



NACIONES  
UNIDAS  
NUEVA YORK



PROGRAMA DE LAS  
NACIONES UNIDAS PARA  
EL MEDIO AMBIENTE  
NAIROBI



ORGANIZACION DE  
LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACION  
ROMA



ORGANIZACION DE  
LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA EDUCACION,  
LA CIENCIA Y LA CULTURA  
PARIS



UNESCO

COMISION  
OCEANOGRAFICA  
INTERGUBERNAMENTAL



ORGANIZACION  
MUNDIAL DE LA SALUD  
GINEBRA



ORGANIZACION  
METEOROLOGICA  
MUNDIAL  
GINEBRA



ORGANIZACION  
MARITIMA  
INTERNACIONAL  
LONDRES



ORGANISMO  
INTERNACIONAL DE  
ENERGIA ATOMICA  
VIENA

**Grupo Mixto de Expertos OMI/FAO/UNESCO-COI/  
OMM/OMS/OIEA/NACIONES UNIDAS/PNUMA  
sobre los Aspectos Científicos de la Protección del  
Medio Marino (GESAMP)**

# **Informe del 27° período de sesiones del GESAMP**

**Nairobi, Kenya,  
14-18 abril de 1997**



Grupo Mixto de Expertos  
OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/OIEA/NACIONES UNIDAS/PNUMA  
sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP)

**INFORME DEL 27° PERIODO DE SESIONES**

**Nairobi, Kenya, 14-18 abril de 1997**



ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION  
Roma, 1997

## NOTAS

1. El Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino es un órgano de asesoramiento formado por expertos especializados designados por los organismos patrocinadores (OMI, FAO, Unesco-COI, OMM, OMS, OIEA, Naciones Unidas, PNUMA). Su tarea principal es facilitar asesoramiento científico acerca de los problemas de la contaminación del mar a los organismos patrocinadores.
2. El presente informe puede obtenerse de cualquiera de los organismos patrocinadores en los idiomas español, francés, inglés y ruso.
3. En el presente informe se exponen las opiniones expresadas por los expertos a título individual, que no coinciden necesariamente con las opiniones de los organismos patrocinadores.
4. Cualquiera de los organismos patrocinadores puede conceder autorización para que el informe sea reproducido en su totalidad o en parte en publicaciones por cualquier persona no perteneciente a uno de los organismos patrocinadores del GESAMP o cualquier organización no patrocinadora del GESAMP, siempre que se haga constar la fuente y la reserva indicada en el párrafo 3 precedente.

ISSN 1020-6388

ISBN 92-5-304017-3

© Naciones Unidas, PNUMA, FAO, UNESCO, OMS, OMM, OMI, OIEA, 1997

Para fines bibliográficos este documento debe ser citado como sigue:

GESAMP (Grupo Mixto de Expertos OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/OIEA/Naciones Unidas/PNUMA sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino). 1997. Informe del vigésimo-séptimo período de sesiones, Nairobi, Kenya, 14-18 de abril de 1997. Inf.Estud.GESAMP, (63):55 p.

**INDICE**

	<b>Página</b>	
<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Informe del Secretario Administrativo</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Evaluación de los peligros de las sustancias perjudiciales transportadas por buques</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Efectos de la acuicultura costera sobre el medio ambiente</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Almacenamiento del CO<sub>2</sub> en el mar profundo</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Evaluación del estado del medio marino</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>Cuestiones que suscitan especial preocupación por la degradación del medio ambiente marino</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Futuro programa de trabajo</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Otros asuntos</b>	<b>13</b>
<b>10</b>	<b>Fecha y lugar del próximo período de sesiones</b>	<b>15</b>
<b>11</b>	<b>Elección de la presidencia</b>	<b>15</b>
<b>12</b>	<b>Examen y aprobación del informe del vigésimo séptimo período de sesiones</b>	<b>15</b>
<b>Anexo I</b>	<b>Agenda</b>	<b>16</b>
<b>Anexo II</b>	<b>Lista de documentos</b>	<b>17</b>
<b>Anexo III</b>	<b>Lista de participantes</b>	<b>18</b>
<b>Anexo IV</b>	<b>Revisión del sistema del GESAMP de evaluación de riesgos</b>	<b>23</b>
<b>Anexo V</b>	<b>Orientaciones para uso inocuo y eficaz de productos químicos en la acuicultura costera</b>	<b>32</b>
<b>Anexo VI</b>	<b>Almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el mar profundo</b>	<b>35</b>
<b>Anexo VII</b>	<b>Fuentes y actividades terrestres que afectan a la calidad y a los usos del medio ambiental marino, costero y del agua dulce</b>	<b>51</b>
<b>Anexo VIII</b>	<b>Informe sobre el estado del medio ambiente marino: una posible estructura/enfoque</b>	<b>54</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

### I. Evaluación de los peligros de las sustancias perjudiciales transportadas por buques (Grupo de Trabajo 1)

*Se están evaluando e incorporando a la lista más productos químicos peligrosos.*

- El GESAMP ha revisado sus criterios de evaluación aplicables a los productos químicos peligrosos.
- Se pondrán a disposición de los Estados Miembros del Programa del PNUMA de Mares Regionales copias de la próxima edición de la Lista refundida de la Organización Marítima Internacional, que contiene 2 500 perfiles de peligrosidad de sustancias que son transportadas por mar.

### II. Efectos de la acuicultura costera en el medio ambiente (Grupo de Trabajo 31)

*Al crecer la industria de la acuicultura, también va en aumento la utilización de productos químicos*

- Cabe incluir a los siguientes entre los productos empleados en la acuicultura costera: agentes antibacterianos, aditivos para piensos, hormonas, plaguicidas, tratamientos para suelos y aguas.
- Se están utilizando actualmente en acuicultura productos químicos originalmente desarrollados para su empleo en cultivos de productos alimenticios y producción pecuaria.
- Se ha preparado una sinopsis de conjunto acerca de la utilización de productos químicos con el objetivo de proteger el medio ambiente costero y sus recursos vivos, la salud humana y la sostenibilidad del sector acuícola.
- Aunque tenga como objetivo el potenciamiento de la acuicultura costera, la utilización de productos químicos puede llegar a causar problemas. Como ejemplos cabe señalar: dificultades en el tratamiento de efluvios; dificultades comerciales derivadas de programas de seguimiento y aplicación de normas en materia de residuos de medicamentos; pérdida potencial de eficacia debido a la utilización profiláctica de antibacterianos; y carencia de alternativas a la utilización de la quimioterapia.
- Resultan complicadas la evaluación y cuantificación del riesgo asociado a los productos químicos utilizados en la acuicultura, debido a la carencia de datos cuantitativos acerca de su utilización, así como a la falta de datos obtenidos sobre el terreno. Los datos disponibles se refieren primordialmente a las regiones templadas, con escasa información sobre las zonas tropicales.
- La mayoría de los países disponen de pocos datos o de ninguno acerca de la cantidad de productos químicos utilizados en la acuicultura dentro de sus fronteras; además, la información proveniente de regiones templadas podría no ser aplicable en latitudes inferiores.
- Debido a que algunos productos químicos son esenciales para las actividades acuícolas, deben establecerse mecanismos reguladores y llevarse a cabo tareas de seguimiento. Los gobiernos, la comunidad científica y las empresas farmacéuticas todos tienen una función que realizar en estos esfuerzos.

### III. Almacenamiento del dióxido de carbono en el mar profundo

*Puede ser sensible a las emisiones de CO<sub>2</sub>, procedentes de fuentes antropogénicas, el equilibrio entre la atmósfera y los mares.*

*¿ Puede inyectarse CO<sub>2</sub> derivado de combustibles fósiles en el mar profundo como manera de contrarrestar los efectos del calentamiento mundial ? Para analizar esta posibilidad, deben considerarse los siguientes factores:*

- La posibilidad práctica de capturar una gran proporción de las emisiones futuras de dióxido de carbono procedentes de la generación eléctrica obtenida con combustibles fósiles y de su descarga en el mar profundo.
- Las limitaciones técnicas y científicas.
- Los impedimentos legales.
- Las preocupaciones sociales y políticas.
- Los beneficios totales frente a los costes totales (económicos y medioambientales).

#### **IV. Estudio del estado del medio ambiente marino (Grupo de Trabajo 26)**

*Se están realizando evaluaciones periódicas del estado de los medios costeros y marinos. Se hace hincapié en los efectos de los seres humanos sobre las aguas costeras y marinas y las amenazas que suponen.*

- Constituye una actividad inicial el Informe sobre Fuentes y Actividades realizadas en tierra que afectan a la Calidad y Usos del Medio Ambiente Marino, Costero y Asociado de Agua Dulce, que estará listo para 1999. Este informe contribuirá a la aplicación del Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra, para el cual el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente actúa de Secretaría.
- El GESAMP preparará informes sobre "El Estado del medio ambiente marino" cada década.
- Se está preparando una evaluación completa, integrada y global de las aguas de carácter internacional (GIWA), que comprende los problemas de cuencas de agua dulce, sus sistemas costeros asociados y los mares mundiales. Se están explorando las posibilidades de colaboración entre el GESAMP y la GIWA y se está creando un grupo de acción conjunto GESAMP/GIWA.

#### **V. Asuntos significativos referentes a la degradación del medio ambiente marino**

- Los avances tecnológicos permiten en la actualidad unos sondeos y perforaciones a mucha más profundidad de lo que era posible antes para la obtención de petróleo y gas natural en los mares. De resultas de ello, la contaminación y polución derivadas de dichas actividades pueden afectar a grandes áreas mar adentro y a sus ecosistemas.
- Cambios en la Convención de Londres y en la gestión de desechos. La prohibición del vertido de muchos tipos de residuos en el mar desde barcos y barcasas puede tener consecuencias no previstas. Tenemos un ejemplo en el incremento de los residuos vertidos a través de tuberías y ríos, afectando así negativamente a las zonas costeras. También puede haber más contaminación de origen terrestre.
- Entre las cuestiones importantes referentes a las pesquerías está la pesca excesiva, la remoción de la biomasa, los impactos físicos de la pesca, la captura accidental de otras especies, nuevas pesquerías y el impacto de las mismas sobre la integridad del ecosistema. Existe una clara necesidad de mejorar la ciencia de seguimiento de las pesquerías.
- Sedimentos marinos contaminados. Entre las opciones para poner remedio a esto cabe mencionar su cobertura con una capa de material limpio y su remoción y aislamiento en otro lugar. Se necesita orientación acerca del remedio más apropiado y criterios de evaluación cómo la efectividad y los costes y beneficios en su conjunto (incluyendo el mejor beneficio neto para la protección del medio ambiente).
- Se precisa una evaluación crítica del concepto de Grandes Ecosistemas Marinos (GEM), incluyendo un estudio de las bases científicas de los mismos y de su utilización como instrumento de ordenación.





## **1. INTRODUCCION**

1.1 El Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP) celebró su 27º período de sesiones en la sede del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Nairobi, Kenya, bajo la presidencia de la señora H. Yap. El señor P. Wells actuó de Vicepresidente.

### **Apertura del período de sesiones**

1.2 El Presidente declaró abierto el 27º período de sesiones del GESAMP a las 09.30 h.

1.3 El Sr. J. E. Illueca, Director Ejecutivo Auxiliar del PNUMA, dio la bienvenida a los participantes en nombre del Director Ejecutivo del PNUMA señaló la importancia de las tareas realizadas por el Grupo de Trabajo del GESAMP sobre evaluaciones del medio ambiente marino (MAM), en especial las relacionadas con la aplicación del Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra, para el cual el PNUMA sirve de Secretaría.

### **Aprobación del Programa**

1.4 En el Anexo I figura el Programa provisional que fue aprobado por los participantes como orden del día para el período de sesiones. En el Anexo II aparece la lista de documentos examinados durante el período de sesiones, para cada punto del orden del día. En el Anexo III figura la lista de participantes.

## **2. INFORME DEL SECRETARIO ADMINISTRATIVO**

2.1 El Secretario Administrativo del GESAMP hizo especial hincapié en las peticiones hechas por algunos países en el sentido de que el Director Ejecutivo Auxiliar de PNUMA examinara, en cooperación con los Directores de las otras organizaciones patrocinadoras del GESAMP, en qué forma este último podría contribuir más eficazmente a la tarea de llevar a cabo el próximo estudio periódico sobre el estado del medio marino. El Secretario Administrativo también expresó su preocupación por que los recursos financieros de las organizaciones patrocinadoras del GESAMP se están reduciendo continuamente, lo que afecta seriamente al trabajo del GESAMP.

2.2 En respuesta a las solicitudes de que las organizaciones patrocinadoras del GESAMP revisen el *modus operandi* del grupo, con vistas a proporcionar oportunidades para el diálogo con entidades intergubernamentales, el Secretario Administrativo del GESAMP dijo que las organizaciones patrocinadoras deberían presentar los resultados y estudios del GESAMP en las reuniones de sus comités. Análogamente, las alegaciones de los Gobiernos referentes a las actividades del GESAMP deberían ser dirigidas y tratadas por las organizaciones patrocinadoras del GESAMP. Desde esta perspectiva, no parece que exista necesidad alguna de cambiar el reglamento interno del GESAMP.

## **3. EVALUACION DE LOS PELIGROS DE LAS SUBSTANCIAS PERJUDICIALES TRANSPORTADAS POR BUQUES (Grupo de Trabajo 1)**

3.1 Tras una breve introducción realizada por el Secretario Técnico de la OMI para el GESAMP, el Sr. P. Wells (Presidente del Grupo de Trabajo) presentó un informe sobre los progresos conseguidos durante los períodos de sesiones 32º y 33º del Grupo de Trabajo, señalando el número continuo de productos químicos que habían sido evaluados o estudiados, previa solicitud de la industria y de los gobiernos; informó acerca del estudio sobre el sistema del GESAMP de evaluación de riesgos, que ya está completo. El nuevo sistema se basa en un número de criterios más amplio, ordenado por columnas, con el fin de proporcionar datos de fácil acceso a la OMI y a otras entidades (Ver anexo IV acerca de los sistemas de evaluación de riesgo revisados).

3.2 Se destacó que, tras 25 años de funcionamiento, la OMI solicitó una revisión, con el fin de considerar los modernos descubrimientos de la ciencia medioambiental (p.ej. la biodegradación). También se tenía conciencia de que, en virtud del Capítulo 19 del Programa 21, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) estableció un centro de intercambio de información para la armonización

mundial de sistemas de clasificación de productos químicos, entre ellos las "sustancias peligrosas para el medio ambiente", y que debería prestarse apoyo a una estrecha colaboración con la OCDE.

3.3 Tras una serie de reuniones del Grupo de Trabajo con la OCDE, últimamente se ha logrado un avance considerable en el desarrollo de un sistema de clasificación básica y se espera llegar a una propuesta definitiva para principios de 1998. Consciente de la importancia de una armonización a nivel mundial, el Grupo de Trabajo ha procurado tener en cuenta el mayor número posible de criterios de la OCDE al diseñar procedimientos revisados para la evaluación de riesgos. Todos los criterios medioambientales (toxicidad aguda y crónica, biodegradación y bioconcentración) se asemejan a los propuestos por el GESAMP, para su nuevo plan de evaluación de peligro. No obstante, existen diferencias inevitables entre distintos sistemas en relación con la estructura y los límites establecidos:

- (i) el plan de la OCDE consiste en un sistema combinado de evaluación de riesgos y de clasificación, constituyendo el etiquetado una actividad posterior y separada. Los perfiles del GESAMP se reducen únicamente a la evaluación de riesgos, mientras que su "clasificación" en categorías de contaminación, además del "etiquetado" en la forma de atribución de las condiciones de transporte, incumbe a la OMI;
- (ii) el Grupo de Trabajo del GESAMP lleva una lista revisada paritaria y publicada de un número relativamente pequeño de productos químicos de gran volumen (2 500 productos químicos en 1997), al paso que la OCDE está diseñando un sistema de "autoclasiificación" para su utilización por la industria, sin ningún mecanismo de revisión paritaria alguna, salvo el proporcionado por administraciones públicas (p.ej., Unión Europea, Estados Unidos de América y Japón), todo ello para un número escogido de productos químicos; y
- (iii) muchos de los límites de toxicidad aguda exigidos por la OMI, en la clasificación de líquidos de gran volumen, no se han incluido en el sistema de la OCDE porque para éstos había medios de transporte específicos.

3.4 El GESAMP solicitó al Grupo de Trabajo un seguimiento de los avances, aunque también se reconoció que no estaba incluido en su mandato el resolver problemas potenciales entre los sistemas de riesgo de la OCDE y del GESAMP. Muchos miembros expresaron su preocupación acerca de la utilización de criterios específicos según el medio de transporte (carretera y ferrocarril), tales como el volumen transportado en el sistema mundial de la OCDE y el efecto que esto podría tener en el sector del transporte marítimo.

3.5 Por lo que atañe a la aplicación de los sistemas de evaluación de riesgo revisados, propuestos por el GESAMP, la OMI recientemente dijo que dichas actividades tendrán "un efecto sobre sus directrices para la clasificación de sustancias perjudiciales líquidas descritas en el apéndice I a MARPOL 73/8, Anexo II". Está en marcha un proyecto internacional para determinar el impacto potencial de éstos y otros cambios en el transporte marítimo en general.

3.6 Un miembro preguntó si se preveía un período de superposición entre los nuevos y los viejos perfiles de riesgo. Se le informó que estaba previsto un período transitorio de superposición, al menos de varios años, para facilitar la introducción de las nuevas reglamentaciones y directrices por lo que se refiere a la OMI y otros usuarios actuales de los perfiles de riesgo.

3.7 Varios miembros se preguntaron si podrían utilizarse de forma generalizada los nuevos sistemas de evaluación de riesgos (p.ej. para la puesta en práctica del Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra y con relación a otros programas del PNUMA y de la FAO). El Secretario Técnico de la OMI para el GESAMP contestó que se están ampliando y esclareciendo, en gran medida, los perfiles de riesgo existentes para permitir ese empleo más generalizado.

3.8 Otro miembro preguntó acerca del origen de las definiciones de cancerígeno y de presunto cancerígeno. Se le informó que deberían utilizarse las definiciones y referencias correctas proporcionadas por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) en la edición final.

3.9 Varios miembros del GESAMP solicitaron aclaraciones acerca de la utilización del logaritmo del coeficiente de separación octanol/agua (llamado también "Log Pow"). Se hizo notar que el logaritmo del

coeficiente de separación octanol/agua constituye un baremo esencial para determinar el riesgo medioambiental, particularmente a falta de datos de mediciones. Se discutió la utilización de un punto límite máximo en el logaritmo del coeficiente de separación octanol/agua (ca. 7-8), en cuyo punto pueden clasificarse las sustancias orgánicas como no peligrosas en términos de bioconcentración significativa. Se sugirió que dicho límite no era suficientemente elevado como para abarcar los bifenilospoliclorinados (PCB) y dibenso-p-dioxinas policlorinadas (PCDD) con seguridad, dado que éstos podrían indicar una acumulación significativa en el logaritmo del coeficiente de separación octanol/agua en esta extensión. En respuesta a esta sugerencia, el presidente del Grupo de Trabajo indicó que, para la mayoría de los compuestos orgánicos no persistentes, no era ese el caso. Un metabolismo rápido conlleva generalmente niveles mucho más bajos de bioconcentración que, en todo caso, los previstos sobre la base del logaritmo del coeficiente de separación octanol/agua. No obstante, se aceptó la observación como una contribución importante y se acordó que deberían ser tratados como casos especiales, sin ningún límite máximo en la escala del logaritmo del coeficiente de separación octanol/agua, los compuestos orgánicos altamente persistentes (p.ej. PCB, PCDD y dibenso furanes policlorinados (PCDF)). El Grupo aconsejó que se volviese a estudiar la definición de bioconcentración en el glosario para reflejar mejor "la bioconcentración en los tejidos" en contraposición a la presencia de material de partículas (p.ej., en el intestino).

3.10 Un miembro sugirió que deberían alterarse los métodos relacionados con la determinación de la demanda de oxígeno químico (DOQ), para reflejar el uso preferente de permanganato potásico en vez de bicromato potásico. Este asunto se volvería a examinar en la edición final.

3.11 Varios miembros suscitaron la cuestión de la relación entre toxicidad acuática aguda y crónica, así como las definiciones de los extremos de toxicidad crónica. El presidente del Grupo de Trabajo declaró que bastaba un factor de 10 entre ambas columnas para cubrir los ratios agudos/crónicos para la mayoría de sustancias narcóticas, sin un mecanismo específico de toxicidad. Coherentemente con la separación de todas las propiedades entre columnas independientes, se ha decidido utilizar parámetros distintos para la toxicidad aguda y crónica. También se cuestionó hasta qué punto eran apropiados los valores de ningún efecto observado de concentración (NEOC) en contraposición a la "concentración efectiva mediana cincuenta por ciento" (CE50) para las clasificaciones en los análisis crónicos. El Grupo, no obstante, comprobó con satisfacción que se había escogido el NEOC como valor más prudente y empíricamente derivado del umbral de concentración tóxica.

3.12 De resultas de las solicitudes de que debería fomentarse una utilización más generalizada de los perfiles de riesgo, se creó un pequeño grupo de redacción para estudiar el asunto. Se reconoció que el sistema se basa en determinadas propiedades intrínsecas que reflejan el daño potencial al medio ambiente acuático y que, aunque los parámetros estaban expresamente dirigidos a la ordenación de los productos químicos en el mar, también podría ser utilizado individual o colectivamente, en muchos ámbitos de la gestión del agua y del control de la contaminación:

- (i) Los perfiles de riesgos del GESAMP ya tienen alguna utilidad en proporcionar orientaciones y datos para la evaluación de los productos químicos de los campos petrolíferos. Pocas organizaciones regionales han desarrollado sistemas reguladores específicos por su cuenta, con una amplia selección de pocos análisis prescritos dirigidos al análisis de riesgos;
- (ii) Por lo que atañe a la industria de la acuicultura, los perfiles de riesgos del GESAMP contienen muchos productos químicos comunes y se ha considerado que podría resultar útil el nuevo sistema, que contendrá datos de biodegradación, así como propiedades de toxicidad acuática aguda y de bioconcentración del sistema actual. Se hizo notar, asimismo, que había pocos productos farmacéuticos, si los había, en los perfiles actuales y que la eficacia de los mismos no era de su incumbencia;
- (iii) Se consideró que los perfiles existentes y los nuevos perfiles de riesgo podrían ser muy útiles a los países en desarrollo que tienen que adoptar decisiones acerca del destino que han de dar a sus productos químicos almacenados, la Lista Refundida de perfiles de riesgo del GESAMP contiene perfiles fiables acerca de muchos productos químicos "viejos"; y
- (iv) Hasta que se establezca el sistema de la OCDE y la autclasificación" en el ámbito mundial, los perfiles de riesgos del GESAMP pueden tener alguna utilidad de conformidad con la Convención de Basilea, al proporcionar datos medioambientales básicos sobre productos químicos de alto volumen.

3.13 El GESAMP aprobó, en principio, el sistema revisado de evaluación de riesgos. Agradeció al Grupo de Trabajo el haber completado las propuestas en el tiempo fijado y también pidió al Grupo de Trabajo que concluyera el sistema. El Secretario Técnico de la OMI para el GESAMP se comprometió a realizar copias de la nueva edición de la lista refundida de perfiles de riesgos del GESAMP, que contiene 2 500 perfiles de riesgos de sustancias transportadas por mar, para su distribución a Estados Miembros del Programa del PNUMA de Mares Regionales.

#### **4. EFECTOS DE LA ACUICULTURA COSTERA EN EL MEDIO AMBIENTE (Grupo de Trabajo 31)**

4.1 El Secretario Técnico de la FAO para el GESAMP informó que el Grupo de Trabajo se reunió en Iloilo, Filipinas, del 23 al 28 de mayo de 1996. El Grupo de Trabajo preparó el documento "Orientación para una utilización segura y eficaz de productos químicos en la acuicultura costera" (GESAMP XXVII/4, XXVII/4/1 y XXVII/4/2), cuya aprobación y publicación se propone.

4.2 Al presentar el documento, el Sr. D.Weston (presidente del Grupo de Trabajo) explicó que el informe aporta información acerca de más de cincuenta productos químicos utilizados en acuicultura costera, y que hace hincapié en cuestiones que preocupan acerca de su utilización y eventual descarga en el medio ambiente marino, y la presencia de residuos en organismos cultivados. El informe proporciona además una serie de recomendaciones sobre la utilización segura y eficaz de productos químicos en la acuicultura costera.

4.3 El Presidente del Grupo de Trabajo señaló que, no obstante la relativamente escasa información disponible referente a América Latina y África, el Grupo de Trabajo estaba en condiciones de preparar una compilación minuciosa de productos químicos que se utilizan en la acuicultura costera de forma corriente y en todo el mundo. El Grupo de Trabajo consideraba que la mayoría de los productos químicos utilizados en la acuicultura eran beneficiosos siempre que se empleasen propiamente y que no deberían tener en absoluto repercusiones perjudiciales tanto para el medio ambiente como para la salud humana. No obstante, se expresó inquietud por la utilización y mala aplicación de determinados productos químicos para los que se disponía de perfiles de riesgo marino. Otra preocupación era la falta aparente de disponibilidad de datos cuantitativos acerca de la utilización de medicamentos.

4.4 En el debate que siguió, el GESAMP ofreció numerosas observaciones y sugerencias técnicas para su inclusión en el informe. Concretamente, se propuso realizar esfuerzos para obtener datos disponibles en algunos países sobre cantidades de productos químicos utilizados, y así sacar una impresión general acerca de la magnitud de los posibles efectos. También debería proporcionarse más información sobre productos químicos (p.ej. datos sobre toxicidad caso de haberlos). Debería hacerse referencia a las directrices ya existentes sobre manejo apropiado de productos químicos. También sería útil hacer proyecciones en cuanto a si la tendencia a la intensificación de la acuicultura entrañará un riesgo mayor en la utilización de productos químicos, o no.

4.5 Se hizo notar que la articulación del informe, en general, necesitaba mejoras. Las afirmaciones contenidas en el informe en punto a la baja probabilidad de eutroficación derivada de la acuicultura costera no son aplicables en todos los casos y los medioambientes tropicales de barreras coralinas podrían ser particularmente vulnerables. También se expresó preocupación por la tónica general del informe, que parecía ser excesivamente optimista en cuanto a los riesgos inherentes a la utilización de los productos químicos en la acuicultura. Se señaló, en particular, que sería necesario que en el informe se reflejase la preocupación por la utilización de compuestos químicos que ni estaban diseñados para su utilización en medioambientes acuáticos ni habían sido objeto de ensayos a dicho fin. Convendría que el informe también se refiriese a la necesidad de acopiar datos cuantitativos acerca de la utilización de productos químicos, así como información sobre sus efectos potenciales en el medio ambiente; además, debería hacer hincapié en la necesidad de mecanismos reguladores adecuados para afrontar la utilización de productos químicos en la acuicultura costera.

4.6 El presidente del Grupo de Trabajo se comprometió a incorporar al documento los comentarios recibidos y a someterlos nuevamente a examen durante el presente período de sesiones. Los miembros del GESAMP deberán aportar ulteriores enmiendas, antes del 15 de mayo de 1997. Se hará circular entonces un texto definitivo para su aprobación y publicación como Informes y Estudios del GESAMP nº 65. Se adjunta como Anexo V un resumen de los trabajos del Grupo y la lista de participantes.

4.7 El GESAMP invitó al Grupo de Trabajo a abordar, durante el próximo intervalo entre períodos de sesiones, su tercero (y último) mandato; es decir, la revisión de los conceptos y experiencias en relación con la integración de la acuicultura en los planes de ordenación de zonas costeras. A este respecto, el Grupo de Trabajo debería prestar especial atención a los requisitos para asegurar que el desarrollo de la acuicultura costera se efectúe de forma sostenible, que sea compatible con los otros usos legítimos de la zona costera. Esto tal vez exigiría el examen de criterios o indicadores para juzgar el éxito o fracaso en satisfacer esas aspiraciones.

## 5. ALMACENAMIENTO DEL CO<sub>2</sub> EN EL MAR PROFUNDO

5.1 El Secretario Técnico de la OMI para el GESAMP presentó el documento GESAMP XXVII/5 ("Almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el mar profundo"), referente a la constitución del Grupo de Correspondencia sobre este tema en el GESAMP XXVI, patrocinado conjuntamente por la UNESCO/COI y la OMI. El Sr. J. M. Bewers (presidente del Grupo de Correspondencia) describió a grandes rasgos el contenido del documento, subrayando que se ocupaba, en gran medida, de los aspectos científicos y técnicos pertenecientes al mandato del Grupo de Trabajo, tal como sigue:

- (i) Exponer propuestas para el almacenamiento del CO<sub>2</sub> en el mar;
- (ii) Evaluar el estado actual de desconocimientos respecto a las consecuencias y efectos de dicho almacenamiento;
- (iii) Determinar los aspectos desconocidos y poco seguros más importantes desde el punto de vista científico para la evaluación de las consecuencias; y
- (i) Hacer recomendaciones para cualquier acción ulterior del GESAMP en este asunto.

5.2 También existen, en el documento, elementos de carácter social, económico y jurídico que ofrecen una apreciación más general del tema.

5.3 En el debate que siguió se hizo una apreciación positiva general del documento. No obstante, se suscitaron una serie de cuestiones de detalle y acerca de la terminología empleada en el documento. También se formularon algunas sugerencias para que se hicieran adiciones al mismo, entre ellas la de una mayor representación de los ratios contemporáneos de la producción de CO<sub>2</sub> de combustibles fósiles, a nivel mundial, con el fin de proporcionar una representación más ilustrativa de la envergadura del problema. Había algunos errores en el documento que deberían corregirse.

5.4 El GESAMP acordó anexionar el documento una vez revisado y acompañado de un resumen ejecutivo, al informe del 27º período de sesiones (Anexo VI). No obstante, dado el grado de detalle técnico del documento se sugirió que había que preparar el resumen ejecutivo, en un lenguaje más sencillo y directo, con el fin de hacer llegar los puntos y conclusiones más importantes del documento a un público no técnico más general.

## 6. EVALUACION DEL ESTADO DEL MEDIO MARINO (Grupo de Trabajo 26)

6.1 El Sr. O. Osibanjo (Copresidente del Grupo de Trabajo sobre Evaluaciones del Medio Ambiente Marino (MAM)), presentó el documento GESAMP XXVII/6, un informe acerca de la primera reunión del Grupo de Trabajo sobre Evaluaciones del Medio Ambiente Marino (Ginebra, del 17 al 18 de mayo de 1996). Afirmó que necesitaban una especial atención por parte del GESAMP su Anexo V ("Informe sobre el estado del medio ambiente marino: una posible estructura/ enfoque") y su Anexo VII ("Fuentes y actividades terrestres que afectan a la calidad y a los usos del medio ambiente marino, costero y de agua dulce asociado").

6.2 El Sr. Osibanjo señaló que el Grupo de Trabajo había identificado varios puntos significativos que resultaban fundamentales para alcanzar sus objetivos, entre otros:

- (i) La preparación de informes sobre el estado del medio ambiente marino (SOME 2002) y sobre las actividades terrestres (LBA) constituye las tareas principales del Grupo de Trabajo MAM y debe acometerse sin demora. Asimismo, se subrayó la necesidad de contar con recursos económicos suficientes para llevar a cabo estos informes;
- (ii) Todos los organismos patrocinadores del GESAMP deben apoyar económicamente al Grupo de Trabajo MAM de forma substancial y eficaz y considerarlo como un grupo de trabajo conjunto. Si se quiere que este Grupo alcance sus objetivos, debe contar con la ayuda de todos los organismos (no sólo del PNUMA como organismo principal);
- (iii) Se invitó a los organismos patrocinadores del GESAMP a reconsiderar la prioridad y los recursos que habían asignado a la elaboración de los informes SOME y LBA, así como a movilizar otros recursos económicos procedentes de otras fuentes posibles [p. ej., el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), la Unión Europea, y gobiernos de distintos países]; y
- (iv) Se pidió la colaboración con los programas y las organizaciones pertinentes para elaborar los informes SOME y LBA.

6.3 El Secretario Técnico del PNUMA para el GESAMP presentó el documento GESAMP XXVII/6/1 ("Grupo de Trabajo del GESAMP sobre evaluaciones del medio ambiente marino: informe parcial"), destacando las dificultades encontradas en el desarrollo de las actividades provisionales acordadas y en el plan de trabajo relativo a los informes LBA y SOME, principalmente debidas a limitaciones financieras.

6.4 En cualquier caso, se han logrado avances limitados en ciertas áreas desde la primera reunión del Grupo de Trabajo MAM, especialmente a través de las actividades referentes a la aplicación del Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra, respecto al cual el PNUMA actúa de Secretaría. Estas actividades comprenden la elaboración de estudios generales sobre las actividades realizadas en tierra que afectan a los medios ambientes marinos, costeros y de agua dulce asociados, en las regiones incluidas en el Programa del PNUMA de Mares Regionales. Así mismo, el Secretario Técnico del PNUMA para el GESAMP señaló los posibles vínculos entre los objetivos de los informes SOME y LBA y el proyecto de Evaluación Mundial de las Aguas Internacionales (GIWA) (en concreto, preparación de evaluaciones mundiales, basadas en una serie de evaluaciones regionales; véase más adelante). Estas dos actividades se describen con mayor detalle en GESAMP XXVII/INF.1-4.

6.5 El Sr. J. Pernetta (Dependencia PNUMA/FMAM y presidente del Grupo Directivo del GIWA), que asistió a esta reunión del GESAMP en calidad de observador, trazó una visión general del proyecto GIWA (GESAMP XXVII/INF.4) y del modo en que puede relacionarse con las actividades del Grupo de Trabajo MAM. Hizo hincapié en los puntos siguientes:

- (i) Las intervenciones del FMAM en las áreas centrales de Biodiversidad, Cambio Climático y Ozono se concentran en las de países específicos, mientras que las de la cartera de Aguas Internacionales se dirigen a varios países;
- (ii) El FMAM no actúa como mecanismo financiero de ningún convenio mundial concreto relativo a Aguas Internacionales; así pues, puede obtenerse una orientación sobre el carácter de las intervenciones del FMAM en el capítulo 4 de la Estrategia Operativa del FMAM y en los Programas Operativos 8 (Masa de agua), 9 (Área central múltiple integrada agua-tierra) y 10 (Contaminantes);
- (iii) El FMAM ha aprobado una propuesta de subvención para un Servicio de Desarrollo de Proyectos (SDP), Bloque B, para preparar una Evaluación Mundial de las Aguas Internacionales, que comprenderían áreas de interés para el GESAMP, el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC)/Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente (SCOPE) y varios otros organismos y organizaciones; y

- (iv) Las actividades preparatorias del GIWA están en curso y comprenden dos reuniones de expertos, en las que se analizarán los marcos temáticos y regionales para la realización de la evaluación referida. Se ha invitado a varios expertos del GESAMP a participar en estas actividades.

6.6 El observador de la Dependencia PNUMA/FMAM señaló que, aunque el FMAM no financiaría una evaluación autónoma del GESAMP, las actividades de este Grupo que representen una contribución intelectual notable para el proceso del GIWA podrían optar al apoyo del FMAM. Teniendo en cuenta las ventajas mutuas que podrían derivarse de la colaboración del GESAMP con el proyecto GIWA propuesto, aquél convino en estudiar posibles modalidades de cooperación y colaboración, de acuerdo con la recomendación efectuada por su Intersecretaría Conjunta, y además en que el Secretario Técnico del PNUMA para el GESAMP represente a este Grupo en la primera reunión de expertos del GIWA (Ginebra, 21-25 de abril de 1997) y le transmita los resultados de sus presentes deliberaciones.

6.7 El GESAMP acordó revisar el mandato del Grupo de Trabajo MAM. En este sentido, se indicó que podría resultar de suma utilidad considerar la elaboración de (i) informes bienales más frecuentes y concisos; y (ii) grandes informes generales de largo plazo. Tras cierto debate, el GESAMP aceptó en general los cambios propuestos respecto a sus modalidades de presentación de informes. Asimismo, se señaló que la modificación de los tipos de informes realizados también podría exigir la consideración del tipo de público al que van destinados. Como ejemplo, se propuso que los informes breves podrían ir destinados a los gobiernos, mientras que en los de mayor plazo se abordarían las necesidades de un público más amplio. Además, se sugirió que cada reunión del GESAMP preparase un informe y que en el primer informe bienal breve se traten las actividades terrestres. El GESAMP aceptó, en líneas generales, esta propuesta.

6.8 No obstante, el observador de la Dependencia PNUMA/FMAM señaló la posibilidad de que la iniciativa GIWA sea en gran medida compatible con la evaluación SOME. Además, informó del carácter de la cartera sobre Aguas Internacionales del FMAM. Entre las cuestiones más destacadas figuraban las siguientes: (i) Aguas Internacionales del FMAM trabaja con grupos de países y no con países específicos, al contrario de lo que sucede en otras áreas centrales del Fondo; (ii) no obstante, el FMAM debe establecer compromisos gubernamentales y regionales en relación con los proyectos de aguas internacionales; (iii) en general, la política del FMAM consiste en no financiar actividades estrictamente de evaluación; y (iv) el Grupo de Dirección del GIWA señaló cinco grupos de problemas esenciales, como son la escasez de agua dulce, la contaminación, el mantenimiento de hábitat y comunidades, el consumo excesivo de recursos y el cambio a nivel mundial. Asimismo, el observador de la Dependencia PNUMA/FMAM recordó al GESAMP que el objetivo principal del proyecto GIWA era ayudar al FMAM a determinar prioridades y que, al mismo tiempo, los intereses del GESAMP podían acoplarse a la consecución de este objetivo. Por último, señaló que se pretendía que el documento del proyecto GIWA fuese presentado al Consejo del FMAM, en julio de 1997, y que los fondos consiguientes (en caso de aprobación) estarían disponibles en el último trimestre de 1997.

6.9 Se celebró una reunión de un Grupo de Trabajo oficioso para debatir las actividades del Grupo de Trabajo MAM, incluidas las relativas a (i) su mandato; (ii) los informes de evaluación bienales; (iii) el informe LBA; (iv) el informe de evaluación general; (v) el calendario de trabajo; y (vi) los arreglos logísticos. Estos puntos, hechos suyos por el GESAMP, se resumen a continuación:

6.9.1 El mandato se modifica según sigue:

(1) Llevar a cabo:

- (a) Evaluaciones bienales, generales y breves, con los aspectos más destacados de las principales cuestiones actuales y de nueva aparición;
- (b) Evaluación de las fuentes y actividades terrestres que afectan a la calidad y los usos del medio ambiente marino, costero y de agua dulce asociado; y
- (c) Evaluaciones generales periódicas sobre la condición del medio ambiente marino (informes SOME), con hincapié en los efectos de las actividades antropogénicas y en las amenazas que éstas plantean.

- (2) Desarrollar planteamientos científicos:
- (a) Mejorar la fiabilidad, generalidad y utilidad de las evaluaciones; y
- (b) Satisfacer las expectativas de la comunidad internacional respecto a una cobertura geográfica de las evaluaciones más equilibrada, incluyendo, entre otros factores:
- nuevos intereses y perspectivas;
  - mejor percepción de las tendencias; y
  - consecuencias sociales y económicas de los impactos sobre el medio ambiente marino, sus recursos y sus posibilidades de esparcimiento, y *viceversa*.
- (3) Determinar las acciones pertinentes, incluida la adopción de nuevos planteamientos científicos e innovadores respecto a la protección sostenible y el desarrollo del medio ambiente marino, sus recursos y sus posibilidades de esparcimiento, en el contexto de los sistemas regionales e internacionales presentes y futuros.
- (4) Fomentar y supervisar la realización de las evaluaciones regionales y ofrecer orientación científica y técnica que facilite la mejora de las evaluaciones mundiales.
- (5) Determinar, recomendar y aplicar unos mejores parámetros a las condiciones medioambientales con el fin de evaluar los cambios y las tendencias en este campo.

En los anexos al presente informe (anexos VII y VIII) se esbozan los informes de evaluación SOME y LBA mencionados en el punto (1) anterior. A continuación se ofrecen las líneas generales de los informes de evaluación bienales.

#### 6.9.2 *Informes de evaluación bienales ("breves")*

Los informes [véase el apartado 1(a) del mandato del Grupo de Trabajo] deben estructurarse del siguiente modo:

- EXTRACTO/RESUMEN EJECUTIVO
1. INTRODUCCION
2. EVALUACION GENERAL
  - costera/plataforma continental
  - mar abierto
3. PRINCIPALES CUESTIONES ACTUALES Y PROBLEMAS EMERGENTES
4. CONSECUENCIAS PARA LA CIENCIA, LA ORDENACION Y LA FORMULACION DE POLÍTICAS
5. RECOMENDACIONES
6. BIBLIOGRAFIA

El informe de evaluación será breve [de no más de 25 páginas (A4) de texto publicado, incluidas las tablas y los cuadros y acorde con el formato normalizado de los informes del GESAMP]. El epígrafe 3 *supra* constituirá la parte fundamental del trabajo. Las actividades terrestres serán el objeto principal del primer informe de evaluación "breve" (es decir, el "tema principal").

#### 6.9.3 *Informe sobre actividades terrestres (LBA)*

El informe LBA acordado en el GESAMP XXVI debe elaborarse por separado y basarse en el esquema incluido en el Anexo VII del GESAMP XXVII/6, teniendo en cuenta las anotaciones establecidas para cada apartado e inciso del informe (véase el Anexo VII del presente informe). Al esquema debe añadirse una sección en que se trate de la mejora de las condiciones medioambientales, la restauración de los sistemas dañados y los efectos beneficiosos, si los hubiere.

Las responsabilidades asignadas en lo que se refiere a la elaboración de los apartados del informe indicados en el Anexo VII del GESAMP XXVII/6, deben reconsiderarse a la luz de la remodelación prevista del Grupo de Trabajo MAM.



Se señaló que los conocimientos técnicos de que disponen los miembros del GESAMP son insuficientes para evaluar (y aprobar) el informe LBA como informe del GESAMP. Por tanto, se invitó a la Intersecretaría Conjunta a estudiar la necesidad de ampliar la gama actual de dichos conocimientos en el GESAMP e incorporar expertos en materias tales como ciencias políticas y sociales, economía medioambiental e industrial, planificación de la explotación del suelo y ordenación de las zonas costeras, tratamiento de problemas relacionados con el agua dulce, ingeniería civil, hidrología y derecho marítimo internacional.

#### 6.9.4 Informe de evaluación general ("a largo plazo")

El próximo informe general sobre el estado del medio ambiente marino ["SOME 2002": apartado 1(c) del mandato del Grupo de Trabajo] debe estructurarse en función del esquema incluido en el Anexo V del GESAMP XXVII/6 (es decir, el anexo VIII del presente informe).

Las responsabilidades asignadas en lo que se refiere a la elaboración de los apartados del informe indicados en el Anexo V del GESAMP XXVII/6 deben reconsiderarse a la luz de la remodelación prevista del Grupo de Trabajo MAM.

Reconociendo que la finalidad última del informe es facilitar la ordenación (p. ej., adopción de medidas de control de la contaminación, regulación de las actividades pesqueras y ordenación de las zonas costeras), las subdivisiones regionales utilizadas en el informe deben basarse en áreas seleccionadas en función de los criterios siguientes (enumerados por orden de prioridad):

- (i) áreas amparadas por acuerdos o convenios (inclusive bilaterales) regionales, existentes o previstos;
- (ii) áreas amparadas por programas regionales, existentes o previstos; y
- (iii) áreas caracterizadas por la continuidad de los principales procesos y rasgos físicos, químicos y biológicos (el concepto de ecosistema marino en sentido amplio debe aplicarse con precaución).

El número de regiones que se considerarán para su inclusión en el informe general no debe exceder de 20.

6.9.5 Se reconoció que el establecimiento de arreglos de cooperación entre el GIWA y el GESAMP, sobre todas las cuestiones científicas y técnicas pertinentes para la realización de las evaluaciones a largo plazo de estas dos entidades, resulta muy conveniente. Se abogó por la creación de grupos de acción conjuntos para la elaboración de los informes regionales, y los informes sobre cuestiones específicas en todos los casos en que los objetivos y los intereses del GIWA y del GESAMP coincidan. Esto facilitaría la obtención de ventajas mutuas derivadas del establecimiento por parte de estas dos entidades de una base de datos común y del uso racional compartido de los recursos económicos y humanos. Por ejemplo, a excepción del apartado 1 (Escasez de agua dulce; Tabla 1a, GESAMP XXVII/INF.4), todos los demás son de gran importancia para la realización de las evaluaciones a largo plazo del GESAMP. También se indicó que el GESAMP se beneficiaría de la colaboración con el GIWA en cuanto a los aspectos sociales, económicos, políticos, jurídicos y afines de las evaluaciones.

Además, si el GIWA pudiese dar cabida a los criterios antes referidos respecto al ámbito geográfico de los informes regionales, sería aconsejable el establecimiento de grupos de acción regionales conjuntos. Los miembros del GESAMP que participan en las reuniones relativas al desarrollo del GIWA deben tratar de garantizar que las opiniones del GESAMP coherentes con el GIWA sean presentadas de forma adecuada y precisa en dichas reuniones.

#### 6.9.6 Calendario de trabajo

Las líneas generales o anteproyectos de los informes bienales y LBA deben ser revisados por el GESAMP XXVIII (1998) y presentados como textos definitivos para su adopción por el GESAMP XXIX (1999). Debido a las limitaciones de tiempo inherentes a la elaboración de estos informes, se propuso que la celebración del GESAMP XXIX tenga lugar en el segundo semestre de 1999.

El calendario y las modalidades de elaboración del Informe SOME dependerán, en parte, de la aprobación prevista del proyecto GIWA a finales de 1997 y de la cooperación que pueda establecerse finalmente con el GIWA.

#### 6.9.7 *Arreglos logísticos*

Se supuso que los organismos patrocinadores del GESAMP garantizarán el apoyo económico y logístico necesario para las actividades del Grupo de Trabajo, teniendo en cuenta que los recursos financieros requeridos eran bastante notables (incluidos los recursos necesarios para la cooperación con el GIWA).

### 7. CUESTIONES QUE SUSCITAN ESPECIAL PREOCUPACION POR LA DEGRADACION DEL MEDIO AMBIENTE MARINO

Los miembros del GESAMP plantearon varias cuestiones que se presentan y analizan a continuación.

#### 7.1 *Prospecciones petrolíferas a más profundidad y su impacto*

En las décadas anteriores, las prospecciones en busca de petróleo y gas natural en el medio marino se han limitado, en gran medida, a aguas relativamente poco profundas de las zonas costeras y de las plataformas continentales. Se señaló que los avances tecnológicos recientes permiten, en la actualidad, a la industria petrolífera acometer la exploración para la producción de petróleo y gas natural en aguas cada vez más profundas en muchas regiones del mundo. Todo tipo de contaminación, incluida la que se deriva de derramas de estas sustancias y de las actividades realizadas para obtenerlas, puede afectar a grandes áreas del alta mar y a sus ecosistemas. Se alentó al GESAMP a supervisar el desarrollo y potencial dañino para las áreas oceánicas profundas de las derramas operativas y accidentales que provocan las actividades de la industria petrolífera.

#### 7.2 *Gestión de desechos: repercusión de las últimas modificaciones del Convenio de Londres en las aguas costeras*

El Protocolo al Convenio de Londres, recientemente aprobado, prohibirá el vertido de la mayoría de residuos y otras sustancias de los barcos y barcasas al mar, salvo los materiales que normalmente se dragan. Esta prohibición puede provocar un aumento considerable del vertido de residuos a través de tuberías directamente a las aguas costeras o a ríos que desembocan en el mar, lo que constituirá una gran presión añadida para las zonas costeras. Asimismo, puede provocar una mayor contaminación en tierra. Debe hacerse hincapié en que, desde el punto de vista de la protección del medio marino, el beneficio neto de estos cambios en las prácticas de ordenación de desechos deben contemplarse y estimarse globalmente, teniendo en cuenta las ventajas y los inconvenientes que afectan a otros sectores y otros componentes del medio ambiente. Además, si los cambios de políticas producen alteraciones en las prácticas de vertido de residuos, habrá que garantizar que los programas de seguimiento tengan la solidez y la duración suficiente para determinar los beneficios netos de estas modificaciones de las prácticas, en su caso.

#### 7.3 *Efectos de la pesca en el medio ambiente marino*

El GESAMP reiteró su profunda preocupación por los efectos biológicos y ecológicos de las pesquerías marinas. Esta cuestión también se planteó en el 25º período de sesiones del GESAMP, celebrado en 1996. Obviamente, hay una crisis pesquera en muchas partes del mundo. Los miembros del GESAMP expresaron su inquietud, no sólo por los efectos directos de la pesca excesiva y la eliminación de biomasa en los ecosistemas marítimos, sino también por los impactos físicos de la actividad pesquera (p. ej., los efectos de la pesca con red de arrastre en los fondos marinos y las capturas incidentales de otras especies) y por la repercusión sobre la integridad del ecosistema de las nuevas pesquerías de las denominadas especies infrautilizadas, incluidas las de zonas entre mareas o intercotidales y en el mar profundo. Asimismo, hay necesidad inequívoca de mejorar la ciencia relacionada con el seguimiento de los efectos generales de las pesquerías, que lleve a una optimización de los conocimientos tanto de éstos como de los procesos de recuperación. En lo que respecta a la formulación de políticas, se consideró que

ya se dispone de un nivel suficiente de asesoramiento y recomendaciones y que la adopción de acciones corresponde en gran medida a los Estados costeros, donde radican la mayoría de las pesquerías.

#### 7.4 *Remedios para los sedimentos marinos contaminados: opciones de ordenación*

La inmensa mayoría de las investigaciones acometidas en el pasado sobre los contaminantes presentes en el medio ambiente marino se han centrado en la evaluación de la escala espacial, su magnitud y los efectos biológicos. En cambio, en estos últimos años se ha puesto empeño en corregir las situaciones de contaminación y no sólo en documentarlas. Probablemente, la cobertura de los sedimentos contaminados con una capa de material limpio es la opción más económica. El traslado y el aislamiento en otra ubicación, ya sea en una isla o en lugares específicos del medio marino puede ofrecer una opción de eliminación más segura. Los remedios biológicos *in situ* representan un planteamiento especialmente interesante, pero aún no se han ensayado en entornos subcotidales no dañados. Puesto que la aplicación de remedios para los sedimentos marinos contaminados se encuentra aún en sus balbucesos y admitiendo la singularidad de cada situación y lugar de vertido, es urgente recabar orientaciones sobre (i) ¿ En qué circunstancias resulta apropiada la aplicación de remedios (frente a la no acción) ?; (ii) ¿ Qué soluciones son viables en la actualidad, en función de criterios como la eficacia y los costes y beneficios generales (incluido el mejor beneficio neto para la protección medioambiental) ?; y (iii) ¿ Qué estudios de seguimiento son adecuados y necesarios para evaluar la eficacia de los remedios desplegados? Se pueden obtener orientaciones generales útiles en relación con las opciones de ordenación, mediante la evaluación de estudios monográficos.

#### 7.5 *El concepto de grandes ecosistemas marinos (GEM): valoración crítica*

El GESAMP analizó el concepto de GEM, su utilización en la ordenación costera y la necesidad reconocida de una revisión autorizada, equilibrada y crítica de su fundamento científico y su aplicación como herramienta de ordenación. El GESAMP reconoció que la COI había analizado también recientemente este concepto sacando unas conclusiones similares. No se adoptó ninguna decisión respecto a la adopción de acciones por parte de GESAMP.

#### 7.6 *Examen de cuestiones de especial interés para el futuro*

Teniendo en cuenta la importancia que para el GESAMP tiene el expresar sus opiniones en lo que se refiere a las principales cuestiones actuales y emergentes, en relación con las amenazas contra el medio ambiente marino y las necesidades de protección medioambiental, y, en particular, los requisitos relativos a los informes de evaluación bienales, el GESAMP decidió mantener este punto de su programa para futuros períodos de sesiones. Asimismo, se convino en que el Presidente de GESAMP solicite de sus miembros la preparación por anticipado de sus dictámenes y temas de debate (con tres meses de antelación a cada período de sesiones) y que el GESAMP celebre una reunión oficiosa cada año antes de los períodos de sesiones oficiales, con el fin de analizar este asunto y ultimar los preparativos para los debates propiamente dichos sobre cuestiones de interés.

## 8. FUTURO PROGRAMA DE TRABAJO

### 8.1 *Substancias perturbadoras de la función endocrina*

8.1.1 El GESAMP acogió favorablemente los esfuerzos del Grupo de Trabajo sobre la Evaluación de los Peligros de las Substancias Perjudiciales Transportadas por Buques, en relación con la supervisión de los efectos ecológicos potenciales de las sustancias perturbadoras endocrinas vertidas en el mar. El Grupo de Trabajo revisó numerosas publicaciones y otros materiales que se pusieron a su disposición en el período entre sesiones y llegó a la conclusión de que el GESAMP debe crear un equipo de acción o grupo de trabajo especial, dedicado al tratamiento de esta cuestión. El Secretario Técnico de la OMI para el GESAMP propuso que éste último estudie la propuesta, teniendo en cuenta el alto perfil de esta área de investigación y el intenso debate existente entre los toxicólogos especializados en el medio acuático, los expertos en vida silvestre, los científicos médicos y los grupos ecologistas en general, así como los notables elementos políticos que intervienen en el debate.

8.1.2 Además, se informó al GESAMP de varias situaciones en que los perturbadores endocrinos habían sido, sin lugar a dudas, los agentes causantes concretos de efectos perjudiciales para la

reproducción (p. ej., compuestos organofosforados e insecticidas en caracoles marinos; plaguicidas y masculinización de los cocodrilos de Florida; DDT y debilitamiento del cascarón del huevo de los alcatrazes). Así mismo, se ha observado un gran número de incidentes de trastornos endocrinos en poblaciones de peces. No obstante, la relación causa - efecto respecto de la salud humana y la salud de las especies acuáticas, es incierta en la mayoría de los casos, o no está probada. Además, se admitió que, en general, cuando se ha detectado este tipo de sustancias perturbadoras en el mar o en agua dulce, sus concentraciones son inferiores a los niveles de efecto, fijados en función de otras referencias sobre efectos para la salud. Por otro lado, aunque parte del pensamiento actual sobre trastornos endocrinos se basa en planteamientos investigativos sólidos, otros trabajos efectuados en este área son poco fiables desde el punto de vista científico, y muchas pruebas "a corto plazo" desarrolladas con el afán de determinar los productos químicos capaces de perturbar las funciones endocrinas no han sido validadas o están viciadas por no basarse en consideraciones biológicas, mecánicas o definitivas fundamentadas. Como consecuencia de ello, la información disponible actualmente y las conclusiones relativas a las repercusiones medioambientales de los trastornos endocrinos, así como los posibles efectos perjudiciales para la salud humana, exigen un análisis pormenorizado y crítico.

8.1.3 El GESAMP acordó establecer un Grupo de Trabajo encargado de analizar la cuestión de los perturbadores endocrinos y elaborar un dictamen que satisfaga los requisitos y los intereses del GESAMP y de la OMI. El Grupo de Trabajo se encargará de asesorar sobre la fiabilidad de los conocimientos actuales en materia de sustancias químicas perturbadoras de la función endocrina, ofrecerá una perspectiva de la información disponible y señalará a la atención las áreas en las que existan discrepancias entre los hechos conocidos y las extrapolaciones efectuadas y en las que los planteamientos de investigación sean deficientes. El Grupo de Trabajo debe estar formado por expertos independientes, con profundos conocimientos en la materia y procedentes de diversas disciplinas y perspectivas (científica, médica, social y reglamentaria).

8.1.4 El mandato propuesto para este Grupo de Trabajo del GESAMP fue el siguiente:

- (i) Preparar una evaluación técnica sinóptica de las consecuencias para la salud tanto humana como del medio ambiente marino de la existencia de perturbadores endocrinos en este medio, incluidas las sustancias estromiméticas, basándose para ello en información médica y científica fiable;
- (ii) Ofrecer una visión no sesgada del problema, dadas su reconocida complejidad y la posibilidad de que se produzcan comprobaciones, interpretaciones y respuestas erróneas; y
- (iii) Recomendar las acciones apropiadas para abordar este problema en el medio ambiente marino, y susceptibles de adopción inmediata por parte de los organismos patrocinadores del GESAMP.

## 8.2 *Actividades en los intervalos entre períodos de sesiones*

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el GESAMP señaló que las actividades previstas para el intervalo entre períodos sesiones son las siguientes:

### 1. **Evaluación de los peligros de las sustancias perjudiciales transportadas por buques (Grupo de Trabajo 1)**

Organismo principal:	OMI
Copatrocinador:	PNUMA
Presidente:	T.Bowmer
Miembro:	P.Wells.

En mayo de 1998 se celebrará una reunión del Grupo de Trabajo con el fin de evaluar las nuevas sustancias propuestas para su transporte por buques y preparar la publicación de sus nuevos procedimientos.

## 2. Evaluaciones del medio ambiente marino (Grupo de Trabajo 26)<sup>1</sup>

Organismo principal: PNUMA  
 Copatrocinadores: OMI, FAO, UNESCO-COI, OMM, OMS, OIEA, NACIONES UNIDAS  
 Presidente: S.Keckes  
 Miembros: M.Bewers, R.Boelens, S.Chamasson, R.Duce, D.Elder, R. Engler,  
 M.Huber, D.Insull, H.Yap.

Las reuniones se convocarán oportunamente.

## 3. Substancias perturbadoras de la función endocrina en el medio ambiente marino: repercusiones sobre la vida marina y la salud humana (Grupo de Trabajo 27)

Organismo principal: OMI  
 Copatrocinador: OMS<sup>2</sup>, FAO, PNUMA<sup>3</sup>  
 Presidente: P.Wells  
 Miembros:  
 Se organizará una reunión en 1998.

## 4. Efectos de la acuicultura costera en el medio ambiente (Grupo de Trabajo 31)

Organismo principal: FAO  
 Copatrocinador: PNUMA, UNESCO-COI, OMS, con el apoyo de la UICN - Unión Internacional para la Conservación de los Recursos  
 Presidente: D.Weston  
 En el otoño de 1997 se celebrará una reunión del Grupo de Trabajo en Xiamen, China.

## 5. Presencia de petróleo en el medio ambiente marino debida a actividades marítimas (Grupo de Acción)

Organismo principal: OMI  
 Copatrocinador: PNUMA<sup>3</sup>  
 Presidente: P.Wells

Entre finales de 1997 y principios de 1998 se convocará una reunión de un grupo de acción de 4-5 expertos para evaluar las fuentes de datos disponibles sobre la presencia de petróleo en el medio ambiente marino debida a actividades marítimas y considerar los enfoques que podrían utilizarse para llevar a cabo estimaciones fiables al respecto. Este Grupo de Acción fue creado por el GESAMP XXIV (1994); no obstante, sus actividades se han retrasado debido a la falta de recursos financieros.

## 9. OTROS ASUNTOS

### 9.1 *Participación de las organizaciones patrocinadoras del GESAMP y de otros organismos en los períodos de sesiones del GESAMP*

9.1.1 Se expresó preocupación por la ausencia, en el presente período de sesiones, del Secretario Técnico de la OMS para el GESAMP y del o de los expertos costeados por esta organización, así como la indicación efectuada por el Secretario Técnico de la FAO para el GESAMP respecto de la posibilidad de que esta organización deba ausentarse igualmente a causa de dificultades económicas.

9.1.2 Se advirtió la ausencia de observadores de las organizaciones que, tradicionalmente, han asistido a los períodos de sesiones del GESAMP y que han seguido los trabajos que éste ha llevado a cabo.

<sup>1</sup> Denominadas inicialmente "Estudio del estado del medio ambiente marino" (GESAMP Informes y Estudios N°60; párrafo 8.6.1.4).

<sup>2</sup> Pendiente de la aprobación por la Sede.

<sup>3</sup> Pendiente de la disponibilidad de recursos financieros.

9.1.3 Se citó la cooperación del GESAMP con los programas de sus organizaciones patrocinadoras (p. ej. el Cuadro de Expertos OMI/GESAMP, la elaboración del informe LBA en apoyo de la aplicación del Programa Mundial de Acción para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra, coordinado por el PNUMA, y la cooperación prevista entre el GESAMP y el GIWA respecto de los informes que debe elaborar el Grupo de Trabajo 26) como ejemplos de la "proyección" útil del programa del propio GESAMP. Se instó a los Secretarios Técnicos de todas las organizaciones patrocinadoras del GESAMP a considerar el fomento de actividades conjuntas análogas, con otras organizaciones no patrocinadoras y sus programas, en los casos en que dichas actividades puedan contribuir a la labor propia desempeñada por el GESAMP.

9.1.4 En vista de las graves restricciones financieras a las que se enfrentan las organizaciones patrocinadoras del GESAMP, se instó a estos organismos a abordar las actividades relacionadas con el GESAMP de la forma más eficaz posible desde el punto de vista de los costes y a evitar hacer gastos innecesarios (p. ej., la organización de reuniones en lugares más caros de lo necesario).

## 9.2 *Informes del GESAMP*

9.2.1 Se instó la Intersecretaría Conjunta a considerar los medios y formas para multiplicar el impacto de los informes del GESAMP. La distribución de los Informes y Estudios del GESAMP, a través de los centros de coordinación oficiales de los distintos organismos en cada país y en las reuniones pertinentes convocadas por éstos, no se consideró suficiente. Se llegó a la conclusión de que gran parte de la información del GESAMP resultaba de interés para un público más amplio (científicos y órganos técnicos y de formulación de políticas en las administraciones nacionales) y que deben determinarse los canales de comunicación adecuados para este público. Se observó que sólo algunos de los documentos elaborados por el GESAMP han sido solicitados por los gobiernos para responder a sus necesidades (p. ej. los documentos relativos a los riesgos de las mercancías transportadas por buques, el informe LBA previsto), lo que mejora automáticamente su repercusión y aplicación. Se destacó que muchos de los informes del GESAMP no han sido valorados adecuadamente porque fueron elaborados sin tener suficientemente en cuenta a sus usuarios finales.

9.2.2 El lenguaje utilizado en los Informes y Estudios del GESAMP es, con frecuencia, excesivamente técnico para su comprensión por gestores y responsables de la formulación de políticas. Como medida correctiva, y sin perjuicio de la precisión científica de dichos estudios, se convino en la inclusión ordinaria en los mismos de un resumen ejecutivo en el que se destaquen en un lenguaje correcto, pero no técnico, las principales cuestiones abordadas y las conclusiones esenciales alcanzadas. Esta medida facilitará a los lectores inteligentes, no especializados, la comprensión del alcance del informe y su importancia.

9.2.3 Asimismo, se propuso que los expertos del GESAMP aprovechen todas las oportunidades disponibles (p. ej., reuniones, publicaciones) para difundir información acerca del GESAMP y de sus actividades. Se instó a estos expertos a publicar en la literatura científica general, cuando resulte apropiado, los resultados (o parte de los mismos) obtenidos mediante la labor de los grupos de trabajo del GESAMP, haciendo referencia al GESAMP como la fuerza motriz que impulsa tales publicaciones.

9.2.4 El GESAMP abogó enérgicamente por la elaboración de un resumen de las recomendaciones y los problemas importantes abordados en cada uno de los períodos de sesiones del GESAMP de forma que pueda ser objeto de una amplia distribución y comprendido por legos en la materia, funcionarios públicos, periodistas, etc.

## 9.3 *El GESAMP y 1998: Año Internacional del Mar*

No debe ignorarse la aportación del GESAMP a las actividades vinculadas a la celebración del Año Internacional del Mar en 1998 y se invitó a la Intersecretaría Conjunta a considerar la mejor forma de adoptar un planteamiento coordinado respecto de esta cuestión.

## 9.4 *Proyecto internacional de evaluación de los mares árticos*

9.4.1 Desde la celebración del GESAMP XXIII, el OIEA ha informado anualmente al GESAMP sobre la evolución del Proyecto internacional de evaluación de los mares árticos (IASAP). El proyecto se terminó en 1996 y su resumen ejecutivo, incluidas las conclusiones y las recomendaciones formuladas por el Grupo

Asesor del proyecto, fue remitido en enero de 1997 a la OMI, en su calidad de Secretaría del Convenio de Londres (1972).

**9.4.2** Los objetivos del proyecto IASAP consistían en:

- (i) Evaluar la salud humana y los riesgos medioambientales asociados a los residuos radioactivos vertidos en los mares de Kara y Barents; y
- (ii) Analizar las posibles acciones paliativas relacionadas con los residuos vertidos y asesorar respecto de su necesidad y justificación.

**9.4.3** Los resultados y conclusiones principales del proyecto IASAP son los siguientes:

- (i) Las emisiones actuales, procedentes de los objetos vertidos identificados, son escasas y se localizan en la vecindad inmediata de los lugares de vertido. En general, los niveles de radionúclidos detectados en el mar de Kara, de todas las procedencias, son bajos y las respectivas dosis de radiación son despreciables en comparación con las emitidas por fuentes naturales;
- (ii) Las tasas de dosis máximas previstas para el futuro, provocadas por los residuos radioactivos vertidos en el mar de Kara, y que afectan a los grupos de población local típica, son muy reducidas, de menos de 1 microSv/año, es decir, inferiores en más de tres órdenes de magnitud a las dosis debidas a las fuentes naturales. Las dosis futuras previstas para un grupo hipotético de personal militar que patrulle en las playas de los fiordos en que se han vertido los residuos son muy superiores (hasta 4 miliSv/año), y comparables en magnitud a las que generan las fuentes naturales;
- (iii) Las dosis futuras previstas que afectan a diversos organismos marinos, desde el fitoplancton, hasta las focas y las ballenas, son insignificantes en el contexto de los efectos sobre las poblaciones; y
- (iv) Basándose únicamente en fundamentos radiológicos, la solución no está garantizada. No obstante, con el fin de evitar posibles perturbaciones inadvertidas o la recuperación de los objetos vertidos y, puesto que las dosis potenciales para el grupo hipotético de personal militar no son banales, esta conclusión depende del mantenimiento de cierto control institucional sobre el acceso y las actividades en las cercanías de los fiordos de Novaya Zemlya, utilizados como áreas de vertido de residuos radioactivos.

**9.4.4** El informe principal del IASAP, así como los informes detallados de los resultados obtenidos por tres grupos de trabajo de este proyecto serán publicados en 1997 en las series del OIEA. Asimismo, se difundirán los resultados logrados en las diferentes áreas de trabajo del proyecto.

## **10. FECHA Y LUGAR DEL PROXIMO PERIODO DE SESIONES**

El GESAMP tomó nota de que, provisionalmente, su 28º período de sesiones tendrá como anfitrión a la Organización Meteorológica Mundial y se celebrará en Ginebra, Suiza, del 20 al 24 de abril de 1998.

## **11. ELECCION DE LA PRESIDENCIA**

El GESAMP reeligió, por unanimidad, a la Sra. H.Yap como Presidenta y al Sr. P.Wells como Vicepresidente para el próximo intervalo entre períodos de sesiones y para el 28º período de sesiones del GESAMP.

## **12. EXAMEN Y APROBACION DEL INFORME DEL 27º PERIODO DE SESIONES**

El informe fue examinado y aprobado por el GESAMP el último día del período de sesiones, que fue clausurado por el Presidente el 18 de abril de 1997.

**Anexo I**  
**PROGRAMA**

- 1 Aprobación del programa provisional
- 2 Informe del Secretario Administrativo
- 3 Evaluación de los peligros de las sustancias perjudiciales transportadas por buques
- 4 Efectos de la acuicultura costera sobre el medio ambiente
- 5 Almacenamiento del CO<sub>2</sub> en el mar profundo
- 6 Evaluación del estado del medio ambiente marino
- 7 Cuestiones que suscitan especial preocupación por la degradación del medio ambiente marino
- 8 Futuro programa de trabajo
- 9 Otros asuntos
- 10 Fecha y lugar del próximo período de sesiones
- 11 Elección de la Presidencia
- 12 Informe del vigésimo cuarto período de sesiones



## Anexo II

## LISTA DE DOCUMENTOS

Agenda	Documento	Contribuido por	Título
1	GESAMP XXVII/1	Secretario Administrativo	Provisional Agenda
3	GESAMP XXVII/3	OMI	Reports of the 32nd and 33rd sessions of the EHS Working Group (Working Group 1)
4	GESAMP XXVII/4	FAO	Towards the safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture - Report of the GESAMP Working Group on Environmental Impacts of Coastal Aquaculture Working Group 31)
	GESAMP XXVII/4/1	FAO	Comments and suggestions received on the Report of the Working Group 31 - "Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture"
	GESAMP XXVII/4/2	FAO	Summary of the Report of the Working Group on Environmental Impacts of Coastal Aquaculture - "Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture"
5	GESAMP XXVII/5	UNESCO/COI	Storage of CO <sub>2</sub> in the deep sea - Report of the Correspondence Group
6	GESAMP XXVII/6	PNUMA	First meeting of the Working Group on Marine Environmental Assessments: (Report of the meeting, Geneva, 17-18 May 1996)
	GESAMP XXVII/6/1	PNUMA	GESAMP Working Group on Marine Environmental Assessments: A progress report
	GESAMP XXVII/INF.1	PNUMA	Intersecretariat consultation on implementation of the Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities (Report of the meeting, Geneva, 13-14 May 1996)
	GESAMP XXVII/INF.2	PNUMA	Joint intersecretariat/interagency consultation on implementation of the Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities (Report of the meeting, Geneva, 15-16 May 1996)
	GESAMP XXVII/INF.3	PNUMA	Technical meeting on the Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities clearinghouse (Report of the meeting, Geneva, 26-27 September 1996)
	GESAMP XXVII/INF.4	PNUMA	First meeting of the Steering Group for the Global International Waters Assessment (GIWA) (Report of the meeting, Geneva, 24-27 February 1997)
8	GESAMP XXVII/8	OMI	Proposal to set up a working group to evaluate ecological and human health effects from endocrine disrupting substances discharged into the marine environment

## Anexo III

## LISTA DE PARTICIPANTES

## A. MIEMBROS

- J. Michael Bewers  
Bedford Institute of Oceanography  
P.O. Box 1006  
Dartmouth, N.S.  
Canadá B2Y 4A2  
Tel: (1-902) 426 2371  
Fax: (1-902) 426 6695  
Email: m\_bewers@bionet.bio.dfo.ca
- Richard G.V. Boelens  
QSR Office  
c/o Forbairt Laboratory  
Shannon Town Centre  
Co. Clare  
Irlanda  
Tel: (353-61) 361 499  
Fax: (353-61) 361 979  
Email: qsr@marine.ie
- Tim Bowmer  
Environmental Toxicology Group  
Toxicology Division  
TNO Nutrition and Food Research Institute  
Schoemakerstraat 97  
2600 JA Delft  
Países Bajos  
Tel: (31-15) 269 9252  
Fax: (31-15) 257 2649
- Sabine Charmasson  
IPSN/DPRE  
Base IFREMER-CT  
B.P. 330  
83507 La Seyne sur Mer Cedex  
Francia  
Tel: (33-4) 94 304 829  
Fax: (33-4) 94 878 307  
Email: scharma@ifremer.fr
- Robert A. Duce  
Texas A & M University  
College of Geosciences and Maritime Studies  
Room 204, O & M Building  
College Station, Texas 77843-3148  
Estados Unidos  
Tel: (1-409) 845-3651  
Fax: (1-409) 845-0056  
Email: rduce@ocean.tamu.edu
- Danny Elder  
Champ Courier  
1261 Marchissy  
Suiza  
Tel: (41-22) 368 1178  
Fax: (41-22) 368 2104  
Email: delder@iprolink.ch

- Robert M. Engler**  
USAE Waterways Experiment Station, CEWES-EN  
3909 Halls Ferry Road  
Vicksburg, MS 39180  
Estados Unidos  
Tel: (1-604) 634 3624  
Fax: (1-604) 634 3726  
Email: Engler@EX1.WES.Army.mil.us
- Ong Jin Eong**  
Centre for Marine and Coastal Studies  
Universiti Sains Malaysia  
11800 Penang  
Malasia  
Tel: (604) 654 7888, ext. 3511  
(604) 656 3672  
Fax: (604) 657 2960 / 656 5125  
Email: jeong@usm.my
- Michael Huber**  
Orpheus Island Research Station  
Sir George Fisher Center for Tropical Marine Studies  
James Cook University of North Queensland  
Townsville, Queensland 4811  
Australia  
Tel/Fax:(61-77) 77 7336 (Orpheus Island)  
Tel: (61-77) 81 4817 (JCU Campus)  
Fax: (61-77) 75 5429  
Email: michael.huber@jcu.edu.au
- David Insull**  
5, Holland Rise  
Kings Sutton  
Banbury OX17 3RZ  
Reino Unido
- Stjepan Kečkes**  
21 L. Brunetti  
Borik  
52210 Rovinj  
Croatia  
Tel/Fax: (385-52) 811 543
- Piamsak Menasveta**  
Aquatic Resources Research Institute  
Chulalongkorn University  
Bangkok 10330  
Tailandia  
Tel: (66-2) 218 8161  
Fax: (66-2) 254 4259  
Email: piamsak@chulkn.chula.ac.th
- Oladele Osibanjo**  
Department of Chemistry  
University of Ibadan  
Ibadan  
Nigeria  
Tel: (234-1) 545 0963 / 820 626  
(234-2) 810 2198  
Fax: (234-1) 820 626 / 545 1097  
(234-2) 810 3118 / 810 2198  
Email: library@ibadan.ac.ng  
osibanjo@infoweb.net

**Peter G. Wells**  
 Environmental Conservation Branch  
 Environment Canada  
 45 Alderney Drive  
 Dartmouth, Nova Scotia  
 Canadá B2Y 2N6  
 Tel: (1-902) 426 1426  
 Fax: (1-902) 426 4457  
 Email: pwells@is.dal.ca

**Donald Weston**  
 University of California, Berkeley  
 Environmental Engineering and Health Sciences  
 Laboratory  
 1301 South 46th Street  
 Richmond Field Station - Bldg 112  
 Richmond, CA 94804-4603  
 Estados Unidos  
 Tel: (1-510) 231 5626  
 Fax: (1-510) 643 6264  
 Email: dweston@uclink.berkeley.edu

**Helen Yap**  
 Marine Science Institute  
 University of the Philippines  
 Diliman, Quezon City 1101  
 Filipinas  
 Tel: (63-2) 922 3959  
 Fax: (63-2) 924 767  
 Email: hty@@msi01.cs.upd.edu.ph

## **B. SECRETARÍA**

### **Organización Marítima Internacional (OMI)**

**Oleg Khalimonov**  
 Secretario Administrativo del GESAMP  
 4, Albert Embankment  
 Londres SE1 7SR  
 Reino Unido  
 Tel: (44-71) 5873 119  
 Fax: (44-71) 5873 210  
 Email: okhalimo@imo.org

**Manfred K. Nauke**  
 Secretario Técnico (OMI) del GESAMP  
 4, Albert Embankment  
 Londres SE1 7SR  
 Reino Unido  
 Tel: (44-71) 7357 611 / 5873 124  
 Fax: (44-71) 5873 210  
 Email: mnauke@imo.org

### **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)**

**Heiner Naeve**  
 Secretario Técnico (FAO) del GESAMP  
 Via delle Terme di Caracalla  
 00100 Roma  
 Italia  
 Tel: (39-6) 5705 6442  
 Fax: (39-6) 5705 3020  
 Email: heiner.naeve@fao.org



**C. OBSERVADORES****Terttu Melvasalo**

Director  
Water Branch  
United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30552  
Nairobi  
Kenya  
Tel: (254-2) 622 034  
Fax: (254-2) 622 788  
Email: terttu.melvasalo@unep.org

**Magnus Ngoile**

Coordinator  
Marine and Coastal Programme  
IUCN - The World Conservation Union  
Rue Mauverney 28  
CH-1196 Gland  
Suiza  
Tel: (41-22) 999 0001  
Fax: (41-22) 999 0002  
Email: mail@hq.iucn.org

**John Pernetta**

Global Environment Facility Unit  
United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30552  
Nairobi  
Kenya  
Tel: (254-2) 624 153  
Fax: (254-2) 520 825  
Email: john.pernetta@unep.org

**Walter Rast**

Deputy Director  
Water Branch  
United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30552  
Nairobi  
Kenya  
Tel: (254-2) 623 244  
Fax: (254-2) 622 788  
Email: walter.rast@unep.org

## Anexo IV

**REVISION DEL SISTEMA DEL GESAMP DE EVALUACION DE RIESGOS  
Hecha por el Grupo de Trabajo para la evaluación de los peligros  
de las sustancias perjudiciales transportadas por buques**

**1. Columna A: Bioacumulación y biodegradación**

1.1 La tendencia de las sustancias a bioacumularse y biodegradarse se reflejará en subcolumnas debajo de la columna A. La subcolumna de bioacumulación (A1) puede contener dos grupos de información:

A1a el logaritmo del coeficiente de separación octanol/agua ( $\log P_{ow}$ , también denominado a menudo  $\log K_{ow}$ ), y

A1b el factor de bioconcentración (FBC) medido en pescado o marisco como organismos diana.

1.2 Los valores  $\log P_{ow}$  tienden a proporcionar datos más bien prudentes, mientras que un FBC medido facilita información definitiva sobre la capacidad de una sustancia para bioacumularse en condiciones de "estado estacionario". El FBC medido puede a menudo producir clasificaciones de peligro menos graves debido a procesos como el metabolismo, que puede potenciar la excreción de un producto químico. En el caso de que se proporcionen los valores del FBC y del  $\log P_{ow}$ , el FBC anula el  $\log P_{ow}$ . Si solo se dispone de los datos de  $\log P_{ow}$ , y si el valor es mayor de [a determinar] mg/ml, el producto se considerará bioacumulativo, salvo que los datos de FBC medidos demuestren lo contrario. Se supone que las sustancias con valores  $\log P_{ow}$  muy altos ( $>ca7$ ) son tan poco hidrosolubles que no plantean ninguna posibilidad adicional de bioacumulación, asumiendo también que las sustancias con pesos moleculares  $>700$  se considera que no se acumulan (ref. OCDE). La determinación de los puntos de corte exactos requiere una evaluación adicional de los grupos químicos principales.

1.3 Los valores  $\log P_{ow}$  solo pueden aplicarse a los compuestos químicos. Para valorar la capacidad de bioacumulación de los compuestos inorgánicos, algunos surfactantes y algunos compuestos organometálicos, pueden efectuarse las determinaciones de la bioconcentración y señalarse un FBC.

1.4 Se recomiendan los métodos de análisis siguientes:

$\log P_{ow}$ : OCDE 107, OCDE 117 o un método de agitación lenta (en vías de desarrollo por la OCDE);

FBC: OCDE 305C, OCDE 305E, la prueba de flujo revisada recientemente OCDE 305 o métodos equivalentes (p. ej., métodos ASTM y US-EPA).

1.5 Se ha desarrollado un esquema de clasificación de la "bioacumulación" en la subcolumna A1 según sigue:

- |   |  |
|---|--|
| 0 | Sin capacidad de bioacumulación<br>( $\log P_{ow} < 1$ ó $>ca7$ , o peso molecular $> 700$ ; FBC no cuantificable) |
| 1 | Capacidad de bioacumulación muy baja<br>( $\log P_{ow} 1 - <2$ , FBC $1 - <10$ )                                   |
| 2 | Capacidad de bioacumulación baja<br>( $\log P_{ow} 2 - <3$ ; FBC $10 - <100$ )                                     |
| 3 | Capacidad de bioacumulación moderada<br>( $\log P_{ow} 3 - <4$ ; FBC $100 - <500$ )                                |

- 4 Capacidad de bioacumulación alta  
(log Pow 4 - <5; FBC 500 - <4.000)
- 5 Capacidad de bioacumulación muy alta  
(log Pow >5; FBC >4.000)

1.6 Con respecto a la biodegradación (subcolumna A2) se considera que las sustancias son "fácilmente biodegradables" si en los estudios de biodegradación de 28 días se logran los niveles siguientes:

- en los análisis basados en el carbono orgánico disuelto (COD): 70 %, o
- en las pruebas basadas en el agotamiento de oxígeno o en la generación de dióxido de carbono: 60 % del valor máximo teórico; o
- cuando sólo se dispone de datos sobre el COD y BOD<sub>5</sub>, el cociente BOD<sub>5</sub>/COD = 0,5; o
- cuando se dispone de otras pruebas científicas convincentes para demostrar que la sustancia puede degradarse (biótica o abióticamente) en el medio acuático hasta un nivel de >70 % dentro de un período de 28 días.

Los valores exactos de la biodegradación deben registrarse junto con los métodos que se han aplicado.

1.7 Los análisis que se apliquen deben ser preferentemente los desarrollados para ambientes marinos, p. ej., OCDE 306 o análisis de idoneidad de agua dulce adaptados a las condiciones marinas; no obstante, también se consideran aceptables análisis de agua dulce como OCDE 301 series A-F, o los equivalentes ISO y ASTM.

1.8 Los datos que deben incluirse como valoraciones en la columna A2 (biodegradabilidad) se expresarán como:

- R = fácilmente biodegradable
- NR = no fácilmente degradable
- NI = sin información disponible (ver también el párrafo 4.34 *infra*)

## 2. Columna B: Toxicidad acuática

2.1 La columna B está dividida en dos subcolumnas de las que una representa los resultados de los análisis de toxicidad acuática y la otra contiene información sobre la toxicidad (sub)crónica de la sustancia correspondiente, si se dispone de la misma o se considera suficiente.

2.2 Con respecto a la "toxicidad aguda", las clasificaciones deben estar incluidas en el rango comprendido desde >1.000 mg/dl hasta <0,01 mg/dl.

2.3 Deben utilizarse los datos de los tres análisis normalizados siguientes:

- un análisis de pescado de CL<sub>50</sub> a las 96 horas
- un análisis de crustáceos de CL<sub>50</sub>/CE<sub>50</sub> a las 48-96 horas
- un análisis de la inhibición del crecimiento de las microalgas de CI<sub>50</sub> a las 72 o 96 horas

Los valores más bajos de CL<sub>50</sub>, CE<sub>50</sub> o CI<sub>50</sub> (es decir, de la prueba que muestre la toxicidad más elevada) se utilizarán para asignar la categoría de toxicidad.

2.4 Las bandas de datos de los análisis, como los análisis OCDE 201, 202 y 203 y sus equivalentes internacionales (ISO y ASTM), y sus clasificaciones deben incluirse en la columna B1 (toxicidad aguda); su relación con los valores de toxicidad crónica de la columna B2 es la siguiente:



B1 Toxicidad aguda		B2 Toxicidad crónica	
0	- no tóxico ( $> 1.000 \text{ mg/l}$ )		
1	- prácticamente no tóxico ( $100-1.000 \text{ mg/l}$ )		
2	- ligeramente tóxico ( $10-100 \text{ mg/l}$ )	2	- toxicidad crónica baja ( $\text{NOEC} > 1 \text{ mg/l}$ )
3	- moderadamente tóxico ( $1-10 \text{ mg/l}$ )	3	- toxicidad crónica moderada ( $\text{NOEC } 0,1-1 \text{ mg/l}$ )
4	- altamente tóxico ( $0,1-1 \text{ mg/l}$ )	4	- toxicidad crónica alta ( $\text{NOEC } 0,01-0,1 \text{ mg/dl}$ )
5	- muy tóxico ( $0,01-0,1 \text{ mg/l}$ )	5	- toxicidad crónica muy alta ( $\text{NOEC } 0,001-0,01 \text{ mg/dl}$ )
6	- extremadamente tóxico ( $<0,01 \text{ mg/l}$ )	-	- toxicidad crónica extremadamente alta ( $\text{NOEC} <0,001 \text{ mg/l}$ )

2.5 Los datos sobre toxicidad crónica y subcrónica son importantes para evaluar el peligro de las sustancias en circunstancias determinadas, como:

- sustancias poco solubles en las que la toxicidad aguda es difícil de cuantificar exactamente;
- cuando se sospechan efectos crónicos definidos, como alteraciones endocrinas, reproductivas; y
- sustancias que se degradan lentamente y que se bioacumulan

2.6 Las pruebas idóneas para cuantificar la toxicidad crónica son el análisis de pescado prolongado 14-28d (OCDE 204), el análisis de reproducción de dafnia de 21d (OCDE 202) o el análisis de las etapas iniciales de la vida del pescado (OCDE 210, ASTM E-1241-92). Los datos de los análisis de toxicidad acuática habitual es de agua dulce o marina elaborados por autoridades de reconocido prestigio se consideran adecuados.

2.7 Los resultados de un análisis crónico deberían expresarse preferentemente como Concentración sin efecto observado (CSEO) siguiendo los procedimientos de análisis aceptados internamente. Las bandas del análisis y sus clasificaciones a incluir en la columna B2 se adjuntan en el párrafo 2.4, que muestra la relación entre las valoraciones agudas y crónicas. La relación agudo/crónico de la tabla considera un factor de 10 como mínimo entre la toxicidad aguda y crónica para los compuestos industriales narcóticos polares y no polares, pero no para los compuestos reactivos y los que tienen modos de acción tóxica específicos.

2.8 Cuando se sospechen efectos crónicos definidos, como alteraciones endocrinas, reproductoras, etc., se indicará la presencia de un peligro introduciendo un valor en la columna B2 si se conoce la relación dosis/efecto, o incorporando algún comentario en la columna de observaciones.

### 3. Columna C: Toxicidad aguda en mamíferos por deglución, penetración cutánea e inhalación

3.1 En la columna C deben describirse los peligros relacionados con las tres vías de exposición potencial: deglución, contacto con la piel e inhalación. Para determinar la clasificación del peligro deben utilizarse los valores correspondientes a los mamíferos más sensibles, salvo que se disponga de datos convincentes de que la toxicidad puede ser diferente en el ser humano.

3.2 Siempre que sea posible, la clasificación de la toxicidad oral deben obtenerse a partir de los datos de  $\text{DL}_{50}$  aguda basados en los análisis habituales de observación a los 14 días de la dosificación realizada con ratas, como OCDE 401, 402, 403, 420 y 423. No obstante, pueden utilizarse otros datos de análisis obtenidos de la literatura que se basen en protocolos diferentes para las especies de mamíferos, si se consideran aceptables, después de una revisión cuidadosa. Son preferibles los análisis basados en concentraciones constantes. En cuanto a la toxicidad por inhalación, son preferibles los datos de análisis

normalizados realizados con ratas como cobayas, utilizando estudios de CL<sub>50</sub> de 4 h siempre que sea posible. Cuando sólo se dispone de valores correspondientes a otros períodos de exposición, se realizará su extrapolación a 4 horas, considerando las propiedades físicas del material, su mecanismos de toxicidad aguda y la relación mortalidad/concentración de la exposición. La conversión de ppm (vapor) a mg/l se realizará utilizando la fórmula:

$$\text{mg/l} = \text{ppm} \times \frac{\text{peso molecular}}{22,45}$$

Para la toxicidad percutánea, son preferibles los datos procedentes de análisis normalizados realizados con conejos, con oclusión durante 24 horas y dos semanas de observación.

3.3 Las clasificaciones y los datos en los que se basan son los siguientes:

Clasificación	Peligro relativo	Oral (mg/kg)	Percutánea (mg/kg)	Inhalación (mg/l)
0	Despreciable	2000	>2000	>20
1	Leve	0-2000	1000-2000	10-20
2	Moderado	0-500	200-100	2-10
3	Moderadamente alto	5-50	50-200	0.5-2
4	Alto	<5	<50	<0.5

#### 4. Columna D: Irritación, corrosividad y evidencia de riesgos específicos para la salud

4.1 La irritación cutánea y la irritación ocular deben clasificarse por separado. Se acordó introducir una subcolumna sobre otros riesgos específicos para la salud. En ambas subcolumnas, irritación cutánea e irritación ocular, se utilizará un sistema de clasificación numérico. La columna D y las subcolumnas D1 y D2 se desarrollaron como sigue:

Tejido	Clasificación	Riesgo
Piel	0	No irritante <i>(sin signos clínicos de lesión y/o inflamación)</i>
	1	Ligeramente irritante <i>(edema leve sin tumefacción perceptible; reversible)</i>
	2	Moderadamente irritante <i>(eritema marcado con tumefacción evidente)</i>
	3	Altamente irritante y corrosivo <i>(eritema notable, edema intenso, corrosivo después de contacto oclusivo durante 4 horas, otros signos de lesión tisular, como ulceración, equimosis)</i>
	4	Gravemente irritante y corrosivo <i>(eritema intenso, edema intenso, corrosivo después de contacto oclusivo durante 3 minutos; otros signos de lesión tisular grave, como ulceración, equimosis, necrosis)</i>
Ojo	0	No irritante <i>(sin signos clínicos de lesión y/o inflamación)</i>
	1	Ligeramente irritante <i>(hiperemia conjuntival reversible con o sin quemosis)</i>
	2	Moderadamente irritante <i>(irritación conjuntival notable, quemosis obvia, lesión corneal leve transitoria)</i>

- 3 Altamente irritante y corrosivo  
(blefaroconjuntivitis y quemosis intensas y mantenidas; lesión corneal moderada que puede ser permanente)
- 4 Gravemente irritante y corrosiva  
(blefaroconjuntivitis y quemosis graves y mantenidas; lesión corneal irreversible, que puede asociarse con deformidad, ulceración y vascularización de la córnea)

4.2 La subcolumna de riesgos específicos para la salud valora la toxicidad específica en órganos y tejidos y la toxicidad por exposición repetida y a largo plazo, incluidos los efectos adversos para la salud relacionados con la exposición crónica. Por lo tanto, esta columna se ocupa, por ejemplo, de los efectos tóxicos agudos persistentes, la carcinogenicidad, la toxicidad reproductiva y sobre el desarrollo, la mutagenicidad y las respuestas inmunomediadas, como la sensibilización cutánea, respiratoria y fotoinducida. Su presencia se indicará con un "SÍ" en la columna D3 y la naturaleza de los efectos adversos se incluirá en la columna de observaciones.

## 5. Columna E: Interferencias con otros usos del mar

5.1 La columna E actual se ampliará para abarcar los efectos potenciales de las descargas operacionales y las liberaciones accidentales de productos químicos en relación con el transporte marítimo sobre otros usos del mar, como la industria pesquera, el uso de instalaciones costeras, los efectos de las sustancias formadoras de capas de aceite viscosas sobre la fauna y los efectos de sumergir sustancias que cubren el lecho del mar. Estas se incluyen en tres subcolumnas:

- E1: Contaminación del pescado y del marisco
- E2: Interferencias con las instalaciones costeras de recreo
- E3: Efectos sobre la vida silvestre y hábitat del fondo del mar

5.2 A falta de datos que indiquen la capacidad de un producto químico para contaminar el pescado y el marisco, pueden utilizarse los datos sobre sus propiedades organolépticas, demostradas por el umbral de detección del olor en solución acuosa. Se ha comentado antes la relación entre la capacidad de un producto químico para contaminar y su umbral de detección del olor en solución acuosa (EHS 31/8, EHS 29/17, EHS 28/15, EHS 27/15).

5.3 Debe utilizarse las cuatro clasificaciones siguientes para indicar en la subcolumna E1 la capacidad de una sustancia para contaminar el pescado y el marisco. Son cuatro:

- "Tc" - Se ha evaluado la capacidad de la sustancia para contaminar el pescado y el marisco y se ha encontrado que contamina a concentraciones  $\leq 1$  mg/l
- "To" - Se ha evaluado la sustancia en cuanto a sus propiedades organolépticas (olor) y se ha demostrado que tiene un umbral de detección del olor en solución acuosa  $\leq 1$  mg/l
- "Ta" - La sustancia es capaz de contaminar el pescado y el marisco de forma análoga con otros productos químicos similares de su grupo.
- "NT" - Se ha evaluado la capacidad de contaminación de la sustancia y se ha encontrado que no contamina por debajo de 1 mg/l; el umbral de detección del olor en agua es mayor de 1 mg/l o la valoración de las propiedades de la sustancia indica que no es capaz de contaminar.

5.4 En cuanto a las interferencias con las instalaciones costeras, el sistema de clasificación actual que indicaba el grado de interferencia con "X" debe sustituirse por números (0-3).

5.5 La subcolumna E2 sobre interferencias con las instalaciones costeras de recreo deberá incluir lo siguiente:

Clasificación	Interferencia relativa	Resultado
0	Ninguna	Ninguno
1	Ligeramente desagradable	Alerta pero sin interferencia con las instalaciones de recreo y por lo tanto, sin cierre
2	Moderadamente desagradable	Alerta y posible cierre parcial de las instalaciones de recreo debido a los peligros físicos a corto plazo o a efectos menores sobre la salud
3	Muy desagradable	Alerta que lleve al cierre de las instalaciones de recreo debido a los peligros físicos o efectos adversos potenciales sobre la salud

5.6 Las normas para las clasificaciones anteriores son:

- |   |   |
|---|---|
| 0 | - Sin problemas de salud como consecuencia de la exposición al material<br>- Las propiedades fisicoquímicas no producirán riesgos físicos   |
| 1 | - El material puede producir efectos irritantes leves<br>- Las propiedades físicas del material pueden producir riesgos físicos a corto plazo   |
| 2 | - El material persiste en la instalación y puede producir peligros físicos<br>- Olor desagradable que no se asocia con sensación de mala salud<br>- El material podría causar efectos tóxicos sistémicos agudos reversibles a través de las vías de exposición habituales<br>- El material es irritante pero no corrosivo<br>- El material es un sensibilizador cutáneo<br>- Se dispone de datos a partir de los estudios de laboratorio de que la sustancia podría causar efectos adversos a largo plazo sobre la salud. |
| 3 | - El material persistirá en la playa, causará un riesgo físico y aumentará la posibilidad de exposición<br>- Olor desagradable que produce síntomas de enfermedad (p. ej., náuseas y cefalea)<br>- Es probable que se produzcan efectos tóxicos graves debido a las exposiciones agudas<br>- Irritante y/o corrosivo intenso<br>- Sensibilizador respiratorio<br>- Carcinógeno humano y/o otras evidencias de efectos adversos graves a largo plazo sobre la salud  |

5.7 Los efectos que sobre la vida silvestre marina y los hábitat bentónicos tienen las sustancias introducidas en el medio marino debido a sus propiedades físicas/químicas específicas deben presentarse en la subcolumna E3 utilizando un sistema de clasificación descriptivo, como:

- Fp - sustancia formadora de capas oleosas persistentes, que no es probable que se evaporen o que se disuelvan rápidamente
- S - sustancia que se sumerge y que podría depositarse en el fondo del mar, sin probabilidad de rápida disolución.

5.8 Las sustancias flotantes persistentes se identificarán utilizando los parámetros siguientes:

- Densidad : agua de mar
- Presión de vapor : 0,3 kPa
- Solubilidad : 0,1 % (líquidos)  
10 % (sólidos)

Además de las características mencionadas previamente, deben tenerse en cuenta otros criterios, como una viscosidad >ca 10 cSt para identificar los productos que podrían persistir sobre la superficie del agua, debido a su extensión lenta y, por lo tanto, tasa de evaporación baja. A las sustancias que formen capas de aceite viscosas se les asignará la calificación "Fp" en el perfil de riesgos.

5.9 En cuanto a la identificación de las sustancias "que se sumergen" (S), deberán utilizarse los criterios siguientes:

- Densidad : > agua de mar
- Solubilidad : 0,1 % (líquidos)  
10 % (sólidos)

## 6. Columna F: Observaciones

6.1 La columna de observaciones se mantiene en el sistema de evaluación revisado para identificar lo siguiente:

- Reactividad con el agua de mar
- Gases
- Productos químicos a revisar (debe especificarse el motivo de la revisión). Se revisará un producto químico para mejorar la evaluación global de peligros basándose en datos nuevos.
- Riesgos específicos relacionados con la salud. En este apartado se identifica la naturaleza de los efectos conocidos o potenciales sobre la salud, cuya presencia se destaca en las columnas B2 ó C. En particular, debe prestarse atención a los siguientes:

Peligro de aspiración  
Lagrimador  
Convulsivante  
Inhibidor de la colinesterasa (inhibidor de CE)  
Toxicidad aguda alta (oral), (percutánea), (inhalatoria)  
Irritante intenso  
Sensibilizador (cutáneo y/o respiratorio)  
Inmunotóxico  
Hematotóxico  
Generador de metahemoglobina  
Fototóxico  
Fotosensibilizador  
Neurotóxico  
Neurotoxicidad diferida  
Toxicidad reproductiva  
Toxicidad testicular  
Toxicidad sobre el desarrollo  
Lesión pulmonar diferida  
Carcinógeno epigenético  
Carcinógeno animal  
Carcinógeno humano

- Riesgos ambientales específicos (p. ej., propiedades inhibidoras endocrinas, acumulación de sustancias persistentes en la cadena alimentaria)

## 7. Observación general

En los casos en que no se disponga de datos suficientes, o cuando la información enviada para evaluación es incompleta o de calidad deficiente, se incluirá la nota "SI" - "Sin información disponible" en la columna respectiva del perfil de riesgos.

**Mandato del Grupo de Trabajo**

Analizar y evaluar los datos disponibles y proporcionar cualquier otra clase de asesoramiento que se solicite, especialmente por la OMI, para la evaluación de los peligros que para el medio ambiente tienen las sustancias peligrosas transportadas por los buques, de acuerdo con los principios aprobados por el GESAMP para tal fin.

**Miembros asistentes al 33º período de sesiones del Grupo de Trabajo**

B. Ballantyne  
Applied Toxicology Group  
Union Carbide Corporation (K-3)  
39 Old Ridgebury Road  
Danbury  
Connecticut 06817-0001  
Estados Unidos  
Tel: +1 203 794 5220  
Fax: +1 203 794 5275  
E-mail: toptox@aol.com

C. T. Bowmer  
Department of Environmental Toxicology  
Toxicology Division  
TNO Nutrition and Food Research Institute  
Schoemakerstraat 97  
P.O. Box 60112600 JA Delft  
Países Bajos  
Tel: +31 15 2 696252  
Fax: +31 15 2 572649

T. Höfer  
BGVV  
Ref.823  
Thielallee 88-92  
D-14195 Berlin  
Alemania  
Tel: +30 8412 3267  
Fax: +30 8412 3685  
E-mail: thomas.hoefer@bgvv.de

M. Marchand  
CEDRE  
Technopôle Brest-Iroise  
Boite Postale 72  
29280 Plouzane  
Francia  
Tel: +33 02 98 49 12 66  
Fax: +33 02 98 49 64 46  
E-mail: cedre@ifremer.fr

S. Micallef  
IMO/UNEP Regional Marine Pollution  
Emergency Response Centre for the  
Mediterranean Sea (REMPEC)  
Manoel Island  
Malta  
Tel: +356 337297  
Fax: +356 339951

M. Morrissette  
Director of Technical Support  
Hazardous Materials Advisory Council  
Suite 301  
1101 Vermont Avenue, NW  
Washington, D.C. 20005-3521  
Estados Unidos  
Tel: +1 202 289 4550  
Fax: +1 202 289 4074  
E-mail: staff\_nmac@radix.ne

T. Syversen  
Norwegian University of Science and Technology  
Faculty of Medicine  
Department of Pharmacology and Toxicology  
Medisinsk Teknisk Senter  
N-7005 Trondheim  
Noruega  
Tel: +47 73 59 88 48  
Fax: +47 73 59 86 55  
E-mail: tore.syversen@medisin.ntnu.no

M. Wakabayashi  
Tokyo Metropolitan Research Institute  
for Environmental Protection  
7-5 Shinsuna 1-Chome Koto-ku  
Tokyo 136  
Japón  
Tel: +81 3 3699 1331 (ext. 350)  
Fax: +81 3 3699 1345  
E-mail: w\_meiko@tokyo-eikem.go.jp

P.G. Wells (Presidente)  
Environment Canada  
Environmental Conservation Branch  
45 Aldemey Drive  
Dartmouth, Nova Scotia  
Canadá B2Y 2N6  
Tel: +1 902 426 1426  
Fax: +1 902 426 4457  
E-mail: pwells@is.dal.ca

**SECRETARIA OMI**

**M. Nauke**  
**IMO Technical Secretary of GESAMP**  
**International Maritime Organization**  
**Marine Environment Division**  
**4 Albert Embankment**  
**Londres SE1 7SR**  
**Reino Unido**  
**Tel: +44 (0)171 735 7611**  
**Fax: +44 (0)171 587 3210**  
**E-mail: mnauke@imo.org**

## Anexo V

**ORIENTACIONES PARA UN USO INOCUO Y EFICAZ DE PRODUCTOS QUIMICOS  
EN LA ACUICULTURA COSTERA****Resumen del informe del Grupo de Trabajo  
sobre los efectos de la acuicultura costera en el medio ambiente  
(Grupo de Trabajo 31)**

Los productos químicos utilizados en la acuicultura costera incluyen los asociados con materiales estructurales, tratamientos para tierras y aguas, agentes antibacterianos, otros productos terapéuticos, plaguicidas, aditivos alimentarios, anestésicos y hormonas. A medida que la acuicultura se ha ido expandiendo, ha venido adoptando sustancias químicas desarrolladas originalmente, para su utilización en otros sectores industriales, en particular, cultivos alimenticios terrestres y producción ganadera. Por consiguiente, muchos productos químicos que actualmente son de uso común en la acuicultura nunca han sido objeto de una evaluación concienzuda por lo que atañe a su uso en un entorno acuático y, en particular, en aguas costeras. La finalidad general de este informe es proporcionar una visión global de la utilización de productos químicos en la acuicultura costera a nivel mundial y acerca de las repercusiones potenciales, tanto para el medio ambiente como para la salud humana, como consecuencia de la utilización de los productos químicos con el fin de fomentar i) la protección del medio ambiente costero; ii) la protección de la salud humana, y iii) la sostenibilidad del sector de la acuicultura.

Se identifican los productos químicos en el sector de la acuicultura a nivel mundial y para cada sustancia se proporciona un breve resumen informativo, en su caso, sobre utilización, datos cualitativos acerca de las magnitudes de utilización, sector industrial o ubicación geográfica de su utilización principal y su eventual impacto, tanto medioambiental como para la salud humana. Se analizan los problemas medioambientales que derivan de la utilización de sustancias químicas en la acuicultura. Por ejemplo, es probable que la persistencia medioambiental será una consideración primordial en la predicción del destino y los efectos pero dicha persistencia depende, en gran medida, de las condiciones específicas tanto químicas como del medio ambiente local. Se han documentado residuos para algunos antibacterianos en organismos no- cultivados. La toxicidad para algunas especies a las cuales no están dirigidos puede ser una preocupación para determinados plaguicidas utilizados en la acuicultura. Constituye un riesgo potencial asociado con la utilización de antibacterianos la estimulación de la resistencia de microorganismos acuáticos.

La salud de los trabajadores de las piscifactorías supone una preocupación por lo que atañe a la utilización de algunos productos químicos en la acuicultura, en particular, los plaguicidas (por ej., organofosforados) y algunas sustancias terapéuticas. Las precauciones sanitarias y de seguridad normales atenuarán esos riesgos, pero resulta esencial que tanto el empleado como el empleador observen dichas precauciones. Los residuos en los alimentos marinos podrían suponer un riesgo potencial para los consumidores a través, por ejemplo, de la hipersensitividad a los residuos químicos o por la aparición de microflora intestinal resistente a los antibacterianos.

La utilización de productos químicos puede acarrear problemas para la acuicultura, entre otros i) dificultades en el comercio internacional derivantes de los programas de seguimiento y de observancia de reglamentaciones en materia de residuos de medicamentos; ii) utilización profiláctica de antibacterianos y potencial de pérdida de eficacia; iii) dificultades en el tratamiento de efluvios; y iv) las limitadas alternativas a la quimioterapia a disposición de la industria de la acuicultura. Se analizan éstos y otros problemas, señalando posibles soluciones.

En términos generales, pueden agruparse en tres categorías los productos químicos que se utilizan, actualmente, en la acuicultura. La primera clase consiste en productos químicos utilizados en la acuicultura que crean un nivel de suyo elevado de peligro; sólo por eso debería limitarse su empleo. Entran en esta categoría el cloranfenicol, moluscocidas organotinicos, verde malaquita y virtualmente algunos organofosforados. La segunda categoría incluye productos químicos que pueden utilizarse, si se observan las precauciones ordinarias, pero que conllevan un riesgo para el medio ambiente y/o la salud humana si se utilizan mal. Entre los factores que podrían hacer inseguro un producto químico, que sería en otros supuestos aceptable, se incluyen las dosis excesivas, el no asegurar una neutralización o dilución adecuadas antes del desagüe, o la falta de un buen equipo personal de protección. Finalmente, la tercera categoría de productos químicos la constituyen los que pueden ser benignos, desde el punto de vista



medioambiental, en la mayoría de las situaciones pero pueden tener efectos perjudiciales en determinados lugares debido a las características particulares de éstos. Una buena elección del lugar de la piscifactoría puede reducir de forma substancial muchos de los efectos sobre el medio ambiente, tanto de la acuicultura como de los productos químicos.

Resulta complicado realizar la evaluación de los riesgos asociados con los productos químicos empleados en la acuicultura debido a la falta de datos cuantitativos respecto de su utilización. La mayoría de los países no disponen de datos acerca de la cantidad de productos químicos utilizada por la acuicultura dentro de sus fronteras. Los fabricantes químicos no hacen pública esta información y, en muchos casos, ni siquiera conocen la utilización final que se da a sus productos. También hay una carencia de datos obtenidos sobre el terreno que sean útiles para cuantificar el riesgo, tales como las concentraciones en los efluvios de productos químicos o de respuesta biológica en las aguas receptoras. En particular, dichos datos son extremadamente limitados para aguas tropicales y, de hecho, la mayor parte de la información sobre productos químicos utilizada en la acuicultura (por ej., la eficacia, metabolismo y destino medioambiental) fue desarrollada en los climas templados. La información puede ser o no, aplicable en latitudes inferiores donde la temperatura, las características del terreno y los atributos específicos de las especies principales cultivadas hacen bastante tenue la extrapolación de los datos obtenidos en zonas templadas.

Se formulan recomendaciones para ayudar en la utilización segura y efectiva de los productos químicos terapéuticos y de los plaquícidas en la acuicultura costera. Aunque la consideración primordial debería ser la de minimizar la utilización de estos productos químicos, se reconoce que dicha utilización es esencial. Las autoridades administrativas, las industrias del sector de la acuicultura y del sector farmacéutico, junto con la comunidad científica, tienen todas importantes funciones que desempeñar con el fin de asegurar que dicha utilización sea compatible con la protección de la calidad del medio ambiente y con la salud humana. En particular, deben establecerse (y aplicarse) mecanismos reguladores para registrar y controlar la utilización de productos químicos en la acuicultura a fin de proteger la salud humana, el medio ambiente natural y la sostenibilidad de la industria misma.

#### ***Mandato del Grupo de Trabajo 31***

En su 23º período de sesiones, el GESAMP recomendó las siguientes tareas al GRUPO de TRABAJO 31:

1. Establecer las necesidades y procedimientos de una vigilancia de base científica de los contaminantes empleados en la acuicultura que permita efectuar una evaluación de la capacidad ambiental de las actividades de acuicultura costera existentes y previstas;
2. Preparar documentación de estudio y orientación sobre la utilización inocua de productos químicos en la acuicultura costera (*realizada en este estudio*); y
3. Examinar los conceptos y las experiencias relativos a la integración de la acuicultura en los planes de ordenación de las zonas costeras.

#### ***Miembros del Grupo de Trabajo***

David J. Alderman  
Centre for Environment, Fisheries  
and Aquaculture Science  
Fish Diseases Laboratory  
Barrack Road  
The Nothe  
Weymouth, Dorset DT4 8UB  
Reino Unido  
Tel: (44-1305) 206 600 (direct: 206 641)  
Fax: (44-1305) 206 601  
E-mail: d.j.alderman@cefas.co.uk

Uwe Barg (Secretario Técnico)  
Fishery Resources Division  
FAO  
Viale delle Terme di Caracalla  
00100 Roma  
Italia  
Tel: (39-6) 5225 3454  
Fax: (39-6) 5225 3020  
e-mail: uwe.barg@fao.org

Mali Boonyaratpalin  
 Feed Quality Control  
 and Development Division  
 Department of Fisheries  
 Ministry of Agriculture and Cooperatives  
 Kasetsart University, Ladyao, Jatujak  
 Bangkok 10900  
 Thailand  
 Tel: (66-2) 579 9525  
 Fax: (66-2) 562 0513  
 e-mail: oapct@ku.ac.th (with  
 Apichart Termvidchakom)

Erlinda Cruz-Lacierda  
 Celia Lavilla-Pitogo  
 Jurgene Primavera  
 Southeast Asian Fisheries Development  
 Center (SEAFDEC)  
 Aquaculture Department Tigbauan  
 P.O. Box 256  
 5021 Tigbauan, Iloilo  
 Filipinas  
 Tel: (63-33) 335 1009  
 Fax: (63-33) 335 1008  
 e-mail: seafdec@mozcom.com

Valerie Inglis  
 Institute of Aquaculture  
 University of Stirling  
 Stirling FK 9 4 LA  
 Reino Unido  
 Tel: (44-1786) 467 910  
 Fax: (44-1786) 472 133  
 e-mail: vbmi2@stir.ac.uk

Ewen McLean  
 Biotechnology Laboratory  
 Aquaculture Section  
 Aalborg University  
 Solingardsholmsvej 57  
 DK-9000Aalborg  
 Dinamarca  
 Tel: (45-98) 158 522  
 Fax: (45-98) 142 555  
 e-mail: i5em@civil.auc.dk

Palarp Sinhaseni  
 Dept. of Pharmacology  
 Faculty of Pharmaceutical Sciences  
 Chulalongkorn University  
 Phrayathai Rd.  
 Bangkok 10330  
 Thailand  
 Tel: (66-2) 251 1900-2 Ext. 164  
 Fax: (66-2) 255 8227  
 e-mail: fphapsh@chulkn.car.chula.ac.th

Don P. Weston (Presidente)  
 University of California, Berkeley  
 EEHSL  
 1301 South 46th Street  
 Richmond Field Station - Bldg 112  
 Richmond CA 94804-4603  
 Estados Unidos  
 Tel: (1-510) 231 5626  
 Fax: (1-510) 643 6264  
 e-mail: dweston@uclink.berkeley.edu

## Anexo VI

### ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub> EN EL MAR PROFUNDO

#### Resumen ejecutivo

Una de las propuestas para reducir el calentamiento mundial supuestamente asociado con la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera es inyectar combustible fósil CO<sub>2</sub> directamente en las profundidades de los mares. Básicamente, con este proceso se pretende cortocircuitar la absorción gradual de CO<sub>2</sub> desde la atmósfera hacia el mar que se produce de forma natural y, por lo tanto, acelerar el acercamiento al equilibrio a largo plazo entre la atmósfera y el océano.

En este documento se describen los fundamentos técnicos y científicos de esta propuesta y se resume el estado actual de conocimientos sobre su viabilidad y consecuencias. Se basa en una revisión de los estudios más reciente en una serie de áreas de trascendencia directa para el almacenamiento propuesto en el mar, o inyección, mecanismo dirigido principalmente dentro del Programa de Investigación y Desarrollo sobre Gases Causantes del Efecto Invernadero de la Agencia Internacional de Energía.

Se han llegado a las conclusiones siguientes a partir de esta revisión:

- para que la propuesta sea un remedio viable contra el calentamiento mundial, sería necesario que una proporción importante de las emisiones futuras de dióxido de carbono procedentes de las centrales eléctricas alimentadas por combustibles fósiles fueran capturadas y eliminadas en la profundidad del océano;
- las principales limitaciones científicas pendientes para la valoración de la viabilidad y aceptabilidad son:
- el período de retención (tiempo de permanencia) del CO<sub>2</sub> inyectado en la profundidad del océano; y
- las consecuencias de la inyección del dióxido de carbono sobre las condiciones biológicas, geoquímicas y físicas del océano, especialmente los efectos sobre los recursos vivos del mar;
- hay algunos impedimentos legales a las opciones disponibles para la inyección del dióxido de carbono en el océano;
- la aceptación social/política de la práctica propuesta dependerá principalmente de la demostración sin ambigüedades del calentamiento mundial atribuible a las emisiones de dióxido de carbono procedentes de las actividades antropogénicas;
- por último, si se cumplen la condición previa, la aceptabilidad social/política del almacenamiento del CO<sub>2</sub> en la profundidad del océano dependerá de la demostración previa de un equilibrio neto de beneficios sobre los efectos perjudiciales, considerando en particular los factores económicos y ambientales.

#### Antecedentes

Durante el 26º período de sesiones del GESAMP, se creó un grupo de correspondencia para estudiar la situación actual de las investigaciones acerca de la propuesta sobre el almacenamiento del combustible fósil CO<sub>2</sub> en la profundidad del mar como un medio de reducir las emisiones directas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Se pidió al grupo que:

- describa las propuestas de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el océano;
- evalúe el estado actual de conocimientos sobre las consecuencias y efectos de dicho almacenamiento;
- identifique las lagunas y dudas científicas principales sobre la valoración de las consecuencias; y
- haga recomendaciones al GESAMP sobre cualquier medida adicional.

El Grupo se encargó de elaborar un informe para el 27º período de sesiones del GESAMP de 1997. Este documento constituye el informe del Grupo de correspondencia.

#### Introducción

Hay relativamente pocas opciones para prevenir la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera: mayor confianza en la energía nuclear, mayor utilización de la conversión de la energía solar, eólica, geotérmica, hidroeléctrica, de las olas y térmica del mar u otras fuentes de energía renovable, incremento de la eficacia de la utilización de los combustibles fósiles y la captura del CO<sub>2</sub> procedente de los productos de la

combustión del gas generados por la combustión del combustible fósil y su posterior retención en los lugares de acumulación.

Se ha propuesto la captura e inyección de CO<sub>2</sub> en las profundidades del océano como una opción válida para arminorar el peligro mundial asociado con el aumento de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>. Esencialmente, el proceso propuesto de inyección en el mar constituye un mecanismo de cortocircuito que envía el CO<sub>2</sub> procedente de la combustión del combustible fósil directamente a las profundidades del océano, reduciendo de esta forma las emisiones directas a la atmósfera y acelerando el proceso de obtención del equilibrio atmósfera-océano. Puede contemplarse como una aceleración del proceso natural, aunque lento, de transferencia de CO<sub>2</sub> desde la atmósfera a las profundidades oceánicas, que habitualmente se estima que se produce a una velocidad de 2 Gt de C por año.

La Agencia Internacional de Energía (AIE), apoyada por 15 países y varios patrocinadores industriales, a través del Programa de I+D sobre los Gases Causantes del Efecto Invernadero, está valorando este proceso de inyección oceánica de CO<sub>2</sub> (o almacenamiento), junto con las demás opciones existentes. Este programa ha identificado la necesidad de lograr un conocimiento completo de los complejos factores químicos, biológicos y oceanográficos antes de que pueda llevarse a cabo el almacenamiento a gran escala en los mares. Resulta paradójico que, para lograr los efectos beneficiosos de esta opción, el CO<sub>2</sub> inyectado en el océano deba permanecer allí durante períodos similares a la longevidad de las fuentes de combustibles fósiles (más de 200 años), más que recambiarse con la atmósfera a escalas de tiempo del orden de décadas. De hecho, esto significa que la inyección debe hacerse por debajo de la termoclina principal de las cuencas oceánicas, de forma que sea asimilado rápidamente en ese lugar. Del mismo modo, para que la opción sea eficaz, la inyección oceánica tendría que implicar una proporción sustancial del conjunto de emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión de los combustibles fósiles durante un período notable de tiempo, al menos varias décadas. Otras opciones valoradas por el Programa de I+D de la AIE sobre los Gases Causantes del Efecto Invernadero son el almacenamiento a gran escala de CO<sub>2</sub> en los acuíferos y en pozos de gas y petróleo agotados y el aumento de los sumideros naturales de CO<sub>2</sub>.

Hay muchos problemas prácticos involucrados en el concepto de liberación de CO<sub>2</sub> en las profundidades oceánicas, pero los dos aspectos fundamentales son la escala temporal de su retorno a la atmósfera y el impacto sobre el entorno marino. Por consiguiente, el Programa de I+D de la AIE sobre los Gases Causantes del Efecto Invernadero está examinando los principales aspectos científicos y técnicos esenciales para la valoración de la idoneidad de la opción:

- viabilidad de la captura, reunión, transporte e inyección del CO<sub>2</sub> procedente del combustible fósil;
- tiempo de estancia oceánica del CO<sub>2</sub> inyectado y
- efectos biológicos asociados.

El Programa de I+D de la AIE sobre los Gases Causantes del Efecto Invernadero ha examinado, mediante una serie de cuatro seminarios internacionales, los aspectos científicos clave y los problemas de aplicación práctica, incluyendo la legalidad y la aceptabilidad del concepto. Aunque ya se comentarán los aspectos legales, este informe se centra principalmente en los aspectos científicos. Necesariamente, a la hora de presentar una visión amplia del concepto mencionado posteriormente, existen aspectos que van más allá del punto de vista puro del GESAMP. Nos centraremos en las materias relevantes del GESAMP tras una sinopsis del concepto general de inyección oceánica.

### **El concepto y su posible aplicación**

En términos generales, la opción consiste en una secuencia de pasos a partir de la recuperación del CO<sub>2</sub> procedente del combustible fósil de los gases industriales y su inyección en el océano. Más adelante se resumen cada uno de los pasos y sus subopciones basadas principalmente en la revisión de Herzog *et al.* (1991).

#### **Captura de CO<sub>2</sub>**

Existen varias opciones para la captura de CO<sub>2</sub> de los gases industriales de las centrales eléctricas que utilizan como combustible el carbón. Las que se consideran con mayor detalle son:

a) Separación del aire/Reciclado del gas de combustión: Se separa el oxígeno del aire en una central preprocesadora. El carbón pulverizado se quema en una atmósfera de oxígeno y gas industrial reciclado.

Parte del gas industrial se recicla en el horno para mantener las tasas de transferencia del calor original a los componentes de la caldera. El vapor de agua se separa del CO<sub>2</sub> mediante condensación y absorción en un deshidratante reciclable (trietilenglicol).

b) Depuración del gas industrial con un solvente reciclable: El CO<sub>2</sub> procedente del gas de combustión se depura con un solvente, monoetanolamina. El solvente se libera del CO<sub>2</sub> en un paso de regeneración y reciclado.

c) Fraccionamiento criogénico del CO<sub>2</sub> del gas de combustión: El CO<sub>2</sub> procedente del gas industrial se separa de los demás gases mediante la absorción criogénica en varios pasos y la destilación.

d) Recuperación del CO<sub>2</sub> mediante la difusión selectiva por membrana: El CO<sub>2</sub> procedente del gas industrial se separa de otros gases mediante membranas de polímeros.

e) Depuración del gas de combustión con agua de mar: El CO<sub>2</sub> del gas industrial se absorbe directamente a presiones atmosféricas o elevadas en el agua de mar.

El proceso que requiere el menor aumento de energía es el de la separación del aire/reciclado del gas de combustión, que puede recuperar esencialmente todo el CO<sub>2</sub> del gas industrial. Este proceso necesita aproximadamente el 30 % del contenido total de energía del carbón combustible y reduce del 35 al 25 la eficacia térmica de una central de potencia típica. Además, el coste de la instalación del sistema de separación del aire/reciclado del gas industrial en una estación eléctrica típica que genera 500 MW (e) es del orden de 250 000 dólares. Por razones técnicas, la depuración con agua de mar sólo sería aplicable en las centrales eléctricas costeras y exige tal cantidad de capital y energía que se descartó como una opción viable por Herzog *et al.* (1991). Todas las demás opciones tienen demandas de energía superiores y reducen la eficacia térmica de las centrales a menos del 20 %.

### Transporte al lugar de almacenamiento

El CO<sub>2</sub> capturado tiene que acondicionarse de forma transportable a cualquier lugar de almacenamiento, como el depósito continental profundo, o a una localización para la inyección marina. Para otras opciones, el CO<sub>2</sub> puede encontrarse en forma gaseosa, líquida o sólida. Sin embargo, el equilibrio entre los costes nominales y de operación de la licuefacción (coste nominal: 70M \$ (1,6/t CO<sub>2</sub>); coste de la operación: 80 kW/t CO<sub>2</sub> (4 \$/t CO<sub>2</sub>) para una central de 600 MW (e)), de solidificación (coste nominal: 188M \$ (4,3 \$/t CO<sub>2</sub>); coste de la operación: 166kW/t CO<sub>2</sub> (8,3 \$/t CO<sub>2</sub>) para una central de 500MW (e)) y el transporte asociado con la inyección marina sugiere que la forma líquida es la más económica (coste del transporte menor de 10 \$/t CO<sub>2</sub>/1.000 km) (Ormerod, 1995). Es posible transportar el CO<sub>2</sub> líquido mediante tuberías o en contenedores presurizados desde las distintas centrales individuales a puntos comunes de recogida adecuados para la inyección marina, aunque una combinación de consideraciones geográficas y económicas podrían dominar la selección de una mezcla particular de procesos de transporte para una estación determinada. El Programa de I+D de la AIE sobre los Gases Causantes del Efecto Invernadero está valorando también otras opciones para la utilización del CO<sub>2</sub>, como en la fabricación química, aumentando la recuperación del petróleo y a través de la fijación directa e indirecta (Riemer, 1994), pero estas opciones no se van a comentar aquí.

### Almacenamiento del CO<sub>2</sub> capturado

Existen varias alternativas para el almacenamiento del CO<sub>2</sub> capturado. Estas son: la colocación en los acuíferos terrestres profundos; colocación en los depósitos agotados de petróleo y gas; colocación en un depósito terrestre aislado y la inyección marina. Claramente, la capacidad de almacenamiento de los mares es superior a la de cualquier otro lugar potencial de almacenamiento. En este análisis trataremos sólo la opción de almacenamiento oceánico.

### Inyección marina de CO<sub>2</sub>

Existen dos formas alternativas de inyección marina de CO<sub>2</sub>: la inyección del CO<sub>2</sub> líquido en el agua de mar a profundidad o el aislamiento del CO<sub>2</sub> en forma sólida, líquida o hidratada o por debajo del fondo marino. La forma actual de inyección presenta dos alternativas adicionales: descarga de las tuberías que discurren desde la orilla a través de la plataforma continental, o de la descarga de los barcos. Se han citado las opciones específicas por Haugan y Drange (1995) como:

- Colocación en forma sólida (hielo seco). Los bloques de hielo seco vertidos (p.ej., procedentes de un barco) se sumergirán hacia el suelo del océano con una disolución parcial en la columna de agua y la disolución del resto en el suelo del mar.
- Colocación del CO<sub>2</sub> líquido a una profundidad donde sea más denso que el agua de mar (3.000 m). Si esto se realiza en el suelo marino, se espera que el CO<sub>2</sub> rellene las depresiones topográficas y sólo se disuelva lentamente a través de una capa hidratada (clatrato de CO<sub>2</sub>) en el agua marina situada por encima.
- Colocación del CO<sub>2</sub> en forma de un depósito de hidrato en el suelo marino.
- Inyección del CO<sub>2</sub> a profundidades intermedias (1.500 m) donde el CO<sub>2</sub> puro es menos denso que el agua marina, produciendo un penacho de burbujas o gotas que emergen, teniendo lugar la disolución final a la profundidad de la inyección o cerca de ella.
- Inyección del CO<sub>2</sub> a profundidades intermedias, como aquéllas en las que el aumento de la densidad del agua de mar debida al enriquecimiento en CO<sub>2</sub> llega a ser apreciable, produciendo por tanto una corriente de gravedad a lo largo del fondo de la pendiente hacia la profundidad oceánica.
- Disolución del gas de combustión no separado directamente en el agua marina en la central, con el posterior transporte del agua enriquecida en la profundidad oceánica mediante una tubería.

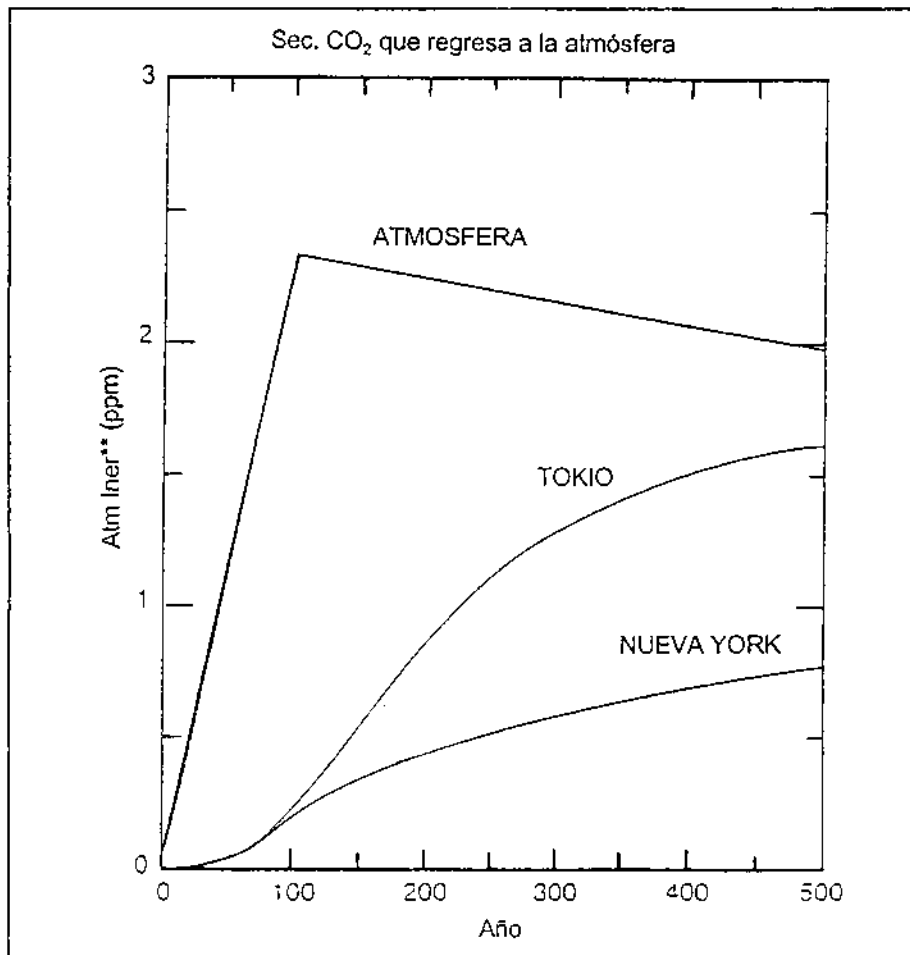


Figura 1. Regreso previsto del CO<sub>2</sub> secuestrado hacia la atmósfera durante 100 años de secuestro que comienzan en el año 2.000 (océano postindustrial) a una profundidad entre 900 y 1.500 m para dos lugares, uno cercano a Tokio y el otro cerca de Nueva York. La curva de la atmósfera indica el efecto del CO<sub>2</sub> sobre la concentración atmosférica sin secuestro basada en el consumo de un combustible fósil antropogénico (según de Bacastow y Dewey, 1996).

La inyección del dióxido de carbono tiene que realizarse, como ya se ha mencionado, a profundidades intermedias o superiores por debajo de la termoclina principal para asegurar su retención a escalas de tiempo razonables. En el caso del Pacífico, las aguas profundas están hiposaturadas con  $\text{CO}_2$  y los tiempos de permanencia son mayores que los del Atlántico. Sin embargo, el Atlántico tiene una mayor abundancia de sedimentos calcáreos que pueden proporcionar capacidad tamponadora. Todos estos aspectos se refieren a la cuestión científica asociada con esta opción paliativa: ¿Cuál es el tiempo de retención para el  $\text{CO}_2$  inyectado?. Las respuestas preliminares a esta cuestión las han dado por Bacastow y Dewey (1996), quienes hicieron predicciones de la velocidad de regreso del  $\text{CO}_2$  secuestrado a la atmósfera después de la inyección en el océano a profundidades de 900-1.500 m en Tokio y Nueva York durante un período de un siglo. Estas predicciones se realizaron para condiciones oceánicas preindustriales (Figura 1) y postindustriales (Figura 2), pero omite los efectos de los sedimentos de carbonato cálcico sobre el reabastecimiento de los iones de  $\text{CO}_3$ . La diferencia entre las condiciones preindustriales y postindustriales es que estas últimas contribuyen al equilibrio del mar con la liberación atmosférica de  $\text{CO}_2$  hasta el año 2.000 y la reacción del  $\text{CO}_2$  asimilado por el océano con el ión carbonato para formar bicarbonato:

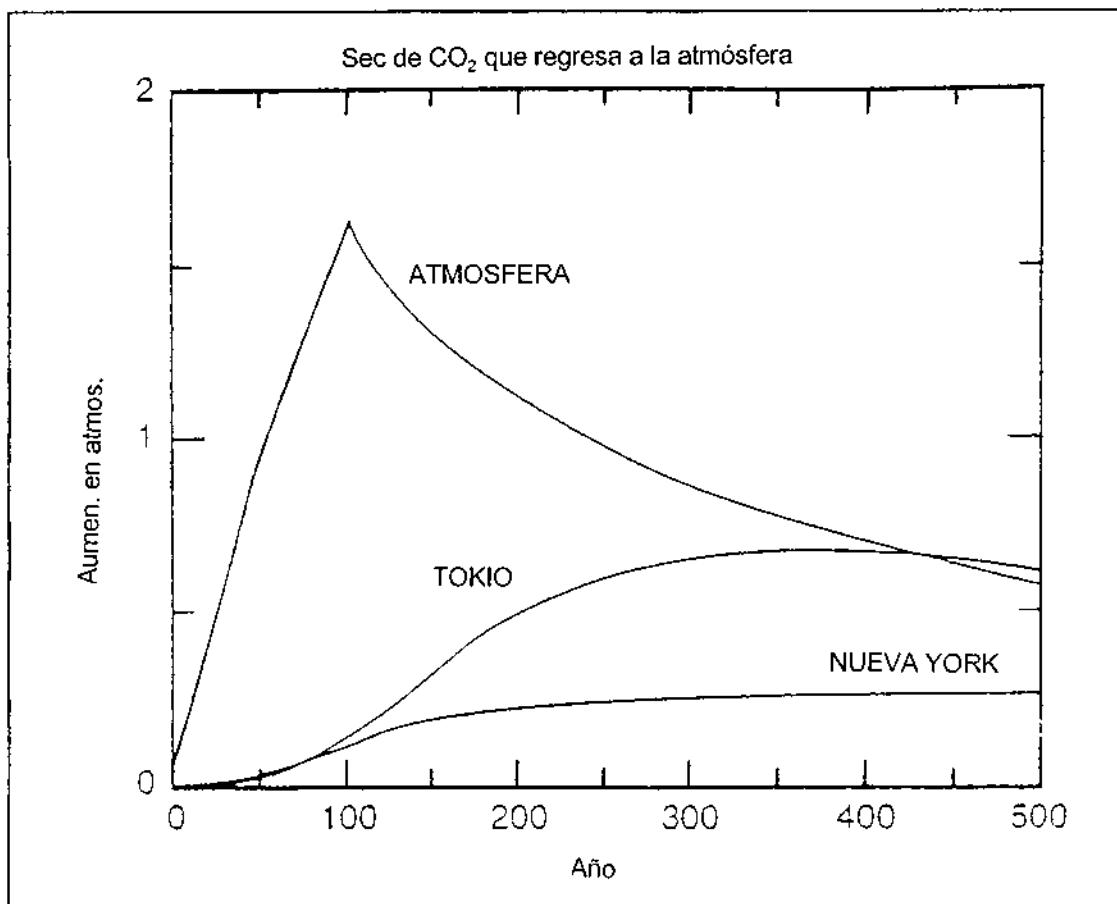
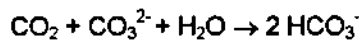


Figura 2. Regreso previsto del  $\text{CO}_2$  secuestrado a la atmósfera durante 100 años de secuestro que comienzan en el año 2 000 (océano preindustrial) a una profundidad entre 900 y 1.500 para dos lugares, una cerca de Tokio y la otra cerca de Nueva York. La curva de atmósfera indica el efecto del  $\text{CO}_2$  sobre la concentración atmosférica sin secuestro basada en el consumo de un combustible fósil antropogénico (según Bacastow y Dewey, 1996).

La solubilidad del  $\text{CO}_2$  en el agua marina es relativamente pequeña. Los iones carbonato neutralizan el aumento de  $\text{CO}_2$  que penetra en el océano como resultado de la liberación antropogénica, a medida que disminuye la concentración del ión carbonato, la capacidad tamponadora disminuye y aumenta la  $\text{pCO}_2$ .

Esto tiende a dirigir el  $\text{CO}_2$  secuestrado desde el océano. Los sedimentos de carbonato tienen el potencial para reabastecer el ión bicarbonato, pero no se han considerado en los modelos utilizados para obtener estas predicciones. Puede conseguirse una idea de los efectos de la disolución de carbonato cálcico de la Figura 3, que ilustra el aumento de  $\text{CO}_2$  atmosférico con el tiempo, como una función de la colocación de todo el  $\text{CO}_2$  de una central de 1.000 MW (e) a dos profundidades alternativas (719 m y 3.300 m) (según Cole *et al.*, 1995).

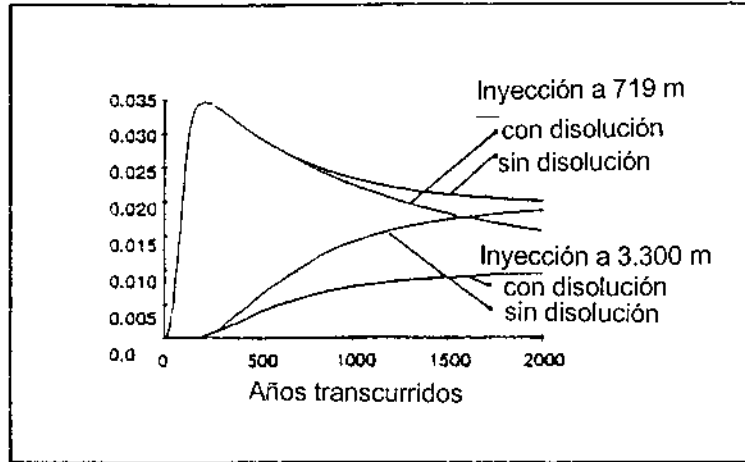


Figura 3. Aumento del  $\text{CO}_2$  atmosférico en función del tiempo para la descarga marina desde una central de 1.000 MW(e) a profundidades intermedias y bálticas (según Cole *et al.*, 1995)

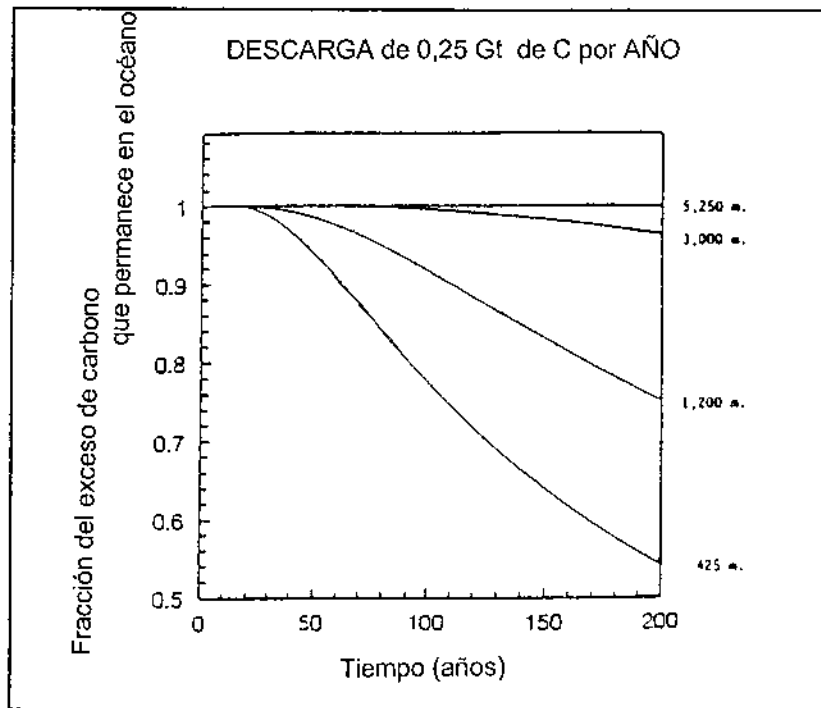


Figura 4. Fracción de  $\text{CO}_2$  retenido en función del tiempo para la inyección oceánica a varias profundidades (según Wong y Matear, 1995)

Puede apreciarse la idoneidad de la inyección de  $\text{CO}_2$  a gran profundidad en la Figura 4, que ilustra la fracción de  $\text{CO}_2$  retenido en el océano con el tiempo durante el tiempo posterior a la inyección a profundidades diferentes (según Wong y Matear, 1995). De forma similar, los beneficios mundiales de la colocación de grandes proporciones de las emisiones de  $\text{CO}_2$  del combustible fósil futuro al océano pueden observarse en la Figura 5, que muestra un aumento del  $\text{CO}_2$  atmosférico como función de la inyección profunda de proporciones diferentes de  $\text{CO}_2$  procedente del combustible fósil (según Cole *et al.*, 1995).



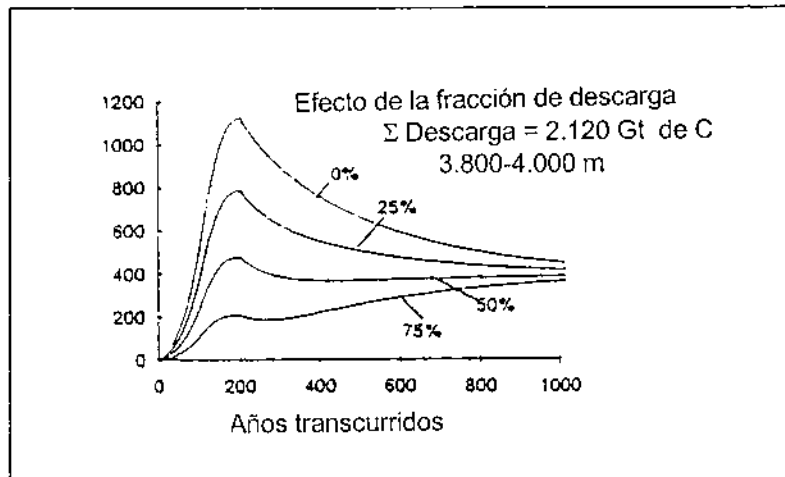


Figura 5. Aumento del  $\text{CO}_2$  atmosférico en el tiempo después de la inyección profunda de diferentes proporciones de  $\text{CO}_2$  combustible fósil total (según Cole *et al.*, 1995)

Puede realizarse la inyección marina a profundidades intermedias en forma de  $\text{CO}_2$  líquido, que flota positivamente y tiende a emerger en forma de gotas líquidas desde cualquier punto de su liberación. Con tasas de flujo pequeñas, las burbujas se forman lentamente y se rompen cuando las fuerzas de flotabilidad superan a las fuerzas de tensión superficial. Con tasas de flujo moderadas, el momento del líquido adquiere importancia y se forma un chorro de líquido en el orificio de liberación. El chorro aumenta de longitud al incrementarse el flujo hasta el punto en el que domina la inestabilidad y el chorro se desintegra en gotas. A tasas de flujo muy altas, la corriente se atomiza en gotitas en el orificio de liberación. A la vista de los grandes volúmenes de  $\text{CO}_2$  que es probable que se generen para su descarga, incluso a partir de centrales eléctricas únicas, es probable que las eliminaciones se produzcan en forma de chorro o atomización.

El interés principal de los estudios actuales sobre la descarga del  $\text{CO}_2$  se centra fundamentalmente en la inyección de  $\text{CO}_2$  líquido a profundidades intermedias por motivos económicos y técnicos. Nakashiki *et al.* (1995) realizaron un resumen de las opciones de inyección de  $\text{CO}_2$  líquido en el océano. El método alternativo de descarga se basa en el  $\text{CO}_2$  sólido mediante el lanzamiento (vertido) desde barcos o la colocación sobre el fondo del mar o en su interior. Los costes de este método de descarga son más elevados debido al mayor coste de la solidificación y las necesidades de transporte hasta el lugar de descarga. El  $\text{CO}_2$  es más denso ( $= 1,56 \text{ kg/dm}^3$ ) que el agua de mar y por lo tanto puede sumergirse hasta la profundidad si se vierte desde los barcos. La tecnología actual no tiene capacidad para situar el dióxido de carbono sólido sobre la superficie del fondo del mar o en su interior de otro modo que no sea vertiéndolo desde embarcaciones en forma de bloques de  $\text{CO}_2$  sin contenedor o contenido en latas con la forma adecuada o "penetradores", que puedan introducirse en el fondo del mar y quedar bien enterrados.

### Efectos medioambientales

Los efectos medioambientales pueden subdividirse en los asociados con la liberación de  $\text{CO}_2$  en el agua de mar a profundidades intermedias y los asociados con la descarga de  $\text{CO}_2$  sólido o líquido sobre el fondo del mar. En esta fase, se desestima la colocación intencionada de  $\text{CO}_2$  sólido en el interior de los sedimentos pelágicos porque se trata de una opción costosa y porque es probable que las consecuencias coincidan en parte con las asociadas a la descarga de  $\text{CO}_2$  sólido en el fondo del mar.

Se ha previsto que la introducción de grandes cantidades de  $\text{CO}_2$ , representativas del  $\text{CO}_2$  producido por una central de energía alimentada por carbón, directamente en el fondo del océano, produce un agua de mar con un pH de 7 o menor, que persiste a lo largo de una distancia de docenas de kilómetros desde el punto de liberación. Se han previsto también los efectos a distancia, en pequeñas cantidades de agua aislada, a cientos de kilómetros desde el lugar de liberación. El ecosistema marino puede verse afectado por una o más de las razones siguientes (Ommerod y Angel, 1996):

Un pH  $< 6,5$  mantenido en el agua es letal para muchos de los organismos de las costas marinas y es de prever que las especies oceánicas sean más sensibles. Los pequeños descensos del pH producirán efectos casi letales sobre la reproducción, el crecimiento, las tasas metabólicas y la longevidad. Las

bacterias marinas, que son las responsables de la remineralización y reciclado del carbono orgánico, presentan reducciones en su tasa metabólica y velocidad de crecimiento con un pH de 6,0. A pesar de que los organismos pueden resistir períodos breves (varios minutos) con un pH muy reducido (Herzog *et al.*, 1995), los conocimientos limitados sobre la tolerancia fisiológica de las especies costeras próximas a la orilla indican que un pH ambiental situado del orden de 7,0-7,5 sería el límite inferior de la tolerancia para algunas especies.

Los estratos de agua con pH bajo dentro de la profundidad del mar pueden actuar como barreras fisiológicas a la migración vertical dial, estacional y ontogenética de los organismos marinos. La migración vertical dial se produce en la columna de agua a profundidades de 1.000 m y el alcance batimétrico de algunos migradores dial se extiende a una profundidad de 1.600 m en las vertientes continentales.

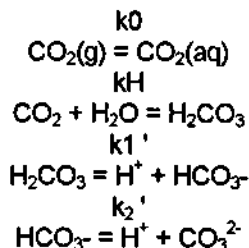
La productividad primaria y la actividad béntica están a menudo potenciadas alrededor de las grietas de los arrecifes. Hay también zonas donde los recursos vivos están siendo explotados en la actualidad o es probable que se exploten en el futuro; la liberación de CO<sub>2</sub> en esas regiones probablemente vaya acompañada de un grado mayor de agresión hacia los procesos medioambientales y la explotación de los recursos vivos que en el mar abierto alejado de los límites continentales.

No es probable que los organismos bénticos del mar profundo, que han evolucionado en entornos que son extremadamente estables desde el punto de vista químico, muestren tolerancia o resistencia a las fluctuaciones de las características químicas más allá de su experiencia normal. Sin embargo, en un trabajo reciente se ha revelado un grado mayor de tolerancia al área natural de perturbación (por ejemplo, a las alteraciones mecánicas, modificaciones estacionales del aporte de carbono y, en algunas regiones, la intensa presión de oxígeno estacional) de lo que sería de esperar.

Estos impactos biológicos posibles indican la necesidad de soluciones de ingeniería más sofisticadas que aumenten la dispersión del CO<sub>2</sub> a partir de una fuente puntual y que causen reducciones de pH más pequeñas.

#### Química

Las reacciones químicas básicas que intervienen en la asimilación del CO<sub>2</sub> son las siguientes:



donde  $k_0$  es el coeficiente de solubilidad del CO<sub>2</sub> en el agua de mar,  $k_H$  es la constante de hidratación y  $k_1'$  y  $k_2'$  las constantes de disociación primera y segunda aparentes del ácido carbónico. La concentración del ión carbonato en el agua de mar es una medida importante de la capacidad de tamponación de los océanos. Los iones carbonato neutralizan el CO<sub>2</sub> que penetra en el agua de mar a través de la reacción:



El CO<sub>2</sub> se neutraliza también mediante el carbonato cálcico presente en las partículas en suspensión o en el sedimento a través de la reacción:



Se ha calculado que la cantidad de CaCO<sub>3</sub> disponible para neutralización en el conjunto de los sedimentos del mar es de 4,9 Gt de C, según Broecker y Takahashi (1977). El CO<sub>2</sub> biógeno del norte del Océano Pacífico es abundante debido a la productividad elevada y ya ha consumido el CaCO<sub>3</sub> sedimentario a través de la neutralización. La profundidad de compensación del carbonato, o lisoclina, por debajo de la cual el carbonato no se acumula o lo hace escasamente en las pendientes de los sedimentos de más de 5 km de profundidad en el ecuador hasta cerca de 3 km en las islas Aleutianas.

Por consiguiente, hay diferencias considerables en la disponibilidad de  $\text{CaCO}_3$  entre los océanos, con cerca del 50 % en el Atlántico, 25 % en el Indico y un 25 % en el Pacífico a pesar de los contrastes de sus respectivas superficies.

Hay otra característica combinada de la química asociada con la asimilación del  $\text{CO}_2$  que guarda relación directa con la forma de inyección del  $\text{CO}_2$  y sus consecuencias. Es la formación y la estabilidad de hidrato de  $\text{CO}_2$  sólido (o clatrato) como  $\text{CO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{CO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  en las condiciones oceánicas. En la figura 6 se presenta un segmento del diagrama de fase del sistema hidrato de  $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  para una composición media del hidrato de  $\text{CO}_2 \cdot 7,3\text{H}_2\text{O}$  a lo largo de un rango de temperatura de  $-10^\circ\text{C}$  a  $+12^\circ\text{C}$  y un rango de presión de 8 a 50 atmósferas (ca. 80-500 metros de profundidad) según Uchida *et al.* (1995).

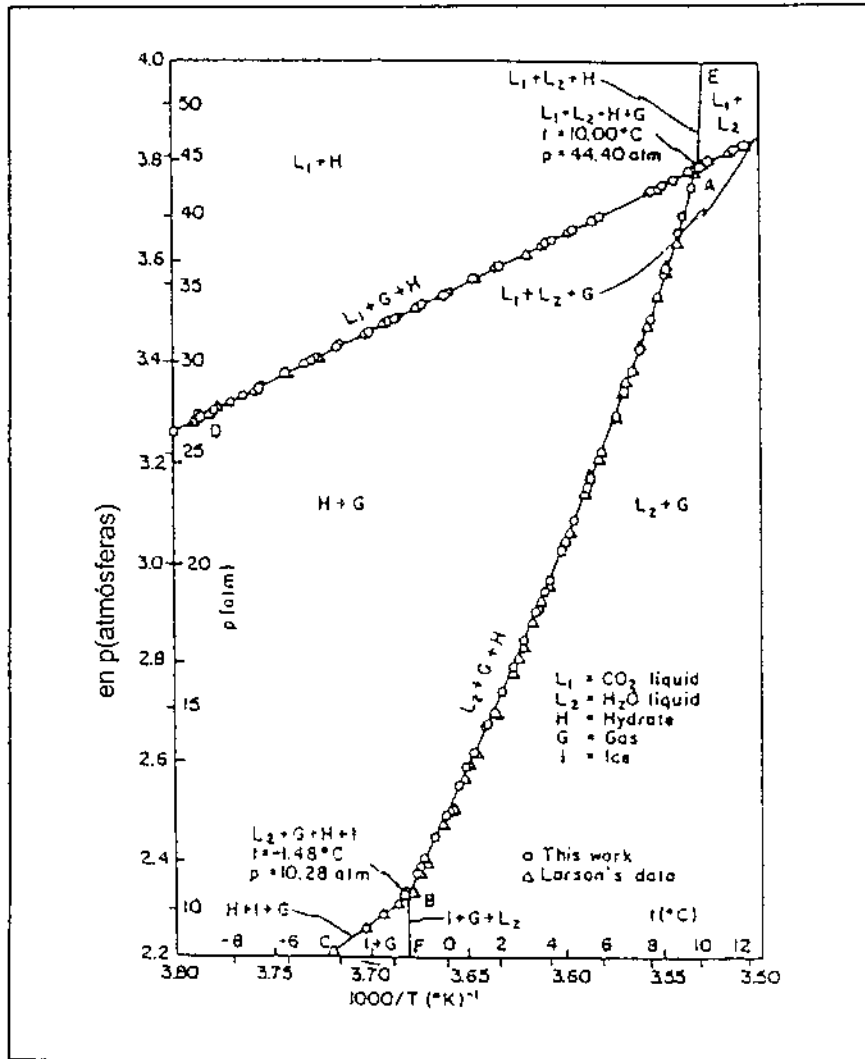


Figura 6. Diagrama de fase derivado experimentalmente del sistema hidrato de  $\text{CO}_2$  - $\text{H}_2\text{O}$  con  $\text{CO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $n = 7,3$ ) (según Uchida *et al.*, 1995)

Tomando un rango de  $0^\circ\text{C}$  a  $4^\circ\text{C}$  como gama de las temperaturas de la profundidad del océano, el hidrato de  $\text{CO}_2$  adquiriría importancia a unas profundidades que superen las 12-20 atmósferas o 100-200 metros. El hidrato de  $\text{CO}_2$  se forma evidentemente alrededor de las gotitas de  $\text{CO}_2$  líquido a profundidades de 500 m (Honda *et al.*, 1995) y como una capa de contacto situada entre el  $\text{CO}_2$  líquido y el agua de mar a profundidades mayores según la tasa de asimilación del  $\text{CO}_2$ . Sin embargo, está presente como una sustancia transitoria de contacto y, por lo tanto, tiene una importancia limitada en términos de efectos a gran escala. Para la descarga de  $\text{CO}_2$  sólido o líquido en las profundidades bálticas de las cuencas oceánicas principales, donde es más probable que el hidrato de  $\text{CO}_2$  permanezca estable, habrán de considerarse con más detalle sus efectos (físicos, químicos y biológicos). El clatrato sólido de  $\text{CO}_2$  es más denso ( $= 1,13 \text{ kg/dm}^3$ ) que el  $\text{CO}_2$  líquido ( $= 0,857 \text{ kg/dm}^3$ ) o el agua de mar y por lo tanto puede hundirse

hasta el suelo del océano. En cuanto a la inyección de CO<sub>2</sub> sólido y líquido a profundidades extremas, persiste la incertidumbre y la preocupación acerca de la estabilidad y la vida del clatrato de CO<sub>2</sub> en condiciones bálticas de los océanos Shindo *et al.* (1995) estudiaron la formación y la estabilidad del hidrato de CO<sub>2</sub> e informaron de que parecía que la formación del hidrato se inicia lentamente en una mezcla de agua y CO<sub>2</sub> gaseoso a presión alta pero que el hidrato de CO<sub>2</sub> se forma rápidamente y es estable en presencia de CO<sub>2</sub> líquido. Por lo tanto, se asume que la formación del hidrato se produce principalmente en el CO<sub>2</sub> líquido, no en el agua. El hidrato de CO<sub>2</sub> cubre el CO<sub>2</sub> líquido y dificulta su disolución en agua. Esto implica la interrupción de la formación del hidrato de CO<sub>2</sub> en presencia de CO<sub>2</sub> líquido. Por lo tanto, aunque los diagramas de fase construidos de Uchida *et al.* (1995) y de Wadsley (1995) muestran que con los regímenes con presión alta y temperatura positiva baja el CO<sub>2</sub> coexistirá en las formas líquidas, como clatrato y gaseosa, siendo poco probable que el clatrato persista mucho más allá de la vida del CO<sub>2</sub> líquido. Wadsley (1995) también ha propuesto la posibilidad de que se formen yeso sólido (CaSO<sub>4</sub> · nH<sub>2</sub>O) y carbonato sódico de hidrógeno sólido (NaHCO<sub>3</sub>).

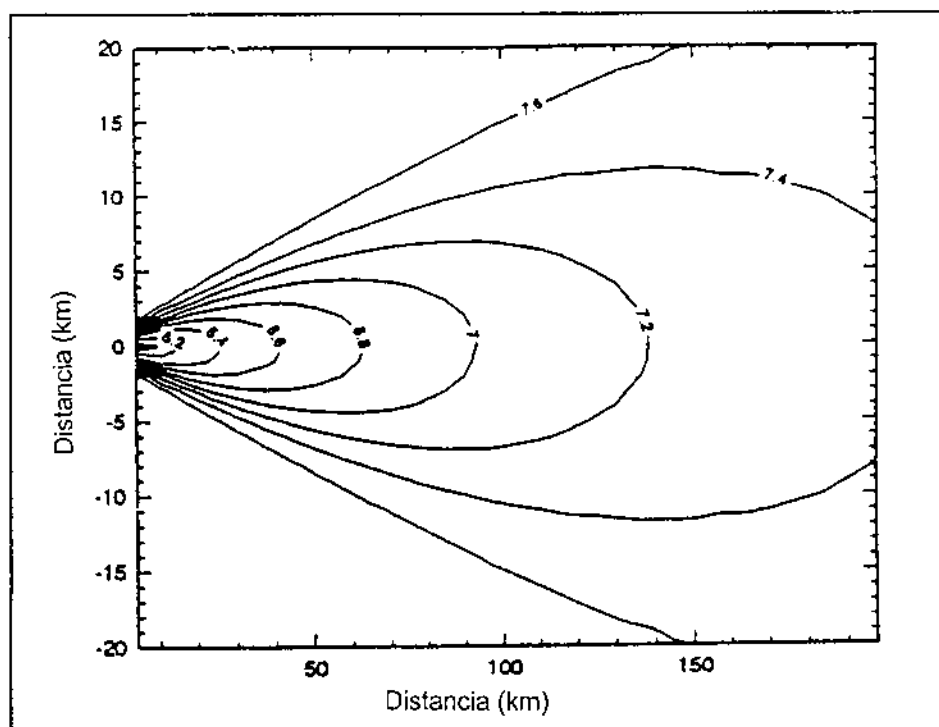


Figura 7. Distribución del pH a una profundidad de 1.000 m correspondiente a la liberación de un penacho de gotas procedente de una central en una corriente de 5 cm/s (según Auerbach *et al.*, 1996)

#### Inyección de CO<sub>2</sub> líquido en el agua del mar a una profundidad intermedia (aprox. 1.000 m)

En este caso, cabe asumir que la formación del clatrato de CO<sub>2</sub> es improbable que sea un problema persistente a pesar de que puede aparecer como una sustancia transitoria en la superficie de las burbujas líquidas de CO<sub>2</sub> originadas a partir de un chorro turbulento de CO<sub>2</sub> líquido. La preocupación principal se asocia con el pH reducido durante la neutralización del CO<sub>2</sub> inyectado como CO<sub>2</sub> líquido en el agua de mar de profundidad intermedia a partir de una conducción, por ejemplo. Desde el punto de vista físico podemos imaginarnos dos escenarios: una liberación ilimitada a profundidades de 1.000-1.500 m que forman un penacho de gotas (chorro turbulento de flujo alto) y una liberación confinada (en un recipiente de mezclas que crea una mezcla densa líquida según describieron Adam *et al.*, 1995) a 500-1.000 m en forma de un penacho denso sumergido. Auerbach *et al.* (1996) han evaluado estos dos escenarios en cuanto a la liberación de CO<sub>2</sub> a partir de una central eléctrica individual de 500 MW(e) y de 10 centrales de estas características. Gran parte del análisis siguiente procede de este trabajo. En la tabla 1 se presentan los resultados de las liberaciones planteadas para determinar la extensión y la magnitud de la reducción del pH en las aguas receptoras. La escala del penacho desde una central individual con una liberación sin límites se presentan en la figura 7 a modo de representación diagramática de la extensión de la reducción del pH.

Tabla 1

Resumen de las liberaciones modeladas (según Auerbach *et al.*, 1996)

Escenario	Volumen de agua con pH<7 (km <sup>3</sup> )	Distancia hasta pH=7 (km)	pH mínimo (después de la disolución)	pH mínimo (régimen de difusión)
Penacho de gotas				
1 central	1.8	23	5.5	6.0
10 centrales	130	60	5.5	6.0
Penacho denso				
1 planta	7.2	95	4.0	5.7
10 plantas	510	690	4.0	5.5

Después de establecida la escala de cambios del pH, es necesario analizar los efectos probables sobre la biota nativa. Auerbach *et al.* (1996) calcularon la sensibilidad al pH de varios zooplancton y bentos y utilizaron estos datos tabulados para generar las tasas de mortalidad en función del pH y del tiempo de exposición de los organismos pasivos (figura 8). Sin duda, para los organismos no móviles que permanecían períodos de más de 100 horas en el penacho, las condiciones de pH < 6 representan esencialmente la mortalidad total y el pH < 6,3 cerca del 50 % de mortalidad. Sin embargo, la modelación del campo de exposición de los organismos pasivos para la liberación sin límites y la liberación limitada, a pesar de que se trate de una inyección de CO<sub>2</sub> procedente de una única central eléctrica, generó las distribuciones deficitarias de zooplancton que aparecen en la figura 9 para el penacho de gotas sin límites y en la figura 10 para las descargas de CO<sub>2</sub> líquido con penacho denso limitado.

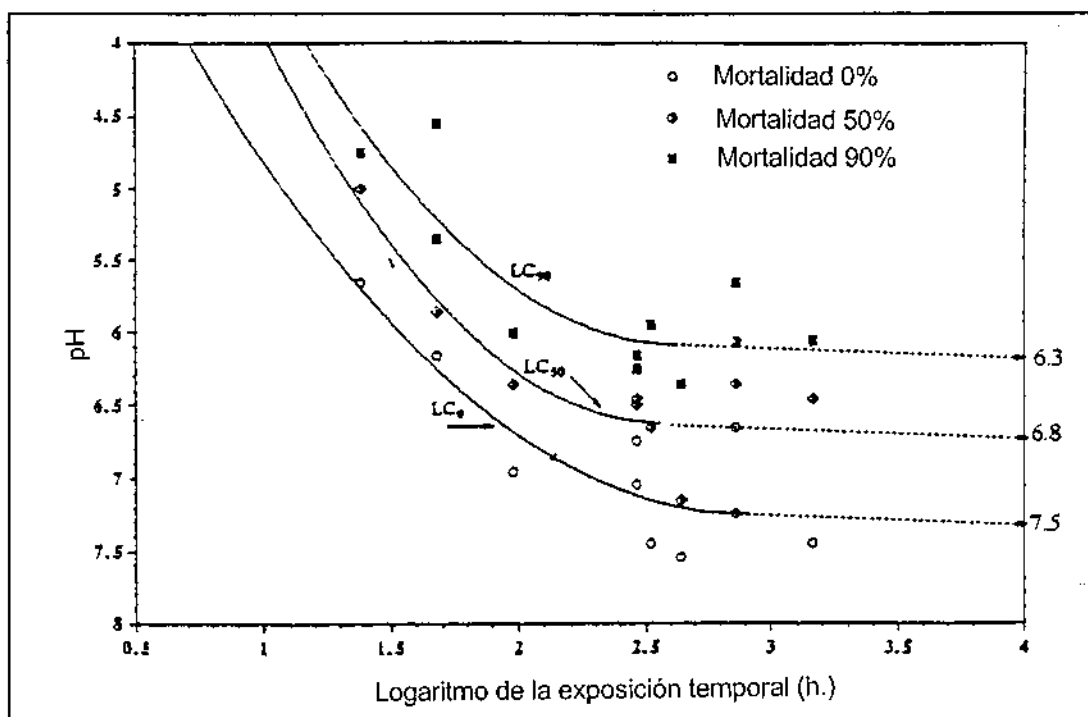


Figura 8. Mortalidad en función de la exposición a un pH reducido y del tiempo de exposición (según Auerbach *et al.*, 1996)

A pesar de que el déficit de zooplancton debido a la mortalidad en el penacho generado por liberación de gotas no es importante, solo del 5 % de la población total en cualquier punto, la extensión geográfica de los efectos biológicos posibles sobre el zooplancton es bastante extensa. El déficit aparece por debajo del punto de inyección de CO<sub>2</sub> debido a que existe una exposición límite antes de la cual no hay mortalidad. Por el contrario, el déficit de zooplancton debido a la mortalidad en el penacho denso es notable y se extiende a gran escala en la distancia (100-200 km longitudinalmente y 1-2 km transversalmente). Debido a que el efecto del pH no es lineal y proporcional al tiempo, un número mayor de organismos están

expuestos a un pH menor durante períodos mayores de tiempo en este escenario, con un impacto mayor que el del penacho de gotas. Debe destacarse que el escenario de 10 centrales no es un múltiplo lineal de un escenario con una sola central. El impacto relativo depende de la magnitud de las tasas de liberación de  $\text{CO}_2$ .

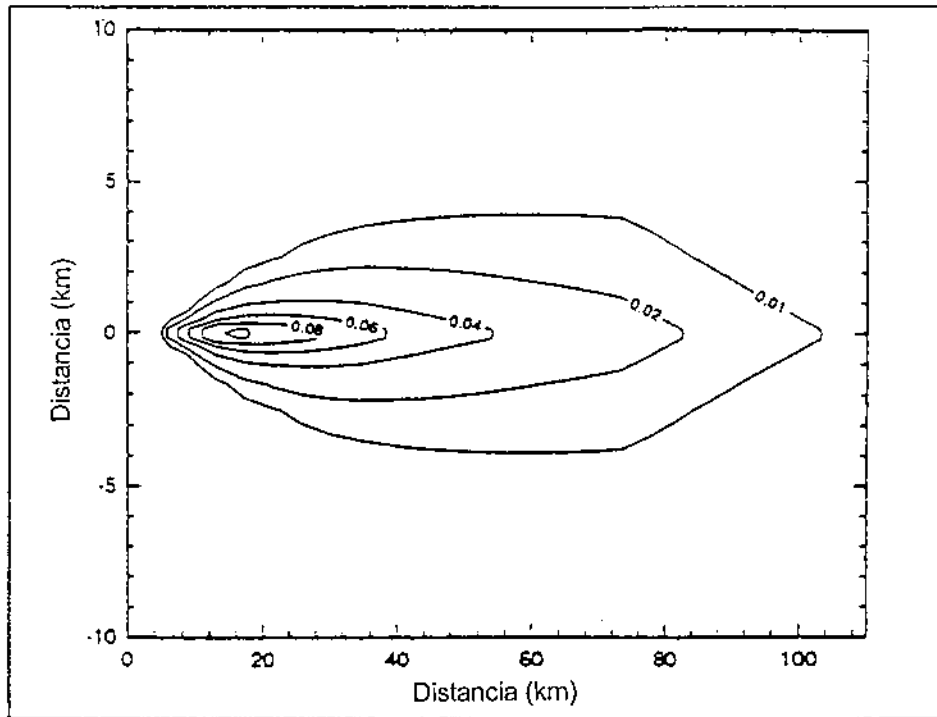


Figura 9. Déficit de zooplacton debido a la mortalidad causada por un penacho de gotas generado por una central (según Auerbach *et al.*, 1996)

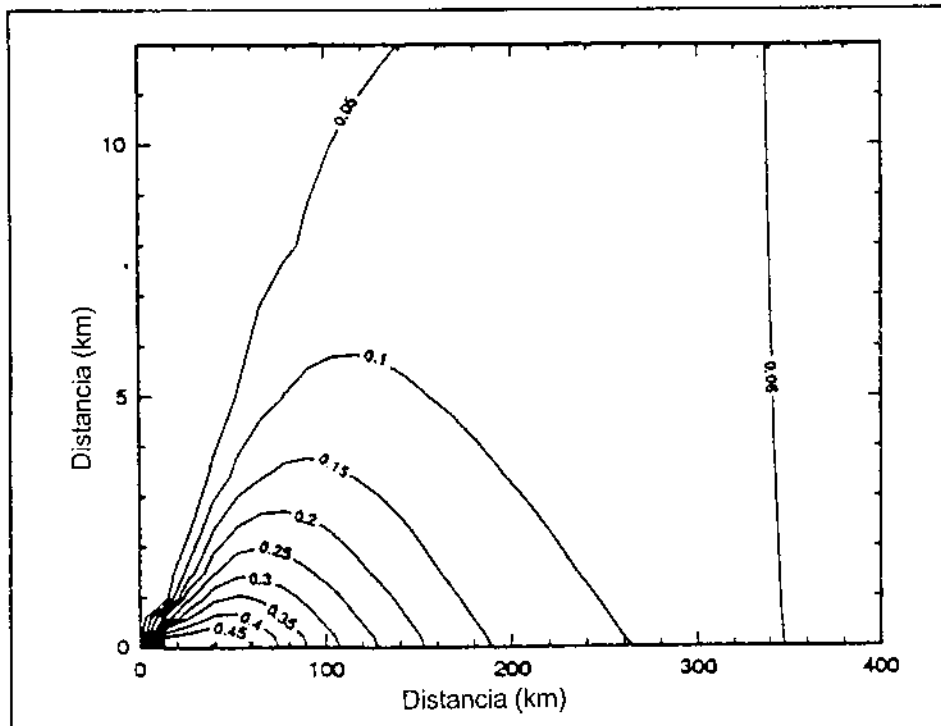


Figura 10. Déficit de zooplacton debido a la mortalidad provocada por una columna de humo denso procedente de una central (en Auerbach *et al.*, 1996)

Como se ha señalado antes, hay varios aspectos preocupantes adicionales relacionados con los efectos biológicos de la inyección de CO<sub>2</sub>, como son los efectos causados por los contaminantes recuperados de los gases de combustión (óxido nítrico y sulfúrico y oligocontaminantes inorgánicos), el efecto del aumento de la presión parcial de CO<sub>2</sub>, la disolución del carbonato cálcico biógeno vivo y muerto, los efectos térmicos como el shock térmico, y los cambios de pH sobre la actividad bacteriológica en la profundidad del mar. Además de los contaminantes de los gases de combustión, que no son tolerados por los solventes utilizados para la recuperación del CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, requieren ser depurados antes de la recuperación del CO<sub>2</sub>, es necesaria la realización de una serie de evaluaciones detalladas de estos factores adicionales así como de los conocimientos biológicos y bioquímicos de los organismos de la profundidad del mar.

Por lo tanto, parece que la capacidad para generar efectos biológicos es considerable en las escalas de distancia de aproximadamente 100 km desde el punto de descarga del CO<sub>2</sub> líquido a profundidades intermedias aunque no cabe duda de que esto depende del tamaño y número de difusores y de la velocidad de inyección. Por supuesto, también deben aclararse la longevidad y la tasa probables de formación de hidrato de CO<sub>2</sub> en la descarga y si puede aceptarse con seguridad que los hidratos son transitorios y de escasa trascendencia.

### Descarga de CO<sub>2</sub> sólido

Por motivos técnicos y económicos, la descarga de CO<sub>2</sub> sólido (hielo seco) parece ser una opción poco atractiva salvo que se realice desde barcos. Sin embargo, el vertido desde barcos está regulado por la Convención de Londres de 1992 sobre contaminación marina por vertido de residuos y otras materias. En 1993, las partes contratantes de esta convención adoptaron la prohibición de verter residuos industriales (definidos como "residuos generados por las actividades de fabricación o procesamiento", pero con una lista no exhaustiva de materiales que no se consideran residuos industriales) al mar, que entró en vigor el 1 de enero de 1996. Por lo tanto, parece improbable, salvo que la Convención pueda modificar su postura para permitir el vertido de CO<sub>2</sub> desde barcos, que alguna de las partes actuales de la convención, como los países de la OCDE excepto Austria y Turquía, puedan otorgar la aprobación a este tipo de prácticas. Además, debe destacarse que podría aplicarse la misma conclusión a la descarga de CO<sub>2</sub> líquido desde barcos y plataformas, puesto que entrarían en el alcance de la Convención de Londres de 1972.

Sin embargo, para ofrecer una exposición completa de la situación, conviene examinar los efectos probables del vertido de CO<sub>2</sub> sólido al océano. La densidad del CO<sub>2</sub> sólido (= 1,565 kg/dm<sup>3</sup>) garantiza que los bloques grandes se sumergen y se disuelven durante el descenso como consecuencia de la absorción térmica del agua circundante. Como ya se ha mencionado, la liberación segura del CO<sub>2</sub> sólido al fondo del mar requeriría la utilización de recipientes degradables o penetradores del sedimento que liberaran el CO<sub>2</sub> sólido a varios metros de profundidad en el interior de los sedimentos pelágicos.

Auerbach *et al.* (1996) también han elaborado el modelo del descenso de bloques de hielo seco lanzados a la superficie del océano considerando las tasas de disolución determinadas experimentalmente y un coeficiente de difusión que tuvo en cuenta los efectos de estela y la turbulencia ambiental en la columna de agua. El impacto del vertido de hielo seco sin recipiente en la columna de agua parece que son mínimos debido al rango de profundidad extenso en el que se produce la disolución. En el modelo de Auerbach *et al.*, el pH marino no descendió nunca por debajo de 5 y el radio en el que la disminución del pH superó el pH de 6 se hallaba dentro de los 200 m de la línea central de descenso. El modelo de vertido y disolución de un bloque de hielo seco se basaba en las tasas de disolución obtenidas experimentalmente por el Japanese Central Research Institute of the Electric Power Industry (CRIEPI) (Nakashiki *et al.*, 1991) y en el uso de un coeficiente de difusión que considera los efectos de estela y la turbulencia ambiental en la columna de agua (Auerbach *et al.*, 1996). Aproximadamente la mitad de la masa del bloque inicial de hielo seco de 3 metros persistía después del descenso en caída libre hasta 3.000 metros (Ormerod, comunicación personal).

La descarga de una proporción importante del CO<sub>2</sub> combustible fósil procedente de las centrales eléctricas directamente al fondo del mar en forma de hielo seco, asumiendo que este método de descarga fuera factible, traería consigo algunos motivos de preocupación. el primero se relaciona con la formación y la longevidad de hidratos del CO<sub>2</sub> sólido. Se forman claramente para reducir la velocidad de disolución del CO<sub>2</sub> líquido. ¿Persistirían el tiempo suficiente para cubrir porciones del fondo del mar con la muerte consiguiente de la epifauna y endofauna? La respuesta a esta pregunta depende en gran medida de la cantidad de CO<sub>2</sub> eliminado en una zona concreta y de las tasas previstas de disolución del CO<sub>2</sub> líquido

responsables de la formación de hidratos interfaciales de CO<sub>2</sub> sólido. Otras preguntas relacionadas con la anterior son: ¿Cuáles serían los efectos de la disolución localizada del carbonato cálcico y sobre la actividad bacteriológica en los sedimentos afectados? Parece que estas, junto con una serie de preguntas sobre aspectos químicos y bacteriológicos, no tiene respuesta en este momento.

#### **Estado actual de los estudios de viabilidad y deficiencias más notables**

Nos hallamos todavía en una fase muy precoz del proceso de adquisición de información relevante sobre los impactos de todos los métodos de inyección oceánica de CO<sub>2</sub> o, de hecho, del desarrollo de propuestas firmes para la inyección oceánica como medida paliativa del cambio climático mundial, para considerar las limitaciones de los conocimientos contemporáneos o la naturaleza incompleta de las evaluaciones del impacto de esta práctica como aspectos de preocupación urgente y grave en este momento. Los países de la OCDE interesados en investigar la viabilidad de esta opción paliativa están colaborando con el Programa de I+D de la AIE sobre los Gases Causantes del Efecto Invernadero. Parecen coincidir completamente con las disposiciones de la Convención sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas (FCCC), que entró en vigor en 1994 y que ha sido ratificada en la actualidad por 157 naciones. Su objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de gases retenidas en la atmósfera como consecuencia del efecto invernadero a un nivel que impida la interferencia peligrosa con el sistema climático. Proporciona unas directrices generales y recomendaciones asociadas con un sistema para reducir el calentamiento mundial y otorga autoridad a las partes para considerar los océanos cuando evalúen métodos para reducir el calentamiento mundial. Los países signatarios de la Convención se han comprometido a promover el "control mantenido de los ecosistemas terrestres y marinos como depósitos y reservorios de los gases del efecto invernadero (no clorofluorocarbonados)". En este contexto, la inmersión implica un "proceso que elimina de la atmósfera los gases del efecto invernadero" y un reservorio significa el "almacenamiento de un gas del efecto invernadero". Esto corresponde a una postura radicalmente diferente comparada con la de las convenciones previas que se ocupaban de la protección de sectores individuales del medio ambiente, como los océanos.

Por lo tanto, no solo deben valorarse las cuestiones científicas sino también los aspectos sociales y legales. La opción paliativa no es urgente en el contexto del consumo previsto de combustibles fósiles pero es digna de evaluación. En este sentido, los aspectos relacionados con el impacto sobre el medio ambiente marino solo pueden considerarse en un contexto más amplio, p. ej., el entorno global y el beneficio neto que ofrece a la sociedad esta medida. Cualquier evaluación del beneficio neto deberá considerar las consecuencias globales de cualquier posible práctica de este tipo y el equilibrio entre las ventajas y las desventajas que tienen dimensiones ambientales, económicas, técnicas, legales y sociales.

En la presente fase, no parece haber ninguna necesidad acuciante para que el GESAMP, dado que su función se limita a los aspectos estrictamente relacionados con el medio ambiente marino, participe con más intensidad en el tratamiento de esta cuestión. No obstante, el GESAMP debe, basándose en sus miembros, mantenerse al tanto de la evolución y los avances alcanzados en el marco del Programa de I+D sobre Gases Causantes del Efecto Invernadero y prepararse para ofrecer asesoramiento al respecto en caso de que así se le solicite por parte de las agencias patrocinadoras de las Naciones Unidas.

#### **Nota de agradecimientos**

El GESAMP desea expresar su agradecimiento a J. Michael Bewers, autor del primer texto del presente documento, así como a John Cambell y Bill Ormond, que amablemente se prestaron a revisar el borrador antes de su envío al GESAMP.

#### **Referencias**

- Adams, E.E., D. Golomb, X.Y. Zhang y H.J. Herzog, 1995. Confined release of CO<sub>2</sub> into shallow seawater. En Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 153-164.
- Auerbach, D., J. Caulfield, H. Herzog y E. Adams, 1996. Environmental impacts of ocean disposal of CO<sub>2</sub>. En Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 - Environmental Impact (W. Ormerod y M. Angel, Eds.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Junio 1996, 41- 55.



- Bacastow, R.B. y R.K. Dewey, 1996. Effectiveness of CO<sub>2</sub> sequestration in the post-industrial ocean. En *Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 1 - Ocean Circulation* (W. Ormerod, Ed.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Cheltenham, Reino Unido, 25-34.
- Broecker, W.S. y T. Takahashi, 1977. Neutralization of fossil fuel CO<sub>2</sub> by marine calcium carbonate. En *The Fate of Fossil Fuel CO<sub>2</sub> in the Oceans* (N.R. Andersen y A. Malahoff, Eds.), Plenum Press, Nueva York, 213-241.
- Cole, K.H., G.R. Stegen y D. Spencer, 1995. The capacity of the deep oceans to absorb carbon dioxide. En *Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide* (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 143-152.
- Handa, N., K. Yamada, H. Sakai, M. Takahashi y T. Ohsumi, 1995. Summary of discussion on the direct ocean disposal of CO<sub>2</sub>. En *Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide* (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 265-266.
- Haugan, P.M. y H. Drange, 1995. Disposal options in view of ocean circulation. En *Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide* (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 123-141.
- Herzog, H., H. Golomb y S. Zemba, 1991. Feasibility, modeling and economics of sequestering power plant CO<sub>2</sub> emissions in the deep ocean. *Environmental Progress*, 10, 64-74.
- Herzog, H., E. Adams, D. Auerbach y J. Caulfield, 1995. Technology assessment of CO<sub>2</sub> ocean disposal. Report MIT-EL 95-001, Energy Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Febrero 28, 1995.
- Honda, M., J. Hashimoto, J. Naka y H. Hotta, 1995. CO<sub>2</sub> hydrate formation and inversion of density between liquid CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O in deep sea: Experimental study using submersible Shinkai 6500. En *Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide* (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 35-43.
- Nakashiki, N., T. Ohsumi y K. Shitashima, 1991. Sequestering of CO<sub>2</sub> in the Deep Ocean: Fall velocity and dissolution rate of solid CO<sub>2</sub> in the ocean. Technical Report EU91003, Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko, Japan. (Citado en Auerbach *et al.*, 1996)
- Nakashiki, N., T. Ohsumi y N. Katano, 1995. Technical view on CO<sub>2</sub> transportation onto the deep ocean floor and dispersion at intermediate depths. En *Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide* (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 183-193.
- Nihous, G.C. y S.M. Masutani, 1996. Globally-averaged atmospheric and oceanic models for the prediction of carbon dioxide concentrations. En *Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 1 - Ocean Circulation* (W. Ormerod, Ed.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Cheltenham, Reino Unido, 35-52.
- Omori, M., C.P. Norman, M. Maeda, B. Kimura y M. Takahashi, 1996. Some considerations of the environmental impact of oceanic disposal of CO<sub>2</sub> with special reference to midwater organisms. En *Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 - Environmental Impact* (W. Ormerod y M. Angel, Eds.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Junio 1996, 83-98.
- Ormerod, W., 1995 (Ed). Transport & environmental aspects of carbon dioxide sequestration. Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Cheltenham, U.K., Report No. IEAGHG/SR5, Febrero, 1995, 122 pp.
- Ormerod, W. y M. Angel (Eds.), 1996. Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 - Environmental Impact. Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Junio 1996, 131 pp.

- Pörtner, H.-O. y A. Reipschläger, 1996. Ocean disposal of anthropogenic CO<sub>2</sub>: Physiological effects on tolerant and intolerant animals. En Ocean Storage of Carbon Dioxide: Workshop 2 - Environmental Impact (W. Ormerod y M. Angel, Eds.), Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Junio 1996, 57-81.
- Riemer, P. (Ed.), 1994. The utilization of carbon dioxide from fossil fuel fired power stations. Report No. IEAGHG/SR4, Greenhouse Gas R&D Programme, International Energy Agency, Septiembre 1994, 368 pp.
- Shindo, Y., Y. Fujioka, Y. Yanagisawa, T. Hakuta y H. Komiyama, 1995. Formation and stability of CO<sub>2</sub> hydrate. En Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 217-231.
- Uchida, T., T. Hondoh, S. Mae y J. Kawabata, 1995. Physical data of CO<sub>2</sub> hydrate. En Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 45-61.
- Wadsley, M.W., 1995. Thermodynamics of multi-phase equilibria in the CO<sub>2</sub>-seawater system. En Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japan, 195-216.
- Wong, C.S. y R. Matear, 1995. Fate and effects of disposed CO<sub>2</sub> for scenarios in the North Pacific Ocean. En Direct Ocean Disposal of Carbon Dioxide (N. Handa y T. Ohsumi, Eds.), Terrapub, Tokyo, Japón, 103-122.

## Anexo VII

**FUENTES Y ACTIVIDADES TERRESTRES QUE AFECTAN  
A LA CALIDAD Y A LOS USOS DEL MEDIO AMBIENTAL MARINO,  
COSTERO Y DE AGUA DULCE  
(plan inicial/contenido para la revisión global)**

**1 RESUMEN EJECUTIVO**

**2. ANTECEDENTES:** Información sobre los antecedentes que conducen a la preparación del estudio y sobre los procedimientos seguidos en dicha preparación.

**3. INTRODUCCION:** Una descripción concisa que ponga de relieve los principales aspectos de:

- (i) los procesos y condiciones naturales que están a la base de la "salud" ecológica y la interdependencia de los mares, zonas costeras y el medio ambiente de aguas dulces asociadas;
- (ii) los impactos antropogénicos sobre dichos procesos y situaciones, con especial referencia a actividades terrestres pertinentes e importantes; y
- (iii) las repercusiones socio-económicas de los cambios antropogénicos en los procesos y condiciones naturales. Se hace especial hincapié en los contaminantes transportados por el aire y por las aguas de los ríos y las consecuencias de los cambios provocados por el hombre en los regímenes hidrológicos (por ejemplo, la excesiva explotación de los acuíferos costeros y la eliminación de las aguas superficiales).

**4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PROBLEMAS<sup>1</sup>:** Convendría que en esta parte central del informe se identificaran y cuantificaran, siempre que sea posible, la naturaleza, magnitud y gravedad de los problemas (efectos e impactos, que incluyen los impactos económicos, sociales y culturales) que plantean las actividades terrestres. Se tendrían que analizar las tendencias relativas a los efectos e impactos. Las evaluaciones globales se basarán, en gran medida, en las revisiones regionales y en los datos e información existentes. Por consiguiente, reviste una importancia crucial la armonización de las revisiones regionales. Se seguiría el esquema Presión-Estado/Impacto-Respuesta para ayudar a garantizar que, del estudio, se derivará información pertinente para la formulación de políticas.

**4.1 Naturaleza y gravedad de los problemas:** La naturaleza y gravedad de los problemas que plantean las actividades terrestres se deberían identificar y evaluar con relación a:

- (i) la seguridad alimenticia y el alivio de la pobreza;
- (ii) la salud pública;
- (iii) los recursos costeros y marinos y la salud del ecosistema, que incluye la diversidad biológica; y
- (iv) los beneficios y usos económicos y sociales, entre los que se incluyen los valores culturales.

---

<sup>1</sup>La distribución y las anotaciones de los apartados 4 y 7 siguen el enfoque recomendado en el Programa Mundial de Acción para la Protección del Medio Marino a partir de las Actividades Terrestres (GPA) para la "identificación y evaluación de los problemas" y "el establecimiento de prioridades en el desarrollo de la acción- a nivel nacional (PNUMA (OCA)/LBA/IG. 2.7, párrafos 21 y 22). Una forma alternativa de abordar la sección 4 sería tratando la identificación y la evaluación de los problemas en las subsecciones organizadas según las principales fuentes de los problemas (por ejemplo, agricultura, industria, comercio, urbanización en la costa, turismo, acuicultura, alteraciones de los regímenes hidrológicos, etc.)

**4.2 Fuentes de degradación:** Se deberían considerar tres fuentes de degradación de gran importancia:

- (i) **fuentes costeras y fuentes puntuales corriente arriba**, como instalaciones para el tratamiento de aguas residuales, instalaciones industriales, centrales eléctricas, instalaciones militares, complejos recreativos y turísticos, obras de construcción (por ejemplo, diques, construcciones en la costa, obras en puertos y expansión urbana), minería costera (por ejemplo, arena y gravilla), centros de investigación, acuicultura, modificación del hábitat (por ejemplo, dragados, bonificación de pantanos o eliminación de zonas de manglares) y la introducción de especies invasoras;
- (ii) **fuentes costeras y fuentes no puntuales (difusas) corriente arriba**, como residuos líquidos urbanos, escorrentía agrícola y hortícola, escorrentía forestal, escorrentía de mineros, residuos líquidos de la construcción, vertederos y zonas de desechos peligrosos, y la erosión debida a la modificación material de las características costeras; y
- (iii) **sedimentación atmosférica** causada por el transporte (por ej.: emisiones de vehículos), centrales eléctricas e instalaciones industriales, incineradores y operaciones agrícolas.

**4.3 Contaminantes:** Se deberían analizar los asuntos relacionados con los principales contaminantes o grupo de contaminantes (fuentes, cantidades, niveles, trayectoria, efectos, etc.). Los contaminantes de particular interés son: aguas residuales, contaminantes orgánicos persistentes, sustancias radioactivas, metales pesados, aceites (hidrocarburos), nutrientes, movilización de sedimentos y basura.

**4.4 Alteraciones físicas:** El subapartado también debería contemplar la modificación y destrucción del hábitat en zonas preocupantes.

**4.5 Zonas preocupantes:** Consideración de los problemas de las zonas vulnerables o especialmente afectadas, tales como:

- (i) hábitats de importancia fundamental, entre los que se incluyen los arrecifes de coral, terrenos pantanosos, fondo de algas marinas, lagunas costeras y bosques de manglares;
- (ii) hábitats de especies amenazadas de extinción;
- (iii) componentes del ecosistema, entre los que se incluyen lugares de desove, viveros, caladeros y zonas de animales adultos;
- (iv) litorales;
- (v) divisorias costeras;
- (vi) estuarios y sus cuencas de drenaje;
- (vii) zonas costeras y marinas especialmente protegidas; y
- (viii) pequeñas islas.

**5. PROBLEMAS PREVISIBLES Y EMERGENTES:** La identificación de problemas previsibles y emergentes que afectan a las actividades terrestres o se ven afectados por ellas, entre los que se incluyen aquéllos relacionados con el cambio climático previsto y sus posibles impactos en el medio marino y costero.

**6. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS<sup>2</sup>:** Determinación de opciones para estrategias y medidas, que incluyen medios de carácter científico, técnico, tecnológico, político, jurídico, económico y medidas,

<sup>2</sup> Las anotaciones de este apartado siguen en gran medida el enfoque recomendado en el GPA para "la identificación, evaluación y selección de estrategias y medidas" en el desarrollo de la acción a nivel nacional (PNUMA(OCA)/LBA/IG.2/7, párrafo 26)

políticas y prácticas de gestión de recursos, que se podrían aplicar al tratar las prioridades determinadas para actuar. Se podrían incluir:

- (i) medidas para fomentar el uso sostenible de recursos costeros y marinos y para prevenir o reducir la degradación del medio marino;
- (ii) medidas para modificar los contaminantes u otras formas de degradación;
- (iii) medidas para prevenir, reducir o mejorar la degradación de las zonas afectadas;
- (iv) requisitos e incentivos para inducir al acatamiento de medidas;
- (v) identificación de las medidas institucionales necesarias para apoyar la puesta en práctica de las medidas y estrategias recomendadas;
- (vi) identificación de las necesidades investigadoras y de recogida de datos a corto y largo plazo; y
- (vii) desarrollo de sistemas de control e información sobre la calidad medioambiental.

Se deberían analizar los resultados, logros y eficacia de las estrategias, actividades y medidas seguidas en el pasado. Debería haber opciones para una posible solución de los problemas identificados, teniendo en cuenta las diversas condiciones socio-económicas en las que habrían de aplicarse, es decir, tendrían que tener cabida dentro de las capacidades económicas del país o grupo de países que han de aplicarlas, y tendrían que ser social y políticamente aceptables. Se deberían poner de relieve las restricciones económicas, financieras, jurídicas, técnicas, tecnológicas, científicas, institucionales y sociales aplicables al intentar mitigar y solventar los problemas identificados.

**7. PRIORIDADES PARA LA ACCION:** Las prioridades a la hora de intervenir se deben identificar partiendo de la evaluación facilitada en los apartados 4 y 5 del estudio. Deberían reflejar expresamente:

- (i) las preocupaciones reflejadas en el subapartado 4.1 en relación con las categorías de las fuentes (contaminantes, cambio físico y otros tipos de degradación y la fuente o práctica de la que emanan) y los afectados (incluidos sus usos y la importancia de sus características ecológicas); y
- (ii) los costes, beneficios y la posibilidad de intervenir, incluido el coste a largo plazo de no intervenir.

## **8. CONCLUSIONES PRINCIPALES Y RECOMENDACIONES**

**9. REFERENCIAS:** La revisión se preparará basándose en un análisis crítico y uso ecléctico de gran cantidad de información y datos (frecuentemente contradictorios). Por consiguiente, se recomienda que se identifique la fuente de los datos e información utilizados en la preparación de la revisión.

## Anexo VIII

**INFORME SOBRE EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE MARINO:  
UNA POSIBLE ESTRUCTURA/ENFOQUE**

## RESUMEN EJECUTIVO

## 1. INTRODUCCION

- antecedentes/historia
- finalidad
- mandato

## 2. ALCANCE Y ESTRUCTURA DEL INFORME

## 3. AREAS COSTERAS Y DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

3.1 etc *Subdivisiones que comprenden ecosistemas (regionales y/o funcionales) claramente definidos y bien caracterizados.*

3.1.1 etc *Para cada ecosistema, describáanse:*

- (a) los principales hábitat/comunidades, recursos y usos humanos;
- (b) los cambios que se producen (su naturaleza, alcance, intensidad, tendencias);
- (c) las causas de los cambios (naturales, antropogénicas);
- (d) la importancia de los cambios desde el punto de vista de:

- la productividad
- la sostenibilidad
- la biodiversidad
- sus efectos socioeconómicos
- la dinámica del ecosistema
- sus dimensiones locales, regionales & globales
- *(El Grupo de Trabajo deberá examinará si existen otros criterios pertinentes)*

## 4. EL MAR ABIERTO

*[Subdividir y realizar valoraciones como en la Sección 3]*

## 5. PROBLEMAS MAS IMPORTANTES

*[Centrar la atención en las regiones y ecosistemas más afectados; remitirse para ello a las Secciones 3 y 4. Téngase en cuenta que esta sección está destinada a poner de relieve los problemas más graves y que tengan dimensiones mundiales; la elección de los epígrafes es muy importante y debería reflejar el pensamiento innovador del Grupo sobre los problemas fundamentales y sobre la mejor manera de transmitir este pensamiento a los responsables de formular las políticas y a otras personas; se abre con ello la posibilidad de presentar y de poner de relieve las interrelaciones existentes; las tendencias, previsiones e impactos socioeconómicos se considerarán como factores que son parte integral del proceso de selección de los problemas (es decir, no son problemas por derecho propio). Se presentan a continuación algunos ejemplos de carácter provisional con la finalidad de estimular el pensamiento y el análisis en el seno del Grupo de Trabajo].*

P.ej.:

## 5.1 Disminución de las reservas de recursos naturales

- pérdida de hábitat y de biodiversidad
- pérdida de instalaciones y servicios de gran calidad para el esparcimiento, el turismo y el ocio
- sobreexplotación de poblaciones pesqueras

**5.2 Riesgos para la salud humana**

- patógenos
- sustancias contaminantes en los pescados y mariscos comestibles
- seguridad alimentaria
- toxinas de las algas

**5.3 Presiones sobre las zonas costeras**

- humanas
- económicas
- deficiencias en el manejo de aguas residuales
- cultivos marinos
- conflictos en su utilización

**5.4 Creciente contaminación resultante de prácticas industriales, agrícolas y de uso del suelo**

- insumos ribereños
- insumos atmosféricos
- respuestas biológicas

**5.5 Impactos producidos por actividades marítimas**

- riesgos derivados de la navegación
- introducción de especies exóticas
- construcción de puertos y embarcaderos
- mecanismos de respuesta a accidentes marinos

**5.6 Efectos potenciales de los cambios climáticos**

- físicos, biológicos, hidrológicos
- defensas costeras

**5.7 Amenazas para el funcionamiento del ecosistema****5.8 Lagunas críticas en la información****6. EVALUACION DE RESULTADOS**

- avance desde el último informe SOME
- aplicación de políticas
- planificación y gestión medioambientales
- investigación y seguimiento

**7. VALORACION GENERAL *(incluidas las tendencias y previsiones)*****8. RECOMENDACIONES****9. CONCLUSIONES**

### Reports and Studies GESAMP

The following reports and studies have been published so far. They are available from any of the organizations sponsoring GESAMP.

1. Report of the seventh session, London, 24-30 April 1975. (1975). Rep. Stud.GESAMP, (1):pag.var. Available also in French, Spanish and Russian
2. Review of harmful substances. (1976). Rep.Stud.GESAMP, (2):80 p.
3. Scientific criteria for the selection of sites for dumping of wastes into the sea. (1975). Rep.Stud. GESAMP, (3):21 p. Available also in French, Spanish and Russian
4. Report of the eighth session, Rome, 21-27 April 1976. (1976). Rep. Stud.GESAMP, (4):pag.var. Available also in French and Russian
5. Principles for developing coastal water quality criteria. (1976). Rep.Stud.GESAMP, (5):23 p.
6. Impact of oil on the marine environment. (1977). Rep.Stud.GESAMP, (6):250 p.
7. Scientific aspects of pollution arising from the exploration and exploitation of the sea-bed. (1977). Rep.Stud.GESAMP, (7):37 p.
8. Report of the ninth session, New York, 7-11 March 1977. (1977). Rep. Stud.GESAMP, (8):33 p. Available also in French and Russian
9. Report of the tenth session, Paris, 29 May - 2 June 1978. (1978). Rep. Stud.GESAMP, (9):pag.var. Available also in French, Spanish and Russian
10. Report of the eleventh session, Dubrovnik, 25-29 February 1980. (1980). Rep.Stud.GESAMP, (10):pag.var. Available also in French and Spanish
11. Marine Pollution implications of coastal area development. (1980). Rep. Stud.GESAMP, (11):114 p.
12. Monitoring biological variables related to marine pollution. (1980). Rep. Stud.GESAMP, (12):22 p. Available also in Russian
13. Interchange of pollutants between the atmosphere and the oceans. (1980). Rep.Stud.GESAMP, (13):55 p.
14. Report of the twelfth session, Geneva, 22-29 October 1981. (1981). Rep.Stud.GESAMP, (14):pag.var. Available also in French, Spanish and Russian



15. The review of the health of the oceans. (1982). Rep.Stud.GESAMP, (15):108 p.
16. Scientific criteria for the selection of waste disposal sites at sea. (1982). Rep.Stud.GESAMP, (16):60 p.
17. The evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships. (1982). Rep.Stud.GESAMP, (17):pag.var.
18. Report of the thirteenth session, Geneva, 28 February - 4 March 1983. (1983). Rep.Stud.GESAMP, (18):50 p. Available also in French, Spanish and Russian
19. An oceanographic model for the dispersion of wastes disposed of in the deep sea. (1983). Rep.Stud. GESAMP, (19):182 p.
20. Marine pollution implications of ocean energy development. (1984). Rep. Stud.GESAMP, (20):44 p.
21. Report of the fourteenth session, Vienna, 26-30 March 1984. (1984). Rep.Stud.GESAMP, (21):42 p. Available also in French, Spanish and Russian
22. Review of potentially harmful substances. Cadmium, lead and tin. (1985). Rep.Stud.GESAMP, (22):114 p.
23. Interchange of pollutants between the atmosphere and the oceans (part II). (1985). Rep.Stud. GESAMP, (23):55 p.
24. Thermal discharges in the marine environment. (1984). Rep.Stud. GESAMP, (24):44 p.
25. Report of the fifteenth session, New York, 25-29 March 1985. (1985). Rep.Stud.GESAMP, (25):49 p. Available also in French, Spanish and Russian
26. Atmospheric transport of contaminants into the Mediterranean region. (1985). Rep.Stud.GESAMP, (26):53 p.
27. Report of the sixteenth session, London, 17-21 March 1986. (1986). Rep. Stud.GESAMP, (27):74 p. Available also in French, Spanish and Russian
28. Review of potentially harmful substances. Arsenic, mercury and selenium. (1986). Rep.Stud. GESAMP, (28):172 p.
29. Review of potentially harmful substances. Organosilicon compounds (silanes and siloxanes). (1986). Published as UNEP Reg.Seas Rep.Stud., (78):24 p.

30. Environmental capacity. An approach to marine pollution prevention. (1986). Rep.Stud.GESAMP, (30):49 p.
31. Report of the seventeenth session, Rome, 30 March - 3 April 1987. (1987). Rep.Stud.GESAMP, (31):36 p. Available also in French, Spanish and Russian
32. Land-sea boundary flux of contaminants: contributions from rivers. (1987). Rep.Stud.GESAMP, (32):172 p.
33. Report on the eighteenth session, Paris, 11-15 April 1988. (1988). Rep. Stud.GESAMP, (33):56 p. Available also in French, Spanish and Russian
34. Review of potentially harmful substances. Nutrients. (1990). Rep.Stud. GESAMP, (34):40 p.
35. The evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships: Revision of GESAMP Reports and Studies No. 17. (1989). Rep.Stud. GESAMP, (35):pag.var.
36. Pollutant modification of atmospheric and oceanic processes and climate: some aspects of the problem. (1989). Rep.Stud.GESAMP, (36):35 p.
37. Report of the nineteenth session, Athens, 8-12 May 1989. (1989). Rep. Stud.GESAMP, (37):47 p. Available also in French, Spanish and Russian
38. Atmospheric input of trace species to the world ocean. (1989). Rep.Stud. GESAMP, (38):111 p.
39. The state of the marine environment. (1990). Rep.Stud.GESAMP, (39):111 p. Available also in Spanish as Inf.Estud.Progr.Mar.Reg.PNUMA, (115):87 p.
40. Long-term consequences of low-level marine contamination: An analytical approach. (1989). Rep. Stud.GESAMP, (40):14 p.
41. Report of the twentieth session, Geneva, 7-11 May 1990. (1990). Rep. Stud.GESAMP, (41):32 p. Available also in French, Spanish and Russian
42. Review of potentially harmful substances. Choosing priority organochlorines for marine hazard assessment. (1990). Rep.Stud. GESAMP, (42):10 p.
43. Coastal modelling. (1991). Rep.Stud.GESAMP, (43):187 p.
44. Report of the twenty-first session, London, 18-22 February 1991. (1991). Rep.Stud.GESAMP, (44):53 p. Available also in French, Spanish and Russian

45. Global strategies for marine environmental protection. (1991). Rep.Stud.GESAMP, (45):34 p.
46. Review of potentially harmful substances. Carcinogens: their significance as marine pollutants. (1991). Rep.Stud.GESAMP, (46):56 p.
47. Reducing environmental impacts of coastal aquaculture. (1991). Rep.Stud.GESAMP, (47):35 p.
48. Global changes and the air-sea exchange of chemicals. (1991). Rep.Stud.GESAMP, (48):69 p.
49. Report of the twenty-second session, Vienna, 9-13 February 1992. (1992). Rep.Stud.GESAMP, (49):56 p. Available also in French, Spanish and Russian
50. Impact of oil, individual hydrocarbons and related chemicals on the marine environment, including used lubricant oils, oil spill control agents and chemicals used offshore. (1993). Rep.Stud.GESAMP, (50):178 p.
51. Report of the twenty-third session, London, 19-23 April 1993. (1993). Rep.Stud.GESAMP, (51):41 p. Available also in French, Spanish and Russian
52. Anthropogenic influences on sediment discharge to the coastal zone and environmental consequences. (1994). Rep.Stud.GESAMP, (52):67 p.
53. Report of the twenty-fourth session, New York, 21-25 March 1994. (1994). Rep.Stud.GESAMP, (53):56 p. Available also in French, Spanish and Russian
54. Guidelines for marine environmental assessment. (1994). Rep.Stud.GESAMP, (54):28 p.
55. Biological indicators and their use in the measurement of the condition of the marine environment. (1995). Rep.Stud.GESAMP, (55):56 p. Available also in Russian
56. Report of the twenty-fifth session, Rome, 24-28 April 1995. (1995). Rep.Stud.GESAMP, (56):54 p. Available also in French, Spanish and Russian
57. Monitoring of ecological effects of coastal aquaculture wastes. (1996). Rep.Stud.GESAMP, (57):45 p.
58. The invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea. (1997). Rep.Stud.GESAMP, (58):84 p.
59. The sea-surface microlayer and its role in global change. (1995). Rep.Stud.GESAMP, (59):76 p.

60. Report of the twenty-sixth session, Paris, 25-29 March 1996. (1996). Rep.Stud.GESAMP, (60):29 p. Available also in French, Spanish and Russian
61. The contributions of science to integrated coastal management. (1996). Rep.Stud.GESAMP, (61):66 p.
62. Marine biodiversity: patterns, threats and development of a strategy for conservation. (1997). Rep.Stud.GESAMP, (62):24 p.
63. Report of the twenty-seventh session, Nairobi, 14-18 April 1997. (1997). Rep.Stud.GESAMP, (63):45 p. Available also in French, Spanish and Russian
64. Hazard assessment of ship's cargoes: Review of GESAMP Reports and Studies No. 35. (in preparation). Rep.Stud.GESAMP, (64)
65. Towards safe and effective use of chemicals in coastal aquaculture. (1997). Rep.Stud.GESAMP, (65):40 p.



