

LOS HIDRATOS DE GAS SUBMARINOS

Una esperanza energética y la contribución de la Armada para el futuro desarrollo del país.

*Mauricio Velásquez Reyes **

Introducción.

El presente trabajo, no pretende ser una descripción científica detallada respecto al tema en comento, si no más bien una explicación sucinta que permita comprender qué son los hidratos de gas, cómo se investigan actualmente, en qué pie se encuentra nuestro país y cuáles podrían ser las posibilidades para explotarlos en nuestro beneficio en un futuro próximo.

Por otra parte, se espera que pueda comprenderse una parte del aporte que realiza nuestra institución para la investigación científica oceanográfica, dentro del denominado "Vector Marítimo", contribuyendo al desarrollo del país.

Hidratos de gas. ¿Qué son?

Los Hidratos de Gas no son más que una mezcla de agua y gas (fundamentalmente metano) que se acumula en estado sólido, bajo ciertas condiciones de alta presión y baja temperatura. Se ha comprobado que existirían naturalmente sólo en 2 tipos de áreas o "hábitat"; la primera bajo tierra en latitudes extremas con bajas temperaturas como Siberia en Rusia y la segunda bajo el lecho del fondo marino en distintos lugares del orbe.

La composición de los Hidratos de Gas es simple y consiste en cierta cantidad de moléculas de gas, que son rodeadas por una malla de moléculas de agua. Aunque existen distintos tipos de gases que pueden llegar a conformar hidratos, se sabe que los más abundantes corresponden a los de metano.

Podríamos decir que un "trozo" de Hidrato de Gas es como un pedazo de hielo (normalmente posee un color similar), con una determinada concentración de gas en su interior (ver figura 1). Si este trozo de hidrato lo transportamos a condiciones ideales sobre la superficie de la tierra, es decir a unos 20° Celsius y 1 Atmósfera de presión, el volumen de gas se multiplica por 164, es decir, se ha comprobado que 1 m³ de Hidratos de Gas tomados del fondo marino, se transforman en 164 m³ de gas y 0,84 m³ de agua en la superficie. Para complementar lo anterior, hoy es posible afirmar con la información que está disponible, que las reservas energéticas por hidratos de gas en el subsuelo marino superarían en más del doble a todas las reservas de combustible derivado de fósiles existentes en la tierra (petróleo, carbón y el mismo gas natural, ver figura 2).

El primer descubrimiento documentado de los Hidratos de Gas fue hecho en laboratorio el año 1810 por Sir Humphrey Davy. Investigaciones de laboratorio posteriores (1920) pudieron determinar cuales eran sus principales características y, posteriormente en la década siguiente fueron descubiertas formaciones de hidratos que se producían dentro de tuberías que transportaban gas. Recién en los años 60 fueron descubiertos los primeros depósitos naturales de hidratos de gas en el norte de Rusia.

Un dato interesante es el saber cómo se determinó, inicialmente, la existencia de estos depósitos de gas no convencionales bajo el fondo marino. En rigor se debió casi a una casualidad, al descubrirse e intentar explicar el por qué en gráficas efectuadas mediante sistemas de medición de reflexión sísmica (que permiten representar una "imagen de lo que hay o cómo está conformada la tierra bajo el fondo marino") aparecía un doble fondo muy marcado, es decir como un "doble eco", normalmente paralelo al lecho marino real (ver figura 3). Con el tiempo logró determinarse que esto correspondía a la parte inferior de la capa de hidratos de gas y el "doble eco" se producía por el efecto que generaba a las ondas acústicas el hecho de pasar de una zona más rígida de hidratos ("hielo" y rocas) a una con

características muy disímiles o con baja rigidez. Al límite inferior de la capa de hidratos de gas se le llamó “Bottom Simulating Reflection” o B.S.R. (Reflexión Aparente del Fondo). Por otra parte, investigaciones más recientes han comprobado que, usualmente, bajo la capa de hidratos de gas, se encuentra gas metano en forma libre, el cual no fluye hacia la superficie al verse atrapado por la misma capa de hidratos.

Se han descubierto depósitos de hidratos de gas en distintas partes del orbe; sin embargo, los que han sido mayormente investigados se encuentran frente a las costas de Japón, Estados Unidos y Canadá.

Finalmente, se sabe hoy que los Hidratos de Gas no se requieren estudiar sólo como una posible reserva energética de importancia para la humanidad, si no también se han hecho estimaciones que podrían tener una estrecha relación con los cambios climáticos de la tierra. Para ello, sólo basta pensar qué pasaría si enormes cantidades de gas contenido en estos hidratos se liberara hacia la atmósfera, considerando que el efecto invernadero que es capaz de provocar el gas metano, es 3,7 veces más poderoso o efectivo¹ que el del CO₂.

Caso chileno. ¿Qué se ha investigado?

Hoy en día nuestro país ha pasado a ser pionero en el estudio de los Hidratos de Gas, al menos, en Sudamérica, debido al proyecto que se encuentra en ejecución, el cual es liderado por la Universidad Católica de Valparaíso, con la participación de la Universidad de Chile y de la Armada de Chile, a través de su Servicio Hidrográfico y Oceanográfico y el buque *Vidal Gormaz*; el proyecto mencionado es financiado, en parte, a través de CONICYT²-FONDEF³. Por otro lado, se ha contado con la participación de científicos de primer orden a nivel internacional, que han concurrido a los cruceros oceanográficos desarrollados a bordo del AGOR 60 *Vidal Gormaz* los años 2002 y 2003, aportando sus conocimientos y equipamiento científico de alta tecnología.

El proyecto tiene ciertos objetivos fundamentales, de los cuales el primero consiste en determinar y confirmar la presencia de Hidratos de Gas frente, al menos, a parte de nuestras costas, como también lograr cuantificarlos; por otra parte, se pretende determinar las implicancias medio ambientales que tendría su explotación y, finalmente, se intenta proponer un marco legal que sostenga una Política Nacional respecto a este posible recurso energético.

Para el caso chileno, dadas las restricciones que imponen el tiempo y los recursos disponibles, en conjunto con la gran extensión de costa existente, se determinó investigar la presencia de hidratos de gas en áreas que se encuentran cerca de los centros poblacionales más densos, es decir, frente a la costa entre la 5ª y 8ª Región (ver figura 4), lo que no significa que no haya o existan hidratos en otras zonas geográficas. Este criterio de elección tomó una serie de consideraciones; una de ellas se relaciona con la proximidad a los centros que poseerían una mayor demanda de recursos energéticos en el caso de una explotación comercial futura; por otra parte, también se privilegió la utilización de datos complementarios ya existentes del área mencionada, debido a que, cruceros anteriores realizados por buques oceanográficos extranjeros ya habían descubierto la presencia de hidratos de gas; finalmente se tomó en cuenta el hecho de requerirse una batimetría del fondo marino lo más detallada posible, exigencia fundamental de algunos de los experimentos a realizar. Esta batimetría estaba disponible en el área en comento, y fue mejorada en el primer crucero efectuado el año 2002, mediante la utilización de un ecosonda multihaz.

Proyecciones para una futura explotación comercial.

El hecho de que los Hidratos de Gas Submarinos se encuentren aún en proceso de investigación científica por parte de las principales potencias mundiales, permite la existencia de un campo abierto e inexplorado desde la perspectiva empresarial y estatal, debido al potencial que representa su posible explotación comercial. Lo anterior pareciera imponer a un estado como Chile, como un hecho

prioritario, el implementar una política nacional para continuar con su investigación, con la consiguiente asignación de recursos necesarios; como también, la necesidad de incentivar a la empresa privada a invertir en lo que, posiblemente, le otorgará grandes utilidades en un futuro, tal vez, relativamente cercano.

Para un país como el nuestro, colocarse a la vanguardia mundial en el estudio y la posible explotación comercial de los Hidratos de Gas, podría darle una "luz" de esperanza en la solución del problema energético que lo aqueja, por el hecho de tener que importar el 96% del petróleo que hoy consume,⁴ como también el Gas Natural que se utiliza en los centros más poblados.

Japón es uno de los países más interesados y avanzados en el estudio de los Hidratos de Gas, poseyendo depósitos cercanos a su costa, y que también le podrían significar una solución a un problema energético similar al de Chile. Por otra parte, recientemente Canadá realizó con éxito una experiencia de sacar Gas Metano de Hidratos de Gas Submarinos a superficie, desde una instalación tipo plataforma, en un proceso que consistiría en inyectar líquidos con altas temperaturas a la capa de Hidratos de Gas.⁵

Los estudios serios o investigaciones desarrollados para explotar comercialmente los Hidratos de Gas, a un precio que le permita competir con el metano que se extrae de los yacimientos terrestres, no son expuestos en fuentes abiertas y la información existente es aún muy pobre; sin embargo, como se mencionó, Canadá y Japón ya trabajan arduamente en este sentido, como también otra serie de países, fundamentalmente de los denominados "desarrollados", lo que concuerda con la asistencia de científicos a los cruceros de investigación desarrollados en Chile.

Algunos métodos de investigación científica.

Describiremos brevemente algunos métodos que se utilizan para determinar la existencia y, al mismo tiempo, intentar cuantificar la concentración o volumen de hidratos de gas existentes en un área dada (centrándonos principalmente en los usados en el crucero oceanográfico año 2003). Para el caso, cabe mencionar que nuestro país, debido al proyecto en desarrollo, se encuentra a la vanguardia mundial en la investigación de los hidratos de gas existentes en el subsuelo marino, lo que se potencia con fuerza gracias a los convenios y trabajo en equipo con científicos de Canadá, Japón, Estados Unidos, Dinamarca, Noruega y Alemania, entre otros.

- a. Adquisición de Datos de Reflexión Sísmica.
- b. Medición de Transiente Electromagnético.
- c. Medición de Flujo de Calor.
- d. Toma de Muestras del Fondo Marino.
- e. Toma de Muestras de la Columna de Agua.
- f. Perforaciones del Fondo Marino.
- g. Adquisición de Datos Batimétricos Mediante Ecosonda Multihaz.
- h. Gravimetría.

Perfil de Reflexión Sísmica.

Este método, utilizado fundamentalmente por la Geofísica, permite determinar las estructuras geológicas que existen bajo la superficie de la tierra sólida y, en nuestro caso, bajo el fondo marino. Para lograr lo anterior, se utilizan sistemas tipo arreglos remolcados, los cuales emiten ondas sísmicas (ondas sonoras de baja frecuencia), que son capaces de penetrar en la tierra y cuya reflexión (eco) es captada, registrada, filtrada y procesada permitiendo, finalmente, graficar, por ejemplo, capas, fallas y pliegues existentes bajo la superficie del fondo. Algunos sistemas permiten llegar a prospectar hasta profundidades de 20 kilómetros bajo el lecho oceánico y son utilizados, entre otras aplicaciones, para la búsqueda de depósitos de petróleo.

Para el caso de los cruceros de investigación efectuados en nuestro país, se han utilizado 2 variantes del método de reflexión sísmica.

Arreglo Remolcado (estándar): Este sistema, es el comúnmente utilizado en distintas partes del mundo; en el caso de prospección sísmica marina, está compuesto por una fuente emisora remolcada, la cual emite ondas acústicas entre, aproximadamente, 5 y 250 Hz y de un arreglo donde se encuentran los receptores (hidrófonos) que captan las ondas reflejadas. Estos equipos trabajan a unos 10 metros bajo la superficie del mar y fueron empleados en el primer crucero del proyecto sobre hidratos de gas, realizado el año 2002. En esa oportunidad este método fue traído a Chile y por científicos de la Universidad de Aarhus (Dinamarca). El trabajo efectuado con este equipo dio excelentes resultados, confirmándose la presencia de depósitos de hidratos de gas frente a nuestras costas al exponer claramente B.S.R. en algunos sectores prospectados.

*DTAGS (Deep Towed Acoustic Geophysical System)*⁶: Este equipo, único en el mundo y prototipo (figura 5) es, en principio, igual al arreglo remolcado estándar; sin embargo, es capaz de sumergirse hasta 6000 metros de profundidad y sus frecuencias de trabajo se pueden variar. Navega a unos 300 metros sobre el fondo marino, lo que le permite utilizar frecuencias mayores, entregando gráficas mucho más precisas. Cabe mencionar que este equipo lleva más de 30 años de desarrollo e investigación científica en los Estados Unidos y esta es la primera vez que se utiliza fuera de sus fronteras. El DTAGS trabaja con frecuencias que oscilan entre los 200 y 1000 Hz, arrastrando un arreglo de hidrófonos de 400 metros de longitud y puede entregar datos de hasta 200 metros bajo el fondo marino. Otro aspecto interesante es que los datos que entrega este equipo son recibidos y procesados en tiempo real en procesadores desmontables que se instalan a bordo, como se hizo en el *Vidal Gormaz* el año 2003.

- A) Cavidad resonante, a base de anillos de cerámica, que oscilan frecuencias regulables entre 200 y 1000 Hz.
- B) “Huevo Electrónico”: Soporta las presiones de hasta 6000 mts de profundidad, posee un computador y un banco de capacitores que excitan a la cavidad resonante.
- C) Cable de arreglo remolcado con boyantez neutra.
- D) Contiene sensores que miden la inclinación, proa magnética, profundidad y temperatura.
- E) Mufa o terminación de cable de remolque de tipo coaxial
- F) Transmisor acústico, usado para medir la profundidad a la que se encuentra el instrumento con los sonares o ecosondas del buque remolcador.

El DTAGS tiene un costo aproximado de 1 millón de dólares y pertenece al N.R.L. (Naval Research Laboratory), que a su vez depende de la O.N.R. (Office of Naval Research) de la Marina de los Estados Unidos. Este equipo fue traído y operado por un grupo de científicos pertenecientes a las instituciones antes mencionadas. El empleo del DTAGS requirió efectuar una serie de pruebas previas a bordo del *Vidal Gormaz*, con el fin de asegurar su correcta operación y transmisión de datos a los equipos instalados en laboratorios de la unidad.

Medición de Transiente Electromagnético.

Este sistema desarrollado por científicos canadienses, utiliza el concepto de determinar el tipo de material existente bajo la superficie de la tierra sólida, midiendo la resistividad del medio al paso de un pulso electromagnético. Para lograr lo anterior se emplea un equipo que debe ser depositado en el fondo marino, el cual se compone de dipolos transmisores y receptores, colocados a una distancia conocida en un arreglo remolcado; los dipolos emiten y reciben pulsos que se generan desde una unidad maestra instalada a bordo. Los pulsos recibidos se almacenan en memorias digitales para su posterior procesamiento en superficie.

Se conoce que los Hidratos de Gas poseen una resistividad eléctrica muy superior a otros elementos que normalmente se encuentran bajo la superficie del fondo marino, por lo que estas mediciones permiten comprobar su existencia y ayudan a determinar su concentración.

Este experimento fue utilizado en el crucero desarrollado a bordo del *Vidal Gormaz* el año 2003, siendo traído a Chile por científicos pertenecientes a la Universidad de Toronto; la maniobra consistió en remolcar sobre el fondo un arreglo de 400 metros de largo, precedido de un peso o lastre de 1000 Kgs., conectado a través de un cable coaxial al buque. Para materializar este experimento debió revisarse con ecosonda y en forma detallada la batimetría del fondo marino, con el fin de evitar que la maniobra se perdiese al trabarse en partes muy accidentadas, lográndose investigar sectores con profundidades de hasta más de 2000 metros.

Medición de Flujo de Calor.

El equipamiento para efectuar la medición de flujo de calor (Sonda de Flujo de Calor), fue traído y operado en nuestro país por científicos de la Universidad de Bremen Alemania. Fundamentalmente consiste en un “termómetro” que penetra 3 metros bajo el fondo del mar y envía los datos de temperatura que hay a lo largo del sensor en el lugar. Como fue antes mencionado, se requieren ciertas condiciones de presión y temperatura para que puedan existir Hidratos de Gas, por lo que esta medición es muy importante.

Para efectuar esta maniobra, se debe insertar esta sonda en el fondo marino, la cual está comunicada con el buque a través de un cable que permite la transmisión de la data de temperatura; sin embargo, se requiere que la plataforma que lo soporta se mantenga prácticamente en el punto exacto donde hace contacto con el fondo, con el fin de no perturbar la medición y evitar el daño de la sonda.

Toma de Muestras de Fondo Marino.

Esta toma de muestras del fondo marino se logra con la utilización de un instrumento denominado “Piston Core”, el cual se ocupa desde hace bastantes años en investigaciones oceanográficas en distintas partes del mundo. Particularmente fue traído para el crucero realizado el año 2003 por científicos norteamericanos provenientes de la ONR con sede en Washington D.C., y las muestras obtenidas fueron analizadas por científicos norteamericanos, japoneses y chilenos.

Particularmente el “Piston Core” permite obtener muestras de hasta 6 metros bajo el fondo, las cuales son analizadas en laboratorio, con el fin de detectar la presencia de gas metano y comprobar su origen, entre otras cosas.

El gas metano presente en forma de hidratos puede originarse de forma Biogénica, es decir, por actividad microbiana o bacterias que producen este gas como parte de su proceso de alimentación, como también puede generarse de manera Termogénica, es decir por la destrucción de materia orgánica o de moléculas más complejas que se degradan hasta llegar a moléculas más simples (metano o CH₄) debido a procesos físicos o químicos.

Normalmente los Hidratos de Gas de origen Biogénico se encuentran más cerca de la superficie del fondo del mar.

Toma de Muestras de la Columna de Agua.

Fundamentalmente se utiliza para lograr determinar la existencia de gas en la columna de agua, que pudiese provenir de depósitos existentes en el fondo y que estén liberando gas hacia la superficie, como se ha comprobado que ocurre circunstancialmente. Para ello se utiliza un instrumento

oceanográfico denominado Roseta, que obtiene muestras y mide algunos parámetros del agua de mar a distintas profundidades.

Perforaciones del fondo marino.

Es un método costoso, pero muy importante, pues permite determinar con certeza la existencia de hidratos de gas, como también facilita su cuantificación, al tomar muestras perforando a más de 1000 metros bajo el fondo marino. Existe en el mundo un programa denominado O.D.P.⁷ que cuenta con una unidad o plataforma denominada Joides Resolution (ver figura 11); el programa mencionado se encuentra en etapa terminal y está dando paso, a contar del presente año, a uno denominado I.O.D.P.,⁸ que es llevado adelante por una organización denominada "International Working Group" (I.W.G.) integrada por países como Estados Unidos, Japón, Francia, Canadá, Alemania, Reino Unido entre otros y cuya finalidad es el estudio científico del subsuelo marino a través del uso de plataformas como el Joides Resolution o el Chikyu cuya construcción finaliza actualmente en Japón. Estos buques son los que permiten tomar muestras perforando a grandes profundidades el fondo del mar.

Adquisición de Datos Batimétricos Mediante Ecosonda Multihaz.

Fundamentalmente se utilizó como método de apoyo, previo a la utilización de otro tipo de instrumental en las áreas de interés. Científicos de la universidad de Kiel (Alemania) instalaron un Ecosonda Multihaz de 35 Khz "Elac 1050", con un haz de ancho variable entre 10° y 135°, en el crucero efectuado a bordo del *Vidal Gormaz* el año 2002. El uso de este instrumento permitió efectuar un levantamiento batimétrico bastante exacto de los lugares de mayor interés para la investigación científica del proyecto.

Medición del Campo Gravitatorio de la Tierra.

Existe un instrumento denominado Gravímetro, el cual debe ser instalado en una plataforma estabilizada a bordo y que es capaz de medir los cambios en la aceleración de gravedad, que son producto de las variaciones de densidad de las rocas y sedimentos bajo el fondo marino. Este instrumento se instaló y operó en el *Vidal Gormaz* en el crucero efectuado el año 2002, por científicos pertenecientes a la universidad noruega de "Bergen".

Conclusiones.

1. Los Hidratos de Gas Submarinos, ya sea por su posible uso como fuente energética, como por los efectos que pudiesen tener sobre el clima de nuestro planeta, han acaparado un gran interés de la comunidad científica de las principales potencias mundiales. La mayoría de estos países se hicieron presentes, con participación de sus científicos y equipamiento, en los cruceros de investigación desarrollados en Chile
2. Dado el problema energético que tiene Chile, en relación a la dependencia externa respecto al petróleo y el gas natural, los Hidratos de Gas abren una posibilidad cierta de adquirir, a un futuro medio, cierta independencia energética y capacidad de extraer gas desde los Hidratos Submarinos, que permita abastecer a los centros más poblados del país.
3. Chile posee grandes reservas de Hidratos de Gas frente a sus costas, que requieren ser estudiadas a cabalidad, por lo que se requiere inversión, tanto privada como estatal, con el fin de financiar estos estudios, como por ejemplo el altísimo costo de una unidad científica como el Joides Resolution.
4. No es descartable y tal vez sería de suma importancia, que como política de estado, se pudiese firmar una alianza de cooperación tecnológica especial, con actuales socios comerciales como Canadá o la Comunidad Europea, que permita avanzar en el estudio de técnicas de explotación de los Hidratos de Gas Submarinos, con la creación de una comisión permanente y una

inversión de recursos adecuada. Lo anterior podría poner a nuestro país, a la vanguardia mundial en este aspecto.

5. La importancia del tema energético para el desarrollo del país, le impone al Estado de Chile el preocuparse de desarrollar una política nacional respecto al tema en comento, para una posible explotación racional, que sea compatible con las exigencias medio ambientales actuales.
6. La Armada de Chile, a través de su Servicio Hidrográfico y Oceanográfico, como de su unidad AGOR *Vidal Gormaz*, ha contribuido en forma fundamental en la materialización de los cruceros de investigación que se han desarrollado en el país, lo que potencia y se enmarca dentro del denominado "vector marítimo". Lo anterior ha permitido un trabajo conjunto con universidades del país, como con la comunidad científica internacional, permitiendo dar a conocer nuestra institución en este ámbito.

BIBLIOGRAFÍA

- “The assessment of marine gas hydrates through electrical remote sounding: Hydrate without of B.S.R. ?”, J. Yuan and R.N. Edwards, *Geophysical Research letters*, Vol 27, No 16, pages 2397-2400, August 15, 2000.
- “Electromagnetic Assessment of Offshore Methane Hydrate Deposit on the Northern Cascadia Margin”, Jian Yuan, A thesis submitted in conformity with the requirements of the degree of Doctor of Philosophy Graduate Department of Physics University of Toronto, Canada.
- “On the resource evaluation of marine gas hydrate deposit using sea-floor transient electric dipole-dipole methods”, R. Nigel Edwards, Department of Physics, U. of Toronto, *Geophysics*, Vol 62, No 1, pages 63-74, 10 Figs, 2 Tables, January-February 1997.
- "New Developments in Deep-Towed Seismic Acquisition", W. T. Wood and J. F. Gettrust, U. S. Naval Research Laboratory.
- "El gas "Helado Inflamable": el futuro de la investigación de los fondos marinos para la próxima década", Dr. Luis Somoza, Investigador de Geología Marina, Instituto Geológico y Minero de España (IGME, ex ITGE), http://tierra.rediris.es/TASYO/gases_hidratados.htm
- "Gas (Methane) Hydrates -- A New Frontier", Dr. William Dillon, U.S. Geological Survey, Marine and Coastal Geology Program, <http://marine.usgs.gov/fact-sheets/gas-hydrates/title.html>. 1992.
- "Gas hydrates on the brink", Ingo A. Pecher, Institute of Geological and Nuclear Sciences Ltd Wellington, New Zealand. *NATURE/VOL 420/ 12 Dic 2002*, [|www.nature.com/nature](http://www.nature.com/nature)
- Página Web de "Empresa Nacional de Petróleos", <http://www.enap.cl> jul 2003.
- Página Web de "Integrated Ocean Drilling Program" (Programa Integrado de Perforaciones Oceánicas) www.iodp.org, actualizada al 11 de septiembre de 2003.
- Página Web de "Ocean Drilling Program" (Programa Integrado de Perforaciones Oceánicas) www.oceandrilling.org, última corrección octubre 31 de 2002.

* * *

* Capitán de Corbeta. Oficial de Estado Mayor.

1. Ingo A. Pecher, "Gas hydrates on the brink", *Revista Nature/Vol. 420/12 Dic. 2002*, pág. 623.
2. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.
3. Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico.

4. <http://www.enap.cl/framearea.asp?cod=5>, Julio 2003
5. Información entregada verbalmente durante el crucero a bordo del AGOR V. *Gormaz* "Hidratos de Gas año 2003", por el Dr. Ryo Matsumoto, Profesor de Geología de la Universidad de Tokyo, Japón y asesor del Gobierno Japonés, quien asistió a las pruebas efectuadas en Canadá que se mencionan.
6. Sistema Geofísico Remolcado Acústico de Profundidad.
7. Ocean Drilling Program (Programa de Perforaciones Oceánicas).
8. Integrated Ocean Drilling Program (Programa Integrado de Perforaciones Oceánicas).