más baja en los sectores orientales, es necesario que el área reservada y el área de primeras actividades comprendan las partes oriental y occidental del área solicitada para que ambas áreas tengan el mismo valor comercial estimado.

3. Propuesta para delinear el área reservada y el área de primeras actividades

El área de la solicitud abarca una superficie total de 300.000 km², compuesta de 13 sectores, a saber, los sectores CA₁, CA₂, CA₃, CA₄, CA₅, CS₁, CS₂, CS₃, CB₁, CB₂, CB₃, CB₄ y CB₅.

a) El área reservada que se propone para la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos está compuesta de los cinco sectores siguientes:

<u>Nómina</u>	<u>Superficie (Km²)</u>
CA ₁	43 266
CA ₂	7 591
CA ₃	2 370
CA ₄	20 231
CA ₅	<u>76 542</u>
Total	150 000

b) La región seleccionada por el solicitante como parte del área de primeras actividades consta de los tres sectores siguientes:

<u>Nómina</u>	<u>Superficie (Km²)</u>
CS ₁	23 616
CS ₂	4 934
CS ₃	<u>23 750</u>
Total	52 300

c) La región que se asignaría al solicitante como remanente del área de primeras actividades incluye los cinco sectores siguientes:

<u>Nómina</u>	<u>Superficie (Km²)</u>
CB ₁	21 253
CB ₂	25 428
CB ₃	6 831
CB ₄	17 269
CB ₅	<u>26 919</u>
Total	97 700

Las coordenadas de los puntos de inflexión de los límites de cada sector figuran en el cuadro 1.

4. Evaluación de los valores comerciales estimados del área de la solicitud

Teniendo presentes los resultados de los estudios realizados en el área solicitada, a continuación se estiman los valores comerciales relativos, principalmente en función de la cantidad de recursos de nódulos polimetálicos, el contenido útil de metal y las condiciones topográficas y meteorológicas, de los sitios mineros que podrían delimitarse.

a) Cantidad de recursos

Para estimar la cantidad de recursos se calcula primero el promedio aritmético de los valores de los parámetros de todas las estaciones en cada sector. Los valores máximo y mínimo se obtienen sumando y sustrayendo dos veces la desviación estándar, respectivamente.

La superficie del sector se multiplica por la concentración de nódulos para obtener la cantidad de nódulos en cada sector, que luego se expresa en su equivalente en nódulos secos y se multiplica por el porcentaje de metales para obtener los correspondientes índices de contenido de metales.

Para facilitar la comparación, los diversos metales se combinan en proporción con sus equivalentes de Ni (Ni = 1; Cu = 0,3; Mn = 0,07; Co = 3), de forma de obtener sus valores medios, máximos y mínimos, respectivamente. En el cuadro 2 se indican los resultados de esos cálculos, que muestran que la cantidad de recursos del área reservada para la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos es comparable a la cantidad de recursos del área de primeras actividades correspondiente al solicitante. En la primer área hay 953,1 millones de toneladas de nódulos húmedos, 168,19 millones de toneladas de Mn, 6,13 millones de toneladas de Cu, 1,48 millones de toneladas de Co, 7,48 millones de toneladas de Ni y 25,53 millones de toneladas de equivalente en Ni, mientras que en la segunda área hay 974,8 millones de toneladas de nódulos húmedos, 172,72 millones de toneladas de Mn, 6,28 millones de toneladas de Cu, 1,45 millones de toneladas de Co, 7,5 millones de toneladas de Ni y 25,81 millones de toneladas de equivalente

en Ni. En general, el contenido de metal de Co en el área reservada es 2,14% superior al del área de primeras actividades. Con respecto a las cantidades de los demás recursos, ellas son ligeramente superiores en el área de primeras actividades que en el área reservada. Los campos de variación de las cantidades de recursos en el área reservada y el área de primeras actividades también son comparables.

b) Delineación de los sitios mineros

Aunque la concentración de nódulos no es suficientemente estable en el área de la solicitud y su ley es relativamente baja en algunas de sus partes, se podrían delinear sitios mineros en el área reservada y el área de primeras actividades si se realizaran nuevas actividades de exploración.

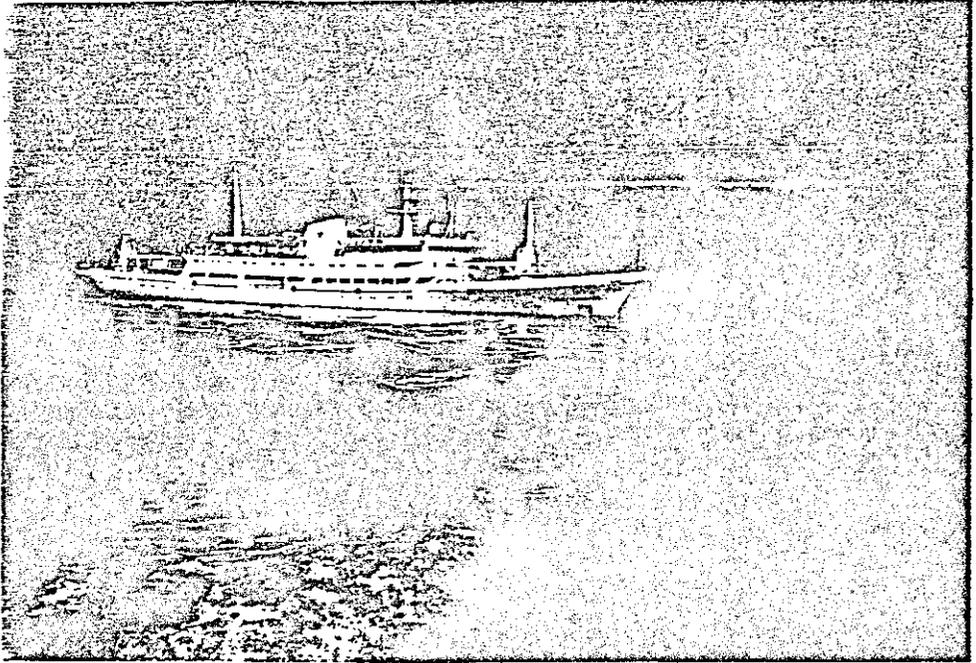
c) Batimetría y topografía

En general, la profundidad del agua en el área de la solicitud está comprendida entre los 4.800 m y 5.200 m. La topografía general es relativamente llana y los cerros marinos suelen estar aislados. El análisis de los datos de observación actuales muestra que los obstáculos ocupan aproximadamente el 2% del área total y que su distribución en el área de primeras actividades y el área reservada es prácticamente similar.

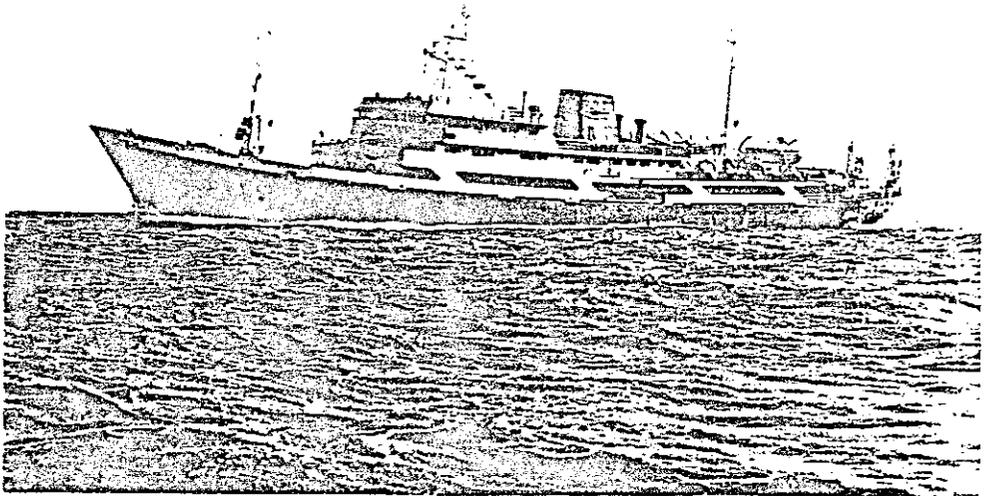
d) Condiciones hidrológicas y meteorológicas

En vista que el área de primeras actividades y el área reservada están muy cerca la una de la otra, las condiciones hidrológicas y meteorológicas de las dos áreas se pueden considerar similares.

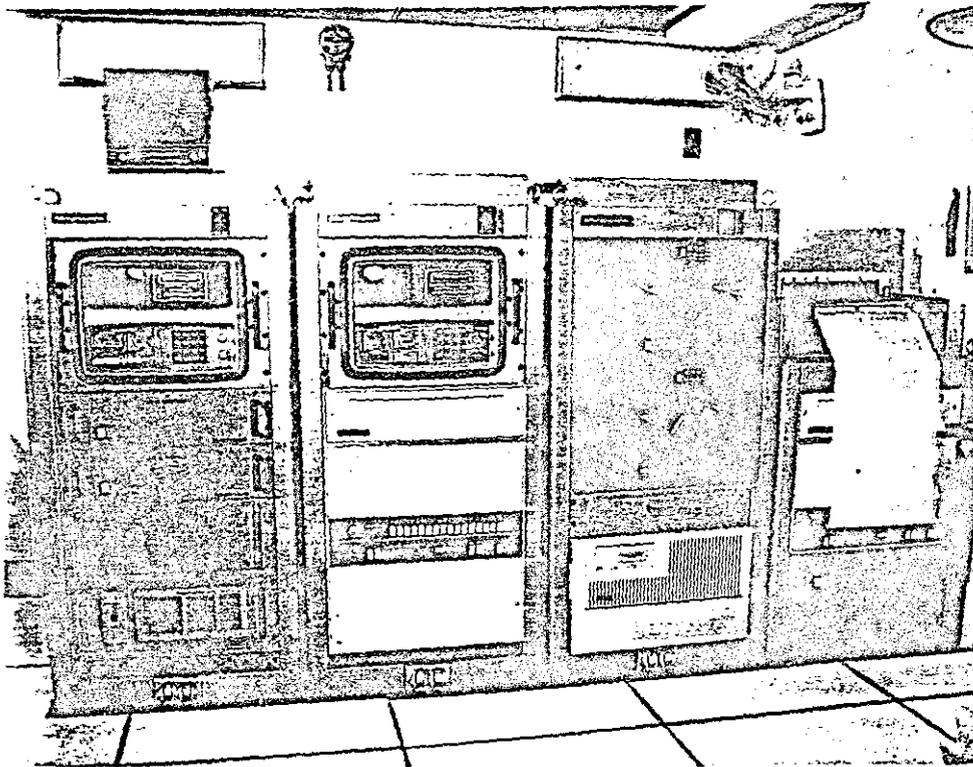
En resumen, el área de la solicitud y el área reservada tienen iguales valores comerciales estimados.



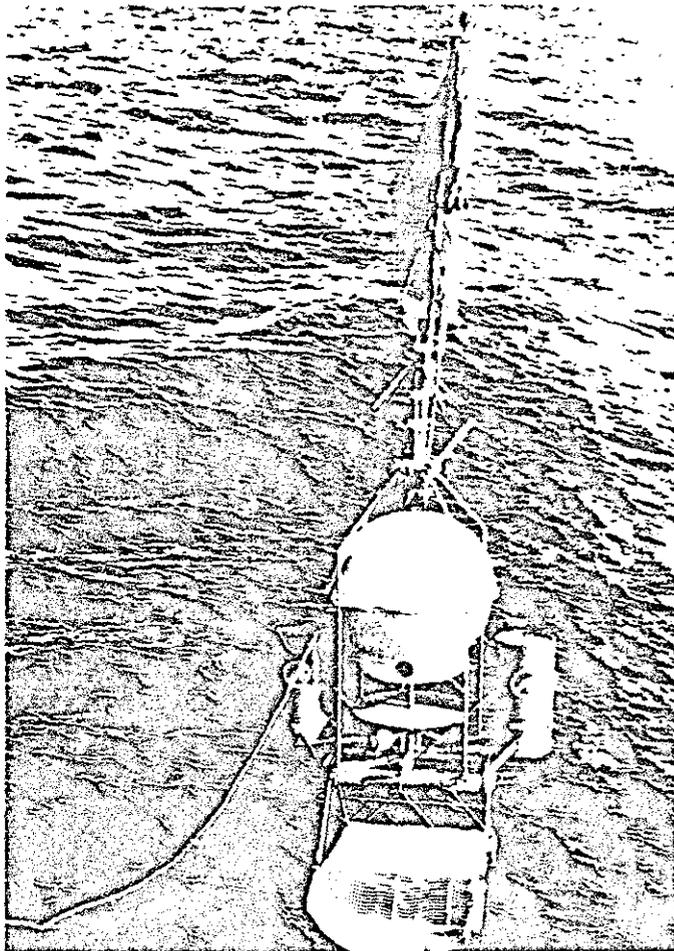
1. R/V Xiangyanghong 16



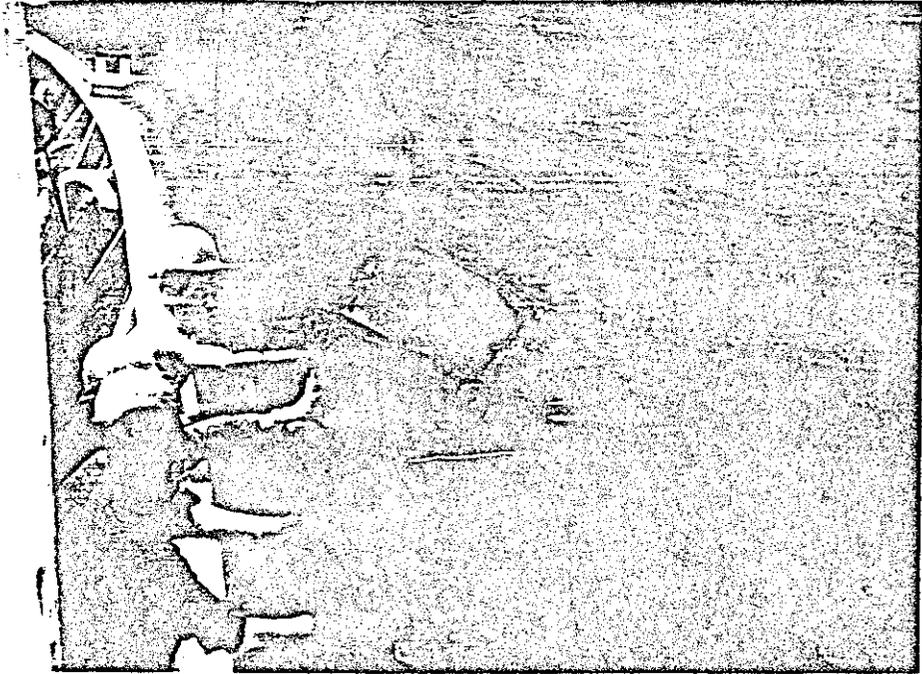
2. R/V Haiyang 4



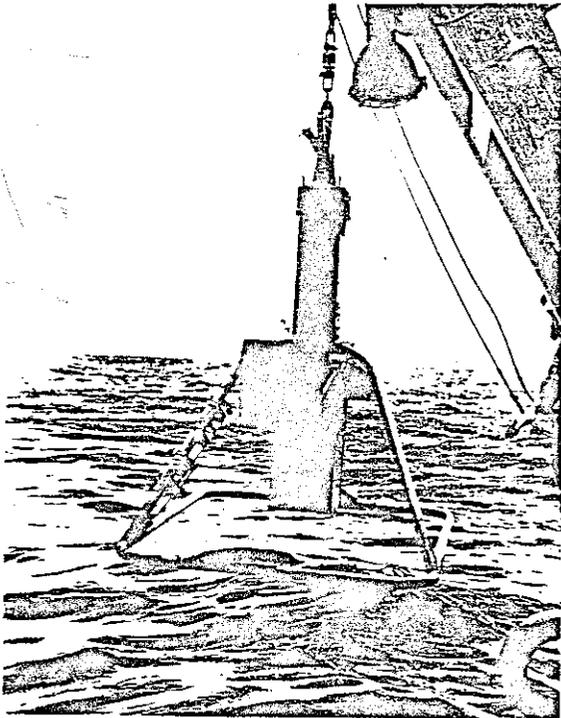
3. Sistema de navegación por satélite



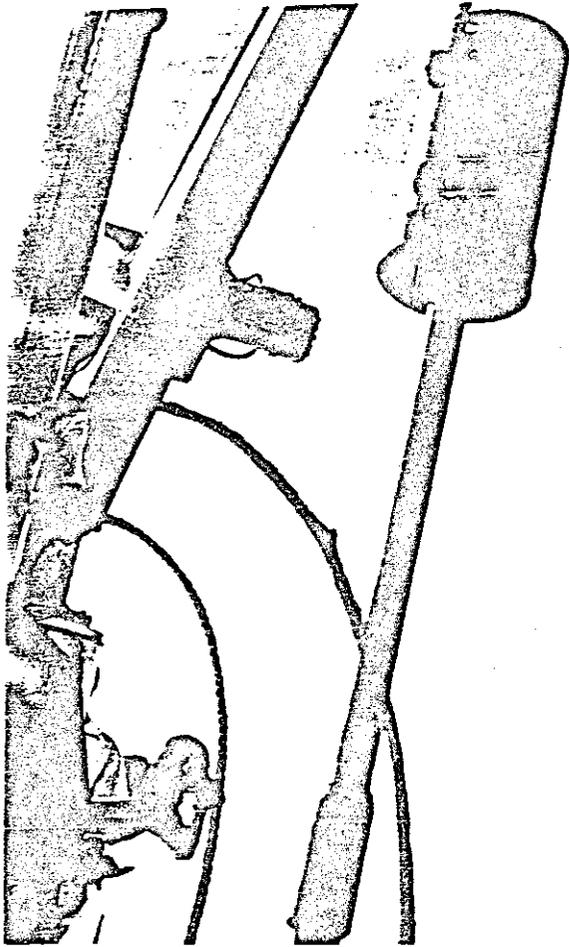
4. Mordaza "bumerán"



5. Mordaza Ocean 50 controlada por cable

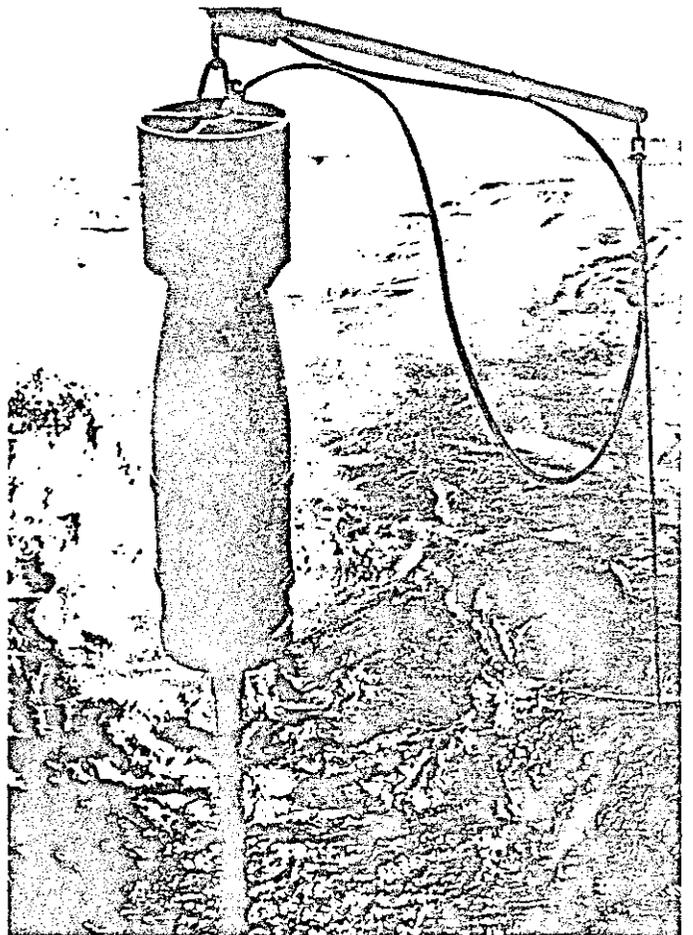


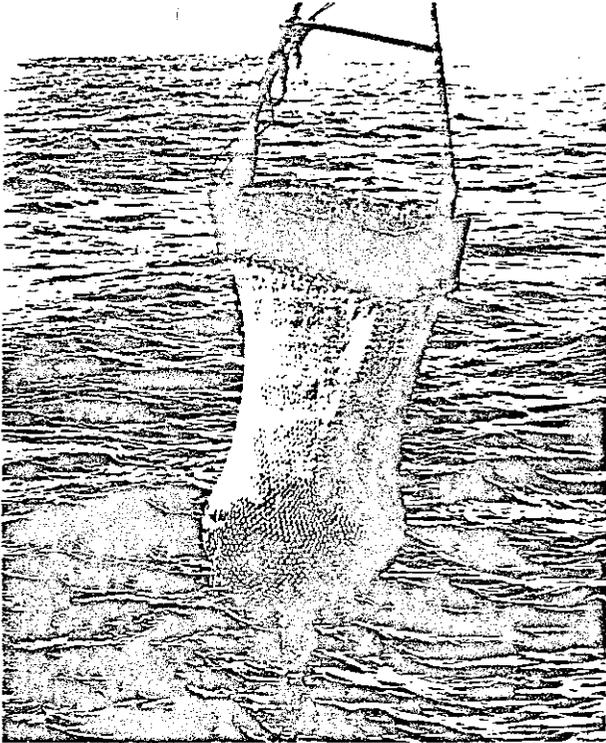
6. Caja sacatestigos



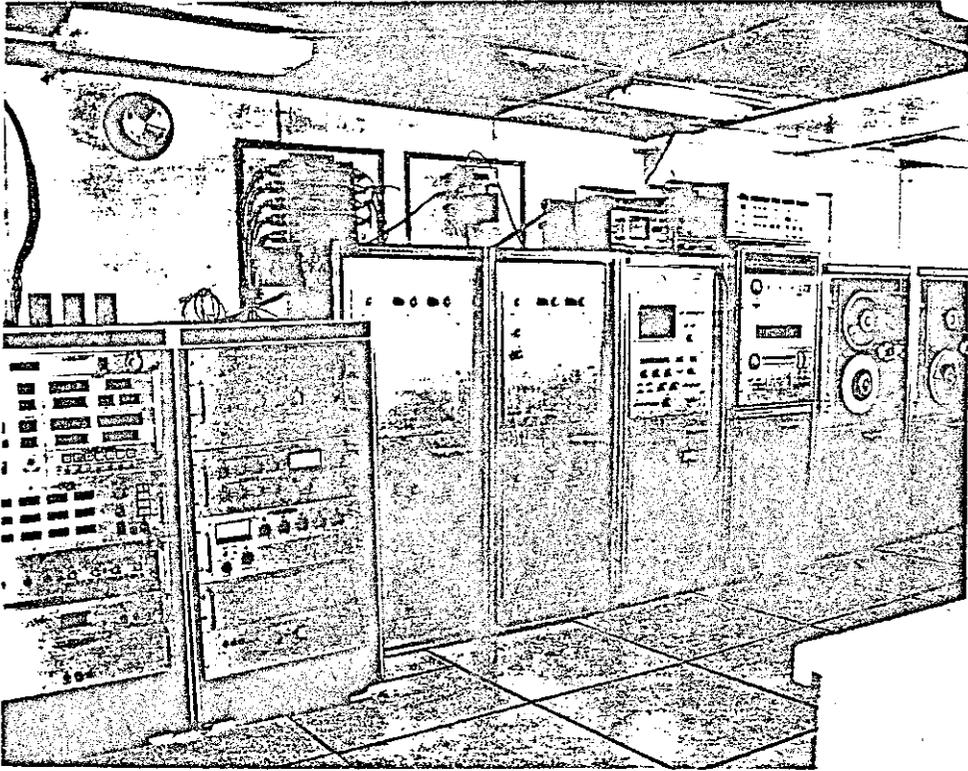
7. Sacatestigos "bumerán"

8. Sacatestigos de pistón

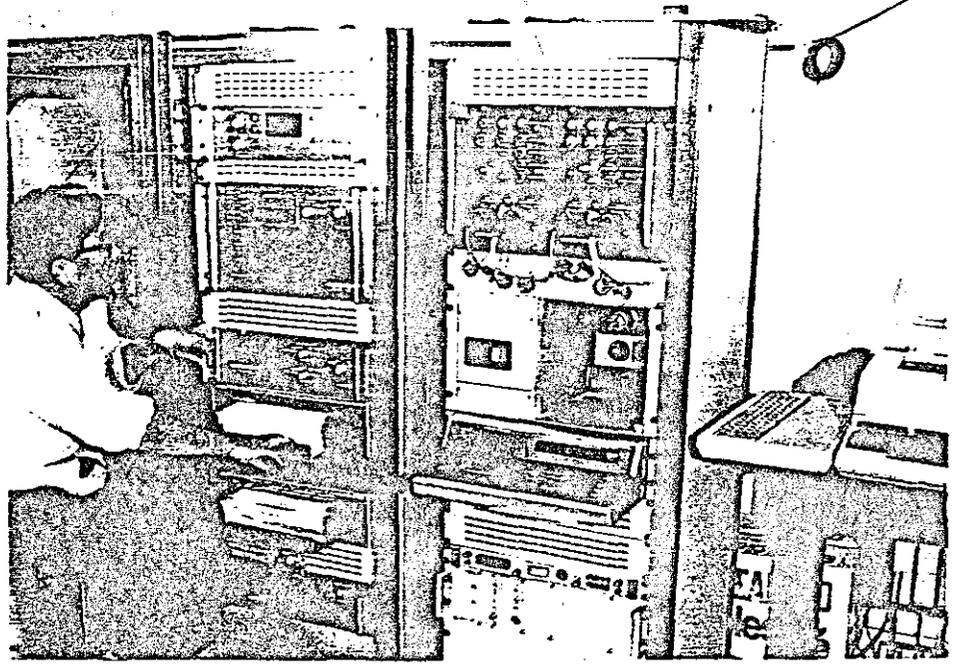




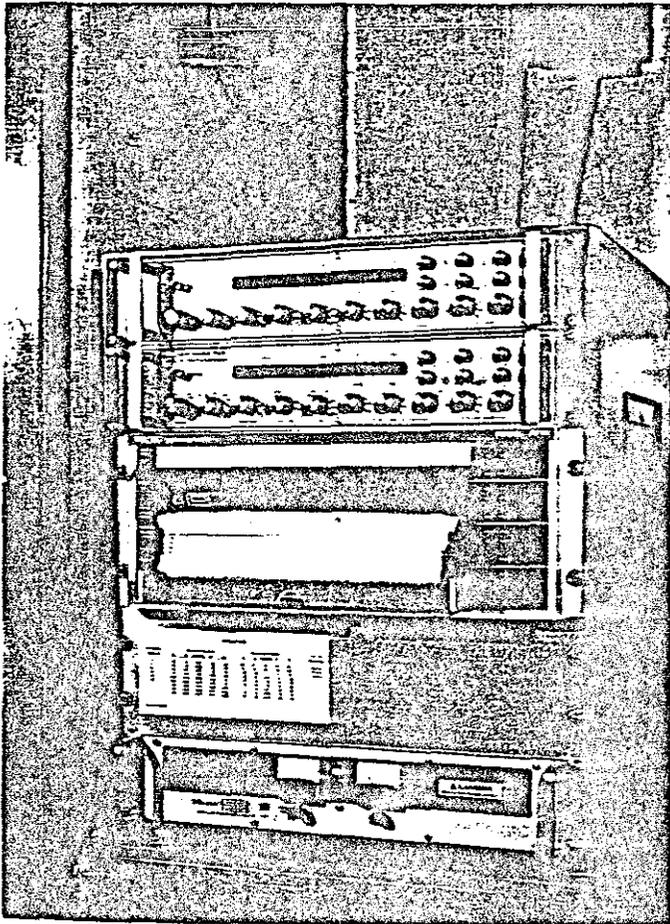
9.. Draga



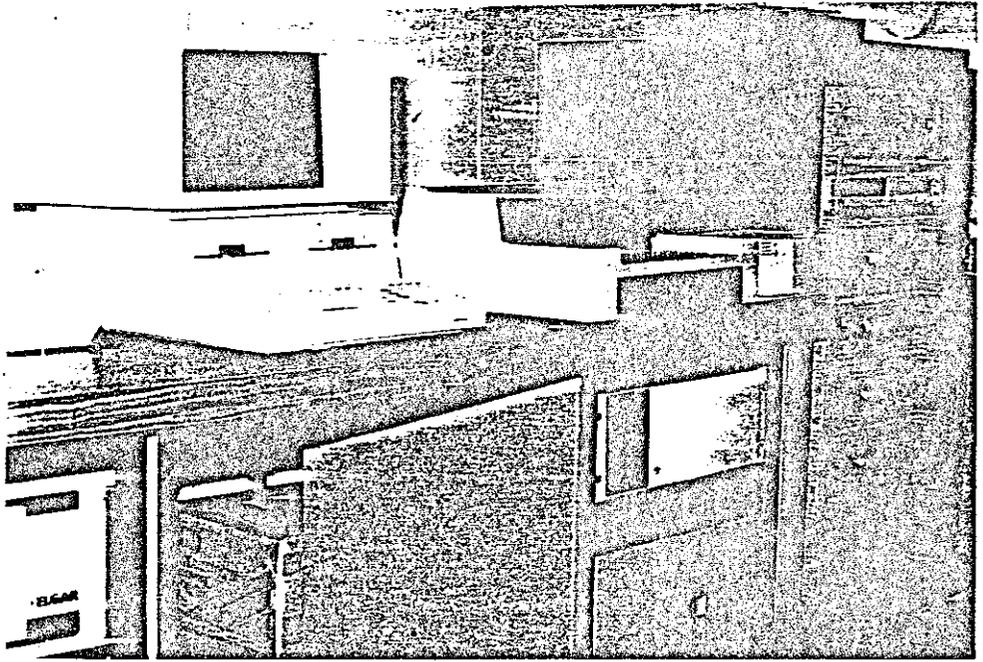
10. Sistema sísmico digital de
determinación de perfiles



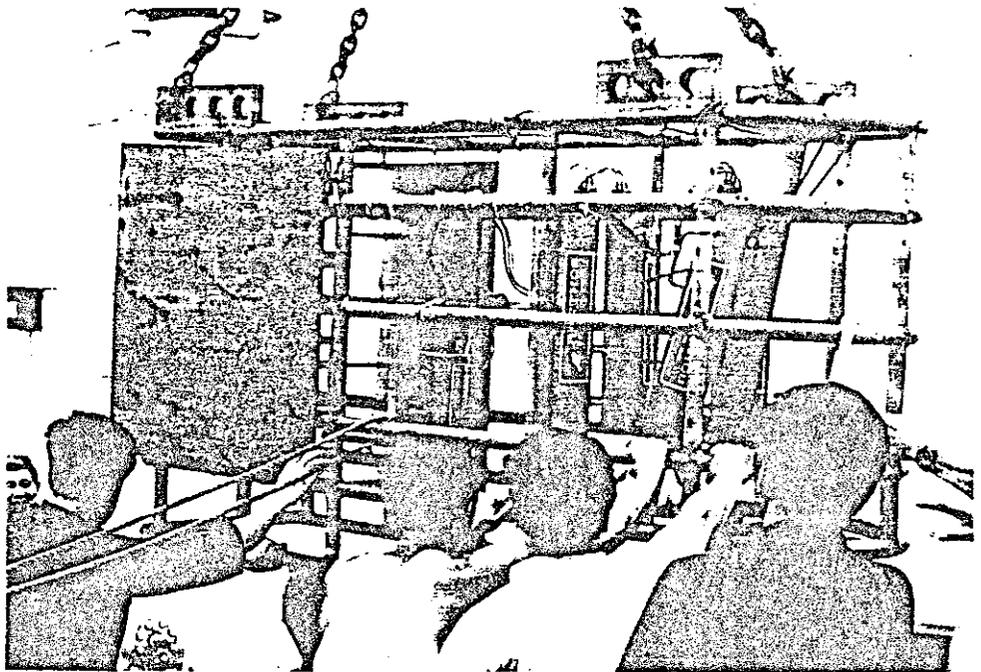
11. Gravímetro



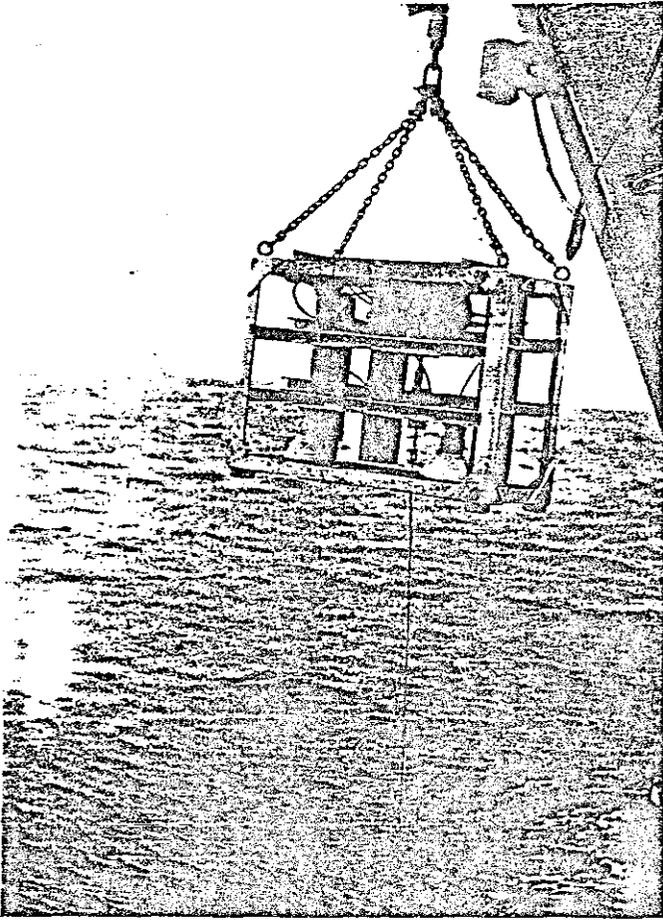
12. Climómetro magnético de protones



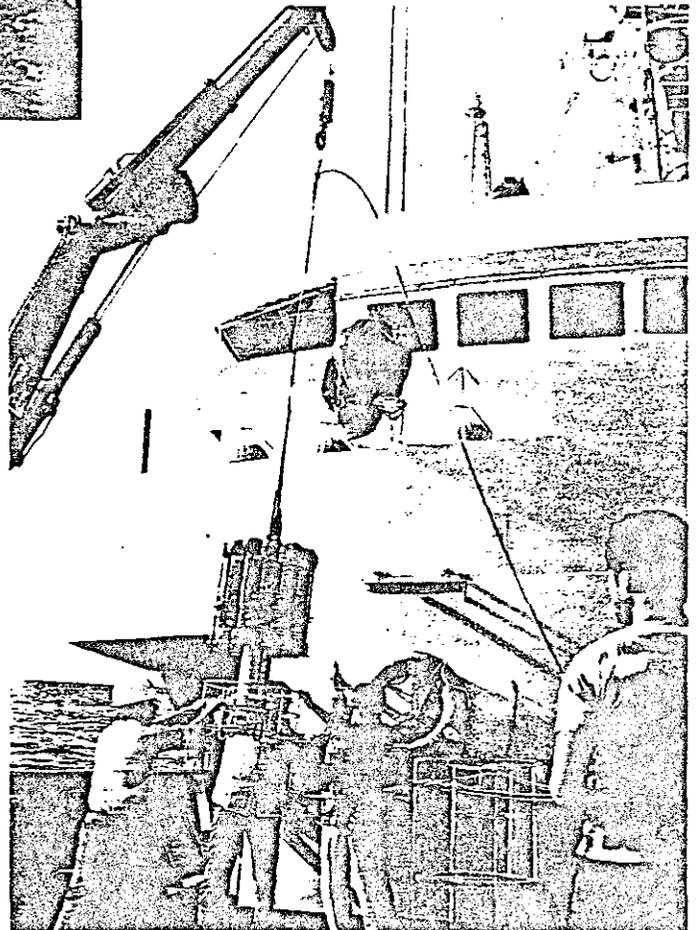
13. Sistema de sondeo acústico de multifrecuencia



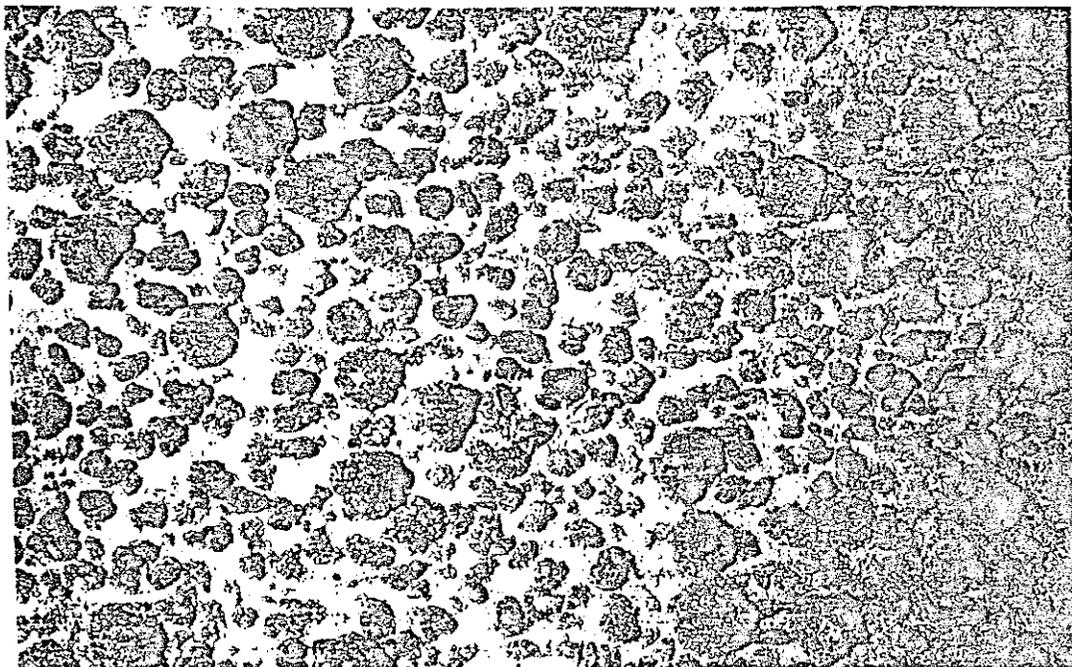
14. Cámara abisal modelo 377



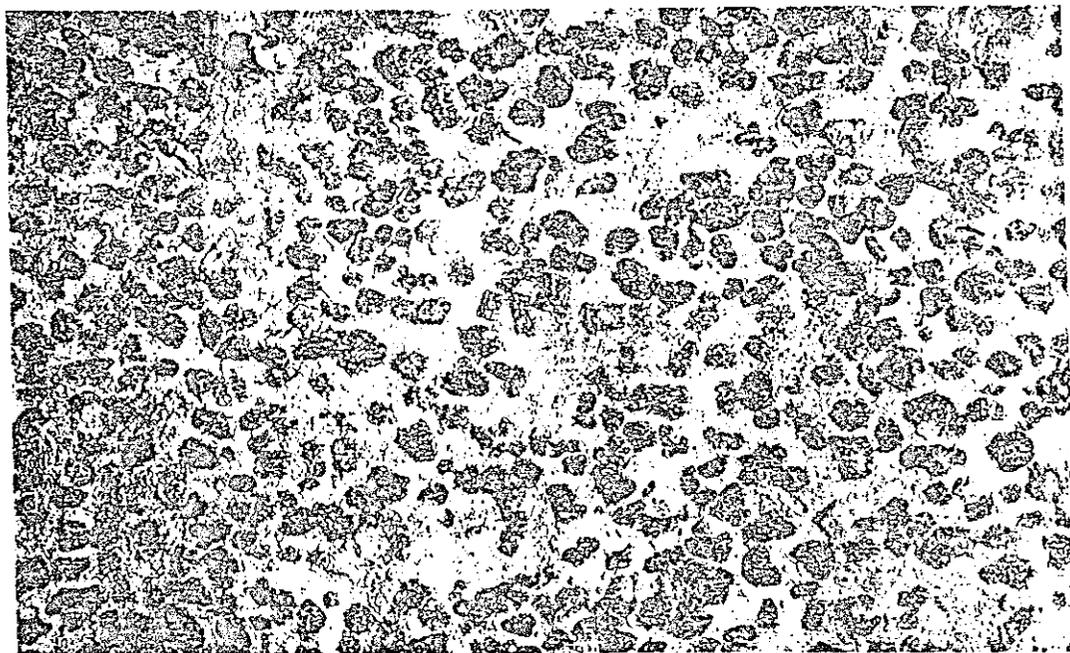
15. Cámara abisal modelo CI800



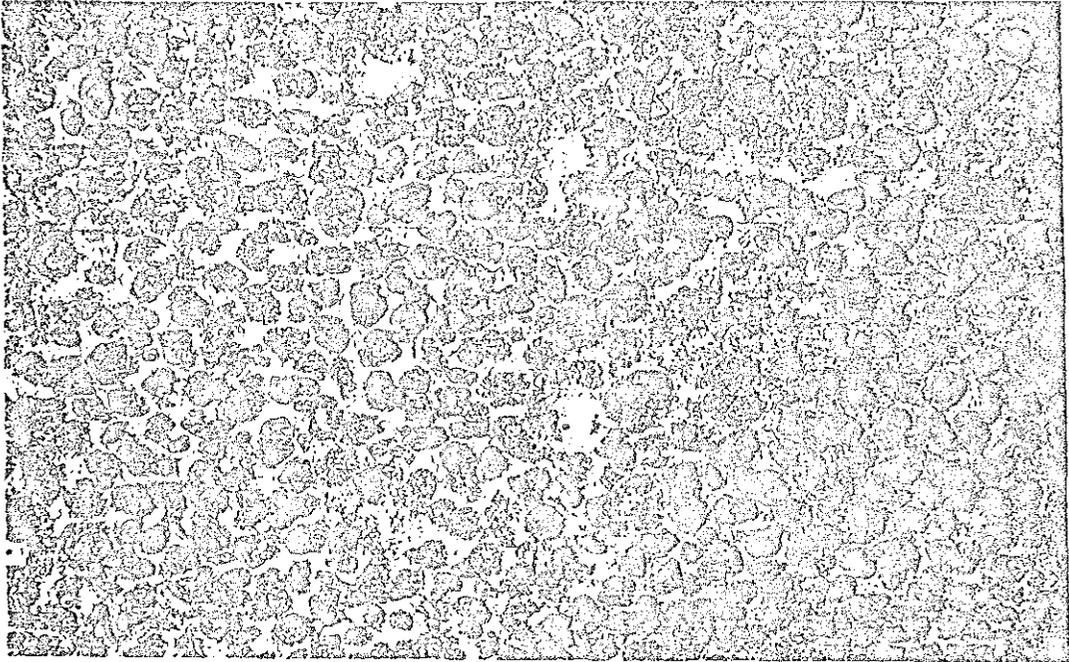
16. Sensor del sistema de medición de la salinidad, la temperatura y la profundidad



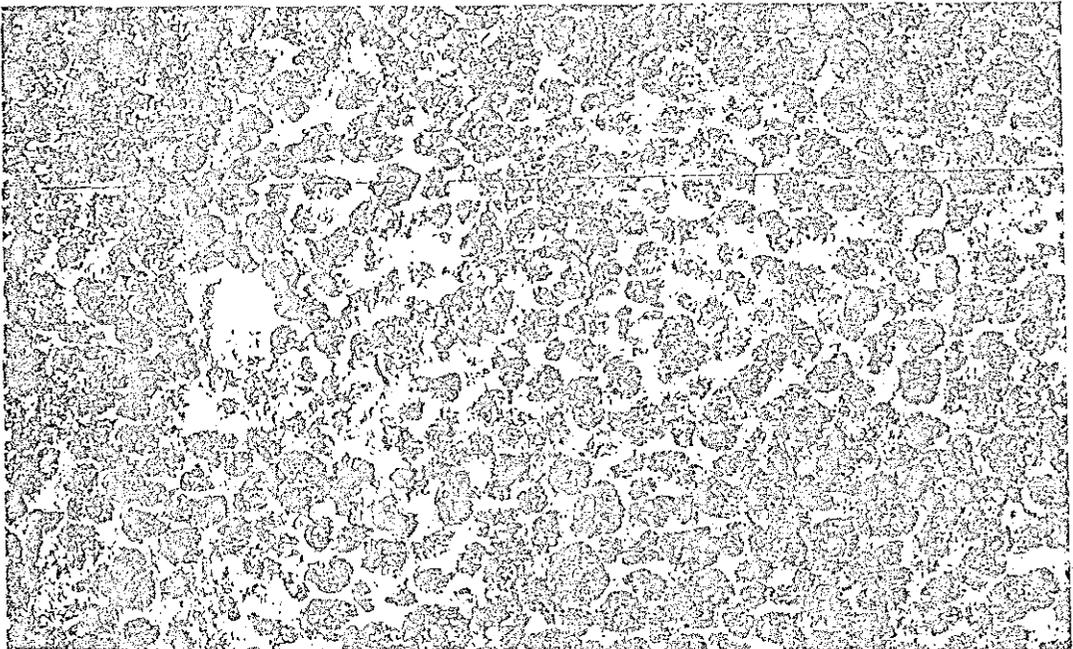
17. Fotografía de los nódulos en el fondo marino
(Estación No. 1624; cobertura: 61%;
profundidad del agua: 5.209 m)



18. Fotografía de los nódulos en el fondo marino
(Estación No. 1512; cobertura: 44%;
profundidad del agua: 5.291 m)



19. Fotografía de los nódulos en el fondo marino
(Estación No. 1578; cobertura: 74%;
profundidad del agua: 5.234 m)



20. Fotografía de los nódulos en el fondo marino
(Estación No. 1578; cobertura: 72%;
profundidad del agua: 5.234 m)