

ACTIVIDADES Y PROCESOS CONTAMINANTES DEL MEDIO MARINO EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL. SITUACIÓN ACTUAL. PROGRAMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

Julio Más Hernández

*Instituto Español de Oceanografía
(Centro Oceanográfico del Mar Menor)*

INTRODUCCIÓN

El Mar Mediterráneo presenta unas características geomorfológicas, oceanográficas, climáticas y socio-económicas que diferencian los procesos contaminantes de su medio marino con los que ocurren en otros mares del mundo.

En primer lugar su carácter de mar semicerrado y la ausencia de mareas fuerza al sistema a que actúe como una cuenca de concentración, (tiene aproximadamente 3 millones de kilómetros cuadrados, con una profundidad máxima de 3.800 metros) aspecto que no solamente se advierte en su mayor salinidad con respecto al Atlántico y a otros océanos, sino también en su contaminación.

La lenta renovación de sus aguas (estimadas según los diferentes autores entre 80/90 años, cifra que está en discusión y que podría suponer un periodo considerablemente mayor), intercambiadas a través de los estrechos de Suez y Gibraltar, hace que el efecto de los contaminantes permanezcan durante un tiempo de residencia notablemente mayor que en el de otros cuerpos de agua del planeta.

Las tensiones demográficas de este mar son enormes, más de 130 millones de personas viven en sus riberas, cifra que es casi duplicada cada año con la

afluencia de veraneantes (100 millones de turistas). Las previsiones de esta presión poblacional son alarmantes; para el año 2025 se calcula que los habitantes permanentes en las orillas del Mediterráneo superen los 217 millones de seres humanos.

Por otra parte se advierte un claro desequilibrio económico y tecnológico entre sus riberas norte y sur. Mientras que los países desarrollados del norte, acompañaron su despegue económico con la instalación de núcleos industriales, algunos de ellos muy contaminantes, los de la otra ribera comienzan ahora ese proceso.

En los Estados mediterráneos cada vez son más frecuentes los sistemas de agricultura intensiva, que precisan de un elevado aporte de abonos y pesticidas. En sus aguas discurre la sexta parte del tráfico marítimo mundial, y en sus orillas existen instalaciones muy perniciosas para el medio ambiente tales como: centrales nucleares, térmicas, industrias petroquímicas, añadiendo además todos los vertidos urbanos de sus pobladas ciudades que van a parar a la cuenca común en un porcentaje calculado en torno al 85 % sin depurar.

Ante estas circunstancias y condicionantes, las aguas y riberas del Mediterráneo se encuentran considerablemente alteradas. Hasta hace relativamente poco tiempo estos influjos negativos sólo eran visibles o mostraban claras evidencias en la zona costera, que paradójicamente es la más productiva desde el punto de vista de la generación de sus recursos vivos.

Pero hoy determinados indicios o síntomas de la globalidad del ecosistema, nos hace ver que también poblaciones de especies que se hallan alejadas de la costa o procesos que hasta ahora sólo se conocían en el litoral, están afectando en la actualidad a las aguas libres del centro de este mar.

MARCO LEGISLATIVO

Conscientes de la gravedad del problema diferentes marcos legislativos han sido dictados para proteger al mar de la contaminación, algunos de estos son de aplicación general, y otros como la Convención de Barcelona, y sus posteriores protocolos, están dirigidos específicamente al Mediterráneo.

Legislación que en materia de contaminación le es aplicable a dicho mar.

Convenio de Londres de 1954. Para la prevención de la contaminación del agua del mar por hidrocarburos, con enmiendas en 1962, 1969 y 1971.

Convenio de Londres de 1973. Prevención de la contaminación por hidrocarburos, por sustancias líquidas peligrosas transportadas en tanques, por sustancias peligrosas transportadas en embalajes, contenedores, tanques móviles, aguas residuales de los barcos y basuras de los barcos.

Convenio de 1972 sobre vertido de basuras. Procedentes de barcos, aviones, plataformas o trabajos en el mar.

Convenio de Bruselas de 29 de Noviembre de 1969. Intervención en alta mar en caso de accidentes que puedan causar contaminación por hidrocarburos.

Convenio de 29 de Noviembre de 1969. Sobre responsabilidades de los daños debidas a la contaminación por hidrocarburos.

Convenio de 18 de Diciembre de 1971. Fondo internacional para compensar los daños de la contaminación por hidrocarburos.

Convenio para la protección del Mar Mediterráneo 1976, Barcelona. También conocido como la Convención de Barcelona, que consta de 4 Protocolos Prevención de la contaminación en el Mediterráneo debida a las operaciones de vertidos de barcos y aviones (1976).

Aumento de la cooperación en la lucha contra la contaminación en el Mar Mediterráneo (por hidrocarburos y otras sustancias peligrosas) en situaciones críticas (1976).

Protección del Mediterráneo contra la contaminación procedente de tierra (1980).

Areas especialmente protegidas del Mediterráneo (1982)

Los Estados con costas en el Mediterráneo, como partes contratantes de la Convención de Barcelona y sus Protocolos, tienen la obligación legal de planificar y realizar programas de “monitoring” para ciertos contaminantes en diferentes compartimentos del medio marino (agua, sedimentos y biota). Y de informar sobre los resultados anuales obtenidos a la Unidad de Coordinación del Plan de Acción para el Mediterráneo, actualmente en su Fase II, denominada “Programa a largo plazo para el monitoring y estudio de la polución en el Mediterráneo”.

Desafortunadamente el grado de cumplimiento es muy bajo, y los resultados obtenidos hasta ahora de los estudios de monitoring, efectuados por algunos países costeros no han sido suficientes como para poder realizar una evaluación global del estado del medio marino mediterráneo, considerado en su totalidad.

Existen, además otros cuerpos legislativos que no son transnacionales, sino de la Administración Central, de las Comunidades Autónomas, etc., que implican determinadas normas legales referidas a la contaminación del mar.

Por otra parte el Plan de Acción prevee un vertido cero en el futuro, y la obligatoriedad progresiva de ir depurando un porcentaje cada vez más alto de los vertidos de aguas residuales urbanas. Sin embargo en parte por la dificultad de evaluación de la situación real tras años de estudios, además de por condicionantes sociales, económicos, políticos, etc, lo cierto es que los horizontes de imposición de medidas concretas no se cumplen y los compromisos se retrasan sistemáticamente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTAMINANTES Y DE SUS PROCESOS

Las actividades y procesos contaminantes en el mar pueden ponderarse según diferentes criterios; efectos sobre los recursos vivos y vida marina o ecosistemas, consecuencias sobre otros posibles usos como recreativos, turísticos, etc. Aunque sean los efectos perniciosos sobre la salud humana, bien directamente o a través de los alimentos marinos que el hombre consume, los que más atención reciben. De cualquier modo siendo prioritaria la protección de la salud humana, es necesario también establecer y mantener unos criterios de calidad del medio marino que sean ecológicamente aceptables.

Tres son los condicionantes que hacen potencialmente más peligroso un contaminante: toxicidad, bioacumulación y perdurabilidad o persistencia.

La toxicidad deriva de que el contaminante sea tóxico en sí mismo, por ejemplo los derivados del arsénico, el mercurio y otros elementos que están agrupados en las llamadas "listas negras". Bioacumulación es la capacidad de ser magnificadas sus concentraciones bien por los propios individuos o bien por medio de la cadena trófica.

Perdurabilidad o persistencia, tiempo medio de permanencia en el medio. Especialmente peligrosos son algunos compuestos de síntesis no naturales, que no pueden ser eliminados de los organismos, puesto que en la naturaleza no existen esas rutas metabólicas. De todos ellos los más longevos son los radionucléidos que pueden llegar a tener vidas medias de miles de años, aunque los efectos de algunos de los nuevos contaminantes (modernas sustancias) están aún por evaluar.

Por otra parte la metodología de estudio precisa que los análisis se realicen en los diferentes compartimentos del ecosistema (agua, sedimentos y organismos marinos), por lo tanto los distintos tipos de contaminantes deben ser medidos o evaluados desde los que se encuentran en disolución parcial o total en el agua del mar a los incluidos en los sedimentos del lecho marino y los contenidos en las diferentes partes del sistema biológico del mar (plancton, necton, bentos, etc.).

La Tabla I (ALBAIGES et al, 1989) muestra valores de diferentes tipos de contaminación en las distintas fracciones del ecosistema mediterráneo publicados por diversos autores, así como ejemplos de bioacumulación o magnificación biológica. Para dar una idea de qué forma se establece la bioacumulación o el paso de contaminantes a través de una cadena trófica se presenta esta del DDT en un estuario (Figura 1) WOODWELL (1967), que aunque realizada sobre un ecosistema no Mediterráneo es bastante didáctica. Esta sustancia, actualmente prohibida por diferentes legislaciones, es aún usada masivamente en algunos países en vías de desarrollo.

Los efectos combinados de cuenca de concentración junto con la bioacumulación pueden dar lugar a incrementos importantes de la contaminación en sus organismos. La Figura 2 (BERNHARD, 1985) muestra dos modelos predictivos de concentraciones de mercurio en pez espada (*Xiphias gladius*) y se observa como es claramente mayor la esperada para el Mediterráneo.

En muchas ocasiones es prácticamente imposible establecer mediciones tan completas y complejas, y hay que usar caminos más limitados. En estos casos lo más común es el empleo de bioindicadores y de estimadores ecológicos como; índices de densidad, riqueza específica, diversidad faunística o florística, etc. Algunos ejemplos aparecen en la Figura 3 (UNEP, 1989).

PRINCIPALES TIPOS DE CONTAMINANTES

Como anteriormente se ha dicho los criterios por los que pueden ser clasificados los contaminantes pueden ser muy variados, para sistematizar tradicionalmente se les ha ordenado en cuatro grandes grupos:

- Metales pesados
- Compuestos Orgánicos Persistentes
- Hidrocarburos
- Radionucléidos

Estos están considerados como los contaminantes clásicos, sin embargo hay que poner de manifiesto que los contaminantes que se estudian en la actualidad no són los únicos por estar universalmente aceptados, sino que hay nuevas sustancias (cuyo número sería elevadísimo citar) que lo son potencialmente, aunque todavía no hayan sido aceptados como tales. El reconocimiento técnico o legal de un contaminante lleva tiempo, y se acepta cuando está universalmente distribuido, y poco se puede hacer ya para evitar sus efectos negativos.

Por lo tanto otros contaminantes o procesos están adquiriendo cada vez mayor relevancia, tales como :

- Nutrientes y Materia Orgánica. Procesos de Eutrofización. Agregados Mucilaginosos. Mareas Rojas

- Residuos Sólidos Urbanos

- Contaminación Térmica

A los que habría que sumar otros tres aspectos, que también van aumentando su protagonismo :

- Efectos sobre los Organismos Marinos

- Efectos Acumulados o de Sinergia del Sistema

- Efectos Globales (Invernadero, Capa de Ozono)

Así como las consecuencias derivadas de epidemias y de la invasión de especies alóctonas, que en determinadas ocasiones también están alterando gravemente el ecosistema.

El monitoring químico no es suficiente y la determinación de las concentraciones de contaminantes en agua, sedimentos y organismos no basta para conocer la situación exacta del problema. Es necesario que se realicen estudios paralelos a los exclusivamente químicos en los que se tenga en cuenta los efectos bio-ecológicos de la contaminación, ya que es prioritario conocer el impacto sobre los organismos a diferentes niveles (celular, individual, poblacional y su relación con el resto del ecosistema). Se ha encontrado relación entre los hidrocarburos y determinados tipos de cáncer, y algunos de ellos como los aromáticos policíclicos (PAH) y los alifáticos son especialmente peligrosos.

La Tabla II resume las matrices de los principales tipos de contaminantes. A continuación pasaremos a describir brevemente cada uno de estos apartados.

METALES PESADOS

La práctica totalidad de los metales se encuentran presentes en disolución en el agua de mar, mientras que según la génesis y el tipo de cuencas las concentraciones en los sedimentos son variables. Sin embargo la actividad humana (por ejemplo la minería pero también la industria siderúrgica y otros vertidos urbanos y agrícolas) hace aumentar artificialmente estas concentraciones naturales. Los considerados más peligrosos son el Cd, Cu, Pb, Zn y Hg.

Las Figuras 4 (GUERRERO et al., 1990) y 5 (DE LEON et al., 1984) muestran dos ejemplos de este impacto provocado por una explotación minera en Portman, SE de la Península Ibérica, y de una red de seguimiento o monitoring en diferentes zonas de la costa mediterránea española.

Las siguientes; Figura 6 (MAS, 1983) y Tabla III, (DE LEON et al., 1984), pertenecen a las mismas zonas de estudio, aunque en este caso usando bioindicadores. Concretamente al mejillón mediterráneo *Mytilus galloprovincialis*, que es un potente filtrador, y a una especie del género *Patella*, ramoneador de los pisos superiores del litoral.

Con ambos métodos se aprecia un fuerte gradiente desde la fuente de contaminación, que va disminuyendo conforme nos alejamos del punto de vertido, así como el efecto de difusión de los ríos.

Observando otros eslabones de la cadena trófica, como el plancton y estimas comparativas de mamíferos marinos pelágicos del Mediterráneo y del Atlántico Tabla IV UNEP (1989), se advierten los procesos de magnificación desde el plancton hacia los consumidores secundarios y la diferencia de concentraciones entre los mamíferos marinos mediterráneos y los atlánticos.

COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES

Proceden fundamentalmente de la industria química, cuyo uso y producción ha aumentado en las últimas décadas, obteniéndose nuevos productos como fibras sintéticas, plásticos y polímeros. Por otra parte las necesidades de la moderna agricultura ha incrementado el uso y consumo de los pesticidas y fertilizantes. Al tratarse de nuevos compuestos es preciso hacer una calificación aunque sea de manera somera.

Los Organohalogenados son sustancias que combinan químicamente un elemento halógeno y carbono. Muy pocos de ellos se producen de forma natural,

la mayoría son producidos o emitidos por la industria, como producto o subproducto. En ocasiones su génesis es accidental tras la emisión de otros compuestos halogenados, que posteriormente reaccionan en el medio ambiente para formar nuevos compuestos clorados, a menudo más peligrosos todavía.

La mayoría de ellos son altamente tóxicos, ya que al ser sustancias ajenas al medio natural, los seres vivos no han desarrollado métodos específicos para su descomposición y eliminación. Son también muy estables, y por lo tanto persistentes, permaneciendo en el medio ambiente durante mucho tiempo (en algunos casos hasta cientos de años).

Son liposolubles y por lo tanto tienden a concentrarse en los tejidos grasos de los organismos marinos. Esta acumulación se biomagnifica al ser devorados por sus predadores, especialmente por aquellos que se encuentran en los eslabones más altos de la cadena trófica. Una vez acumulados en los tejidos grasos pueden pasar al sistema circulatorio y a la leche materna, siendo transferidos al feto, siendo este el sistema a través del cual los organohalogenados pueden perpetuarse de generación en generación.

Actualmente son casi 11.000 los organoclorados fabricados y se hallan presentes en el agua, aire y en los seres vivos de cualquier parte de la tierra, desde los fondos marinos hasta la estratosfera. Actúan de numerosas formas, interfiriendo algunos de los procesos biológicos más fundamentales; anomalías en el desarrollo larvario, daños en los sistemas inmunológicos, favorecen los procesos cancerígenos, provocan lesiones en el sistema nervioso, hepático, renal, etc.

Su comportamiento en el medio marino depende de sus propiedades químicas y físicas. Los compuestos más volátiles (CFCs y disolventes) tienden a evaporarse y a entrar en la atmósfera, descomponiéndose lentamente y destruyendo la capa de ozono de la atmósfera superior. Los compuestos aromáticos (PCBs, DDT, Dieldrin, Dioxinas) son menos volátiles (semivolátiles) y tienden a acumularse en los sedimentos y a penetrar en la cadena trófica.

Algunos ejemplos de contaminantes de este grupo :

Pesticidas, que se clasifican en función de los tipos de plagas a los que van dirigidos, así existen : Fungicidas (hongos), Molusquicidas (caracoles y babosas), Herbicidas (hierbas dañinas), Insecticidas (insectos), Acaricidas (ácaros), Rodenticidas (roedores) y Nematocidas (gusanos).

También se pueden clasificar en función de su estructura química : Lindano (-HCH); DDT y sus metabolitos (DDD y DDE), Ciclodienos (Aldrín, Dieldrín,

Endrín, Endosulfano, Clordano y Heptacloro) y los Camfenos policlorados (PCC, Toxafeno, Camfeclor).

Bifenilos Policlorados (PCBs). Debido a su estabilidad química y a sus excelentes propiedades dieléctricas, los productos que tienen como base estas sustancias han sido utilizados en una amplia variedad de aplicaciones, tales como: Aislantes eléctricos, plastificadores, aditivos en aceites y pinturas, adhesivos, lubricantes, etc.

Asimismo podríamos incluir en este grupo a los congéneres con estructura molecular plana (CBs-70, 126 y 169), que inducen el mismo tipo de enzimas que las Dioxinas cloradas. Y los PCBs números 28, 31, 52, 101, 105, 118, 153, 156 y 180.

Otro tipo de contaminantes lo componen los Hidrocarburos Alifáticos Halogenados, que a su vez pueden subdividirse en: Disolventes clorados (cloroformo, tetracloruro de carbono, cloruro de metileno, 1-2 dicloroetano, 1-1-1 tricloroetano, tricloroetileno y tetracloroetileno); Plásticos PVC (1,2 dicloroetano) y los Aditivos en Gasolinas (1,2 dicloroetano, 1,2 dibromoetano)

Los Hidrocarburos Aromáticos Halogenados son bencenos policlorados y se utilizan en la industria química como disolventes e intermediarios químicos (mono, di y triclorobencenos), sustitutivos de los PCBs (tri y tetraclorobencenos), pesticidas (hexaclorobenceno o HCB), refrescantes del aire (1,4 diclorobenceno).

Son fácilmente transportados via aire, debido a su alta volatilidad, y se detectan principalmente en ambientes lipofílicos o absorbidos a las partículas y a las bacterias en el agua. Son metabolizados por los microorganismos, los animales y las plantas. Otros compuestos de este grupo son los Bencenos Polibromados (hexa y tetrabromobencenos), Toluenos Clorados, Naftalenos Policlorados (PCN), Eteres Difenilos Policlorados (PCDE) Estirenos Policlorados (PCT), Cloroalquilenos y Tetraclorobenciltolueno (TCBT).

Las Dioxinas se producen en los procesos de combustión de determinadas sustancias, así la incineración de residuos urbanos es una de las principales fuentes de formación de estos contaminantes. Asimismo un cierto número de compuestos clorados (PCBs, fenoles clorados y parafinas cloradas) pueden producir dioxinas durante su combustión. Este término se utiliza para describir dos grupos de compuestos : Dibenzo-p-Dioxinas policloradas (PCDD) y Dibenzofuranos policlorados (PCDF).

Por último podríamos incluir a los Retardantes de Llama Bromados, que son sustancias orgánicas usadas como retardantes de llama y que pueden ser

agrupados como: Esteres de Fósforo, Compuestos Aromáticos y Alifáticos clorados y Compuestos Aromáticos y Alifáticos Bromados. Como ejemplos de estos compuestos se pueden citar: Tetrabromobisfenol-A (TBBP-A), Pentabromotolueno (PBT) y Eteres Difenil Polibromados (PBDE).

HIDROCARBUROS

El Mediterráneo recibe alrededor del 20 % de los vertidos mundiales de hidrocarburos, sobre una superficie que representa sólo el 10 % de la mundial. El tráfico de buques petroleros es muy intenso, sólo por el estrecho de Gibraltar cruzan anualmente 12.000 petroleros, los cuales en actividades rutinarias de deslastre, lavados, eliminación de aceites usados, escapes accidentales, carga y descarga, refino, etc.. suponen un vertido anual de 635.000 toneladas de crudo. La importancia que como contaminante tienen los hidrocarburos, queda de algún modo reflejada en la gran cantidad de Convenios y Protocolos dirigidos específicamente a este tipo de contaminación.

La Figura 7 (LE LOURD, 1977) resume las principales áreas petrolíferas y sus vías de distribución en el Mediterráneo.

Aunque los casos de mareas negras son los más evidentes, el efecto de los hidrocarburos no se limita a la impregnación de costa y de la superficie del mar. Por sedimentación llegan a alcanzar los fondos donde su efecto por penetración es mucho más dilatado en el tiempo. Cuando se encuentran diluidos o absorbidos por la materia en suspensión son de más difícil degradación. En los últimos años se ha observado un incremento de la concentración de hidrocarburos en los sedimentos de la cuenca mediterránea.

Estos hidrocarburos son los procedentes del petróleo, sin embargo existen también los Hidrocarburos Policíclos Aromáticos (PADH) que son diferentes de los primeros, pero que están suponiendo otro importante foco de contaminación en épocas recientes.

Por último hay que reseñar que los efectos de los hidrocarburos, como los de otros muchos contaminantes, pueden ser subletales, es decir no causar la mortalidad directa de los individuos, pero sí afectar negativamente a funciones fisiológicas o reproductivas, a la viabilidad larvaria, etc., aspectos que no por menos evidentes carecen de importancia.

RADIONUCLEIDOS

Aunque todo el planeta tiene un “fondo de radiactividad natural”, determinadas actividades del hombre pueden modificar los niveles de radionucléidos en el medio marino. La Figura 8 (UNEP, 1989) ilustra sobre algunos de los rangos típicos de actividad radiactiva en agua, sedimentos y en algunos organismos marinos (macrófitos, mejillones y peces) mediterráneos.

Las centrales nucleares forman focos potencialmente muy peligrosos de este tipo de contaminación por la posibilidad de accidentes. Otro tanto podría decirse de los buques equipados con armas o equipos de propulsión nuclear.

El caso de las aeronaves es tristemente bien conocido en la provincia de Almería, tras el accidente ocurrido en Palomares. Sin embargo sin llegar a casos extremos; en los circuitos de refrigeración de las centrales nucleares se han producido pequeñas fugas que han sido posteriormente detectadas por la presencia de radioisótopos en las aguas de refrigeración y en el área marina circundante.

NUTRIENTES Y MATERIA ORGÁNICA. PROCESOS DE EUTROFIZACIÓN. AGREGADOS MUCILAGINOSOS. MAREAS ROJAS

En otras ocasiones la contaminación en el mar no proviene de compuestos que sean nocivos en sí mismos, sino de la excesiva concentración en que se hallan en el medio marino. Es el caso de los nutrientes (sales minerales de nitrógeno y fósforo principalmente) que son las sustancias químicas imprescindibles para el crecimiento de los vegetales marinos, y de cuya concentración depende la producción global de esa parte del mar.

Su inclusión en el mar procede de los aportes de los ríos, de los efluentes urbanos, agua de epiescorrentía continental y la de origen agrícola. La gran cantidad de compuestos que desde tierra son vertidos al mar la resume la Tabla V HELMER (1977). Esta gran cantidad de sustancias producen una excesiva fertilización del mar, incrementándose la producción planctónica, lo que se traduce en una hiperabundancia de materia orgánica que al sedimentarse contribuye a dejar sin oxígeno los sedimentos y los organismos que habitan en él. Es el fenómeno conocido como eutrofia y se encuentra favorecido por las altas temperaturas y por condiciones de calma o estancamiento de las aguas.

Hasta hace relativamente poco tiempo se suponía que los fenómenos de eutrofia estaban relegados únicamente a bahías y lagunas litorales (por ejemplo el lago de Túnex) y mares poco profundos como el norte del Adriático. Sin embargo recientemente se ha advertido que estos procesos también ocurren en áreas batidas, con potente circulación, y en zonas más alejadas de la costa.

La siguiente Figura 9 (traducción de un trabajo de STACHOWITSCH et al., 1991) muestra la representación esquemática de las interrelaciones y conductas postuladas de las 5 fases de agregados mucilaginosos hallados en el Adriático durante el verano. En diferentes localidades del litoral mediterráneo español (Valencia, Murcia, Almería, etc.) han sido observados idénticos procesos. Este tipo alteración tiene efectos negativos sobre la pesca (disminución de capturas, oclusión de las redes), el turismo-ocio (pérdida de calidad de aguas de baño, paisajísticas, bajada del turismo) y sobre los propios ecosistemas marinos (muerte de poblaciones bentónicas, pérdida de luminosidad y reducción de la fotosíntesis, etc.).

Relacionados con los factores que favorecen la eutrofia (y a veces formando parte de los propios agregados mucilaginosos) se encuentran las mareas rojas. Determinadas condiciones de nutrientes y de los parámetros oceanográficos, conducen a una proliferación de dinoflagelados (algunos de ellos portadores de toxinas muy peligrosas, por ejemplo la DSP) que plantean problemas de salud pública al contaminar a los organismos marinos comestibles filtradores. Desde hace tiempo son conocidos estos episodios en las Rías Gallegas, sin embargo su presencia en el mar de Alborán antes no detectada es cada día más frecuente, así como en las proximidades de determinados grandes núcleos de población o zonas especialmente agrícolas como Valencia y el Delta del Ebro.

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los residuos sólidos urbanos proceden del material que diariamente desecha la actividad humana. Llegan al mar por vertido directo desde tierra y también por los propios residuos arrojados por los buques. Los contenidos de la basura son variados: vidrios, metales, papel, materia orgánica y plásticos. Quizás estos últimos de los más preocupantes por su baja tasa de degradación y por el hecho de permanecer entre dos aguas durante largos periodos de tiempo. Este fenómeno va en aumento y la siguiente Figura 10 (AGUILAR et al., 1992) sobre la contaminación por basuras flotantes en el mar de Alborán es suficientemente explicativa y preocupante sobre esta cuestión. En este caso la relación entre los

vertederos de las ciudades de Ceuta y Melilla junto con los procedentes del Peñón de Gibraltar y las densidades de desechos encontradas en el mar son más que evidentes.

En otras ocasiones los vertidos de residuos sólidos van al mar a partir de las embarcaciones que lo surcan. Otro ejemplo de hasta donde estos vertidos inundan las zonas costeras lo tenemos en una recogida selectiva de basuras en el puerto natural del Parque Marítimo-Terrestre de Cabrera (STOLER et al., 1992), en donde se obtuvieron estimas de más de 75 toneladas de residuos sólidos en los fondos de una rada de una superficie reducida (567.605 m²). El 66 % lo componían envases de vidrio (fundamentalmente botellas desechables), el 11.1 % metales, 10.7 % plásticos y el resto otros materiales como caucho, útiles de pesca y pilas (estas últimas especialmente peligrosas por sus contenidos en metales pesados, fundamentalmente Cadmio y Zinc, que figuran en las “listas negras”).

CONTAMINACIÓN TÉRMICA

Generalmente su influencia se limita a una zona restringida del medio marino, sin embargo su efecto negativo no sólo altera el metabolismo de la biota marina, sino que contribuye a la disminución de los contenidos de oxígeno disuelto en el agua y al subsecuente empobrecimiento de sus comunidades.

La contaminación térmica se da fundamentalmente en las salidas de refrigeración de las instalaciones industriales, en donde se establece un especial microclima. En algunos ocasiones esta problemática se ve agravada por la contaminación química producida por diferentes tipos de “anti-fouling” que son inyectados en los emisarios para reducir la colonización biológica del interior de las tuberías.

OTROS FENÓMENOS DE INTERFERENCIA AMBIENTAL

Todos los casos anteriores presentan una tipología más o menos clara, pero que casi siempre permite establecer unas hipótesis y relacionar las causas con los efectos. Sin embargo la capacidad ecológica del medio se halla tan saturada que determinados efectos o consecuencias, bien por sus largos periodos de permanencia, bien por una aparente inocuidad, no dan síntomas tan claros. Se ha citado anteriormente los efectos subletales de los hidrocarburos, patrimonio

del que no son exclusivos, ya que un gran número de sustancias vertidas, (o que por diferentes procesos llegan al mar), también presentan esta potencialidad.

Por otra parte los efectos combinados de los contaminantes junto con las condiciones ambientales pueden potenciar o minimizar un problema, por lo que en muchas ocasiones es difícil discernir el verdadero origen ya que se trata de fenómenos de acoplamiento o de sinergia del propio sistema.

También deben de incluirse entre los procesos degradativos ambientales mediterráneos los de carácter global o planetario. El calentamiento global y el efecto invernadero harán subir el nivel de las aguas en las zonas bajas de la costa, con lo que muchas marismas, lagunas y áreas litorales pueden desaparecer. Las consecuencias del agujero de ozono de la Antártida han sido evaluadas en las poblaciones del plancton de las latitudes bajas, pero los efectos de las modificaciones en la radiación solar pueden también alterar de modo irreversible las comunidades planctónicas de otras latitudes.

En los últimos años perturbaciones ambientales importantes están dando a conocer síntomas especialmente significativos de que algo va mal en los ecosistemas acuáticos mediterráneos. Uno de estos síntomas fue la epizootia del delfín listado *Stenella coeruleoalba* durante 1990. Iniciada en el golfo de Valencia se expandió luego hacia la zona comprendida entre el cabo de Gata, Baleares y Cataluña, extendiéndose posteriormente a las costas Francesas e Italianas. Estas últimas, junto con parte del mar Egeo, vivieron de nuevo un brote epidémico en 1991.

Estudios sobre las causas de esta epidemia, dan como responsable de la mortandad a un *morvilivirus* (ICONA/UNIVERSIDAD DE BARCELONA, 1991), similar al que produce el moquillo en los perros, aunque los individuos también presentaban concentraciones de bifenilos policlorados o PCBs entre dos y tres veces superiores a los habituales en la población, así como lesiones en el parénquima hepático y estados nutritivos anormalmente bajos.

Lo que es realmente preocupante de este caso es el hecho de que a pesar de ser individuos que se encuentran altos en la cadena trófica, viven en zonas muy alejadas de la costa (al menos 10 millas), y su alimento se localiza en aguas libres del medio pelágico, áreas que hasta el presente se consideraban limpias, o al menos desprovistas de niveles altos de contaminación.

Otro fenómeno reciente y no menos preocupante, es la colonización de los habitats mediterráneos por especies alóctonas. Generalmente la introducción de especies exóticas se encuentra limitada por los propios requerimientos ecológicos

del sistema. Sin embargo el escape involuntario hace unos años, en Mónaco, del alga tropical *Caulerpa taxifolia*, ha tenido como resultado la colonización de una superficie importante (al menos 300 Kmts²) del litoral de Francia y de Italia, habiéndose también descubierto pequeñas colonias en España (concretamente en el archipiélago Balear).

Su nocividad no se restringe al hecho de segregar una toxina la *Caulerpicina*, sino también a su extraordinaria capacidad de integración en el ecosistema mediterráneo, ya que se desarrolla con tasas de crecimiento y densidades muy superiores a las que lo hace en su habitat natural. Además otro hecho sorprendente es su capacidad de colonización sobre los más diversos sustratos (duros, blandos, praderas de *Posidonia oceanica*, etc.), lo que hace que esta invasora monoespecífica esté empobreciendo la fauna y flora de toda la zona sobre la que ha proliferado.

CONCLUSIONES

Debido a los condicionantes que se enunciaban en la introducción o preámbulo de este artículo, las especiales circunstancias que concurren en los problemas ambientales del Mediterráneo prometen un futuro poco esperanzador en lo que se refiere a su medio ambiente. Sin embargo esta visión no debe ser aceptada como catastrofista o sencillamente como irreversible o inmutable, existen posibilidades técnicas, legales, económicas y sociales que pueden ofrecer alternativas al futuro del Mediterráneo. Es preciso, pues, establecer y hacer cumplir estas medidas, que garanticen la preservación de una cuenca que ha sido cuna de civilizaciones y generadora desde los albores de la humanidad de recursos alimenticios y económicos para sus pobladores y visitantes.

REFERENCIAS

ALABAIGES J., AUBERT, M. y J. AUBERT (1989). Las huellas de la vida y del hombre. In *El Mediterráneo Occidental*; R, Margalef (Eds). Ed. Omega. 320-359.

AGUILAR, R., STOLER, M. y X. PASTOR (1992). Contaminación por basuras flotantes en el Mar de Alborán : Un grave y creciente peligro para la vida marina. Informe Preliminar. *Greenpeace International. Mediterranean Sea Project*. 28 pp.

BERNHARD, M. (1985). Mercury accumulation in a pelagic foodchain. In *Environmental Inorganic Chemistry*, Matertell, A. E. and K. J. Irgolic, (Eds). Weinheim : Verlag Chemie. 345-358.

DE LEÓN, A., MAS, J., GUERRERO, J. y A. JORNET. (1984). Monitoring of heavy metals in superficial sediment and some marine organism from the western Mediterranean coast. *VII Jour. Etud. Poll. CIESMM* ; 321-326.

DE LEÓN, A., MAS, J. y J. GUERRERO. (1984). Impact of a Lead-Zinc mine wastw disposal into the marine environment. Symposium on Contaminant Fluxes Through the Coastal Zone. *International Council for the Exploration of the Sea (ICES)*. Nantes.

GUERRERO, J. y C. RODRÍGUEZ. (1990). Estudio de la contaminación entre cabo de Palos y Cabo Tiñoso (Sureste de España). Concentraciones de Cadmio, Plomo y Zinc en sedimentos superficiales. *Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanogr.* N° 80.

HELMER, R. (1977). Pollutants from land-based sources in the Mediterranean. *Ambio*. 312-316.

ICONA. UNIVERSIDAD DE BARCELONA. (1991). La epizootía del delfín listado de 1990. *Pub. ICONA*. Madrid. 125 pp.

LE LOURD, Ph. (1977). La pollution par les hydrocarbures en Méditerranée. *Ambio VI*, 6. 318-322.

MAS, J. (1983). Procesos ecológicos y bioacumulación. In : Estudio de la contaminación de la bahía de Portman. Informe III IEO. (no publ.).

STACHOWITSCH, M., FANUKO, N., y M. RICHTER. (1990). Mucus aggregates in the Adriatic Sea : An overview of stages and occurrences. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology*, 11 (4) : 327-350.

STOLER, M., PASTOR, X. y A. AGUILAR. (1992). Evaluación de la abundancia, distribución y tipología de los residuos sólidos vertidos en los fondos del puerto natural del Parque Nacional Marítimo-Terrestre de Cabrera. *Greenpeace International. Mediterranean Sea Project*. 17 pp.

UNEP (1989). State of the Mediterranean Marine Environment. *MAP Technical Reports Series* N° 28. UNEP. Athens.

WOODWELL, M. (1967). Toxic substances and ecological cycles. *Scientific American*.

TABLA I. VALORES DE DIFERENTES TIPOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS DISTINTAS FRACCIONES DEL COSISTEMA MEDITERRÁNEO

Concentraciones medias (en $\mu\text{g/g}$ peso seco) de compuestos organoclorados e hidrocarburos petrogénicos en muestras de sedimentos costeros y organismos del Mediterráneo occidental. Adaptado de UNEP (1986), Fowler (1985), Albaigés et al. (1987), Geyer et al. (1984), Marchand et al. (1976), Grimalt et al. y Medina et al. (1984).

		PCBs	DDT	Hidrocarburos
<i>Sedimentos</i>				
Costa norte		0,0003 - 0,004	--	13 - 952
Costa Occidental		0,0001 - 0,013	0,0001 - 0,006	2 - 528
Costa Sur (Alborán)		0,0008 - 0,009	--	1 - 16
<i>Organismos</i>				
<i>Mytilus</i>	Costa norte	0,2 - 13,5	0,05 - 10	--
	Costa Occ.	0,6 - 5,1	0,006 - 0,1	8 - 3200
<i>Merluccius Sp.</i>	Costa norte	0,7 - 3,5	0,1 - 0,4	--
	Costa Occ.	0,1 - 0,4	0,01 - 0,1	0,2 - 1,5

Metales pesados ($\mu\text{g g}^{-1}$ peso seco) en *Mytilus* de diferentes regiones del mar Mediterráneo. Los valores dados son intervalos. Adaptado de Fowler (1985). Medina et al. (1985). De León et al.

Región	Cd	Cu	Zn	Pb	Cr	Hg
Mediterráneo. Norocc. (Mar Ligur)	0,4 - 5,9	2,4 - 154	97 - 644	2,4 - 117	0,5 - 28,8	0,18 - 0,96
Mediterráneo Occ. (Costa española)	0,2 - 5,6	--	--	2,2 - 564	0,1 - 2,2	0,06 - 0,54
Mediterráneo Surocc. (Argelia)	0,3 - 6,5	--	7,2 - 71	--	--	0,25 - 0,63

Ejemplo de acumulación o magnificación biológica (De Menzie, 1972)

Insecticida organoclorado	Intervalo del factor de magnificación para 5 moluscos acuáticos
Lindano	10 - 250
Heptacloro	250 - 2500
Metoxicloro	300 - 1500
Aldrin	350 - 4500
Endrin	500 - 1250
Dieldrin	700 - 1800
DDT	1200 - 9000

Matriz	Contaminante																					
	CBs	γ -HCH	Hg ¹	Cd	Cu ³	Zn ³	As ⁴	Cr ³	Ni ²	Pb	MeHg	TBT ³	Chlor-Plane ³	PCDD/PCDF	DDT ³	Diel-drin	PAH	FCC	Tri-azines ³	PBDE ⁶	PBB ³	
Moluscos	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Musculo Pez											P											
Hígado Pez	S ²	S ²	S ¹									S ²	S ²	S ²	S ²	S ²	S ²	S ²	S ²	S ²	S ²	S ²

P: Matriz primaria
S: Matriz secundaria

1. Si el hígado no es consumido como producto de pesquerías, no es necesario su análisis
2. Si el hígado no es consumido como producto de pesquerías, transferir el análisis al músculo de pez
3. Estos contaminantes normalmente no están involucrados en lo que respecta al consumo de productos procedentes de pesquerías
4. El arsénico está presente en alimentos procedentes del mar en concentraciones medibles, pero sus formas químicas tienen escasa incidencia en lo que respecta a la salud humana.
5. Hg puede incluirse conjuntamente con los componentes de MeHg. En algunos países, las muestras que deben ser analizadas están referidas al MeHg.
6. Su toxicidad conocida es demasiado pequeña como para presentar un riesgo potencial para la salud humana.

TABLA II. MATRIZ DE PRINCIPALES CONTAMINANTES EN RELACIÓN A POSIBLES RIESGOS EN LA SALUD HUMANA

METAL SPECIES	SAMPLING SITE & AREA	n	ug/Kg Mean	F W Range	METAL SPECIES	SAMPLING SITE & AREA	n	ug/Kg Mean	F W Range	METAL SPECIES	SAMPLING SITE & AREA	n	ug/Kg Mean	F W Range	
Hg	MULLUS BARBATUS	Cartagena I	24 H	83	3-200	MULLUS BARBATUS	Cartagena I	24 H	7	1-23	Pb	Cartagena I	24 H	17	10-30
		Guardamar III	18 H	60	30-100		Guardamar III	18 H	6	2-11		Guardamar III	18 H	17	10-23
		Alicante III	23 H	32	30-40		Alicante III	23 H	2	1-4		Alicante III	23 H	13	10-20
		Cullera II	24 H	80	20-140		Cullera II	24 H	2	1-4		Cullera II	24 H	146	10-540
		Valencia II	23 H	232	20-620		Valencia II	23 H	5	3-8		Valencia II	23 H	10	10-12
		Sagunto II	18 H	80	70-100		Sagunto II	18 H	7	1-14		Sagunto II	18 H	22	10-30
		Castellón II	28 H	154	60-310		Castellón II	28 H	5	1-13		Castellón II	28 H	17	10-20
	CHAMELEA GALLINA	Portman I	19	10		CHAMELEA GALLINA	Portman I	19	1900		CHAMELEA GALLINA	Portman I	19	105-400	
		Guardamar III	60 H	<10	<10-10		PuntaEsp. I	315 H	500	360-690		Punta Esp. I	315 H	1650	590-4640
		Cullera II	90 H	13	<10-20		Guardamar III	60 H	72	46-99		Guardamar III	60 H	40	20-60
	Valencia II	60 H	290	10-570		Cullera II	90 H	24	9-34		Cullera II	90 H	56	20-110	
	Sagunto II	60 H	15	10-20		Valencia II	60 H	37	24-50		Valencia II	60 H	190	130-250	
	Castellón II	60 H	15	10-20		Sagunto II	60 H	19	11-27		Sagunto II	60 H	60	30-90	
						Castellón II	60 H	20	19-23		Castellón II	60 H	70	40-100	
MOTILUS GALLOPRO VINCIALES	Cartagena I	90 H	23	20-30	MOTILUS GALLOPRO VINCIALES	Cartagena I	90 H	400	160-650	MOTILUS GALLOPRO VINCIALES	Cartagena I	90 H	2013	310-4600	
	Portman I	60 H	20	20-20		Portman I	60 H	940	930-950		Portman I	60 H	94000	90600-97400	
	Guardamar III	60 H	90	90-90		Guardamar III	60 H	100	70-130		Guardamar III	60 H	495	290-700	
	Alicante III	110 H	30	10-50		Alicante III	110 H	113	41-174		Alicante III	110 H	520	330-700	
	Benidorm III	60 H	<10	<10-10		Benidorm III	60 H	123	110-136		Benidorm III	60 H	995	840-1150	
	Cullera II	121 H	17	<10-30		Cullera II	121 H	61	35-90		Cullera II	121 H	262	130-590	
	Valencia II	60 H	95	20-50		Valencia II	60 H	86	53-120		Valencia II	60 H	1630	450-2810	
	Castellón II	90 H	10	10-10		Castellón II	90 H	67	38-100		Castellón II	90 H	480	160-840	
	DONAX TRUNCULUS	Guardamar III	30	10		DONAX TRUNCULUS	Guardamar III	30	6		DONAX TRUNCULUS	Guardamar III	30	10	
		Cullera II	30	18			Cullera II	30	5			Cullera II	30	170	
Valencia II		90 H	13	10-20		Valencia II	90 H	22	6-41		Valencia II	90 H	33	20-50	
Sagunto II		30	20			Sagunto II	30	12			Sagunto II	30	50		
Castellón II		60 H	15	10-20		Castellón II	60 H	8	5-11		Castellón II	60 H	75	40-110	

TABLA III. CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN DIFERENTES ORGANISMOS DEL MEDITERRANEO ESPAÑOL (De León et al., 1984)

TABLE IV. MERCURY CONCENTRATIONS IN PELAGIC MAMMALS FROM THE MEDITERRANEAN AND ATLANTIC (Bernhard and Renzoni, 1977)

Species	Sex	Age	Size cm.	-- ug muscle	kg - T fat	FW -- liver	sample location and date
Atlantic:							
<i>Phocoena phocoena</i>	M	Adult	172	6750	770	61000	La Rochelle (May 1972)
<i>Delphinus delphis</i>	F	young	125	890	710	900	Ile de Ré (July 1972)
	F	adult	140	600	20	980	Pyrénées At. (July 1973)
	F	adult	165	910	27	1430	Pyrénées Atl. (April 1973)
	M	adult	185	1840	220	220	Landes (July 1973)
	F	adult	210	6250	2650	4850	Gironde (May 1972)
Mediterranean:							
<i>D. delphis</i>	M	12 Y	205	1450	3900	604000	Mediterranean 1973
<i>Stenella coeruleo</i>	F	adult	168	1950	1800	39850	Iles d'Hyères (Feb. 1973)
	M	adult	210	23.800	6000	344900	Lavandou (Var) (April 1973)
<i>Grampus priseus</i>	F	adult	300	16000	1700	905000	Cacalastre (Var) (July 1973)
<i>Tursiops truncata</i>		?	140*	41000	--	--	Pescara (1971)
	M	6-18m	160	2200	310	14600	Mediterranean (1973)
	M	25 y	330	24000	4400	293000	Mediterranean (1973)
Atlantic:							
<i>Globicephala melaena</i>	F	young	300	640	50	900	Gironde (April 1972)
	M	adult	490	5300	860	860	Charente (August 1972)
Mediterranean:							
<i>G. melaena</i>	F	adult	390	13100	1290	670000	Cros de Cagne (Alp. Mar.) (July 1973)
<i>Physeter catodan</i>	M	?	800	4050	3150	--	Bonifacio (Cors.) (Dec. 1972)

*) size in kg M = male F= female Y=year m= month

(Data compiled from Thibaud and Dugay, 1973, Martoja and Viale, 1977 and Caracciolo *et al.*, 1972)

MERCURY CONCENTRATIONS IN PLANKTON ESPECIES

Species	length cm	sample n	ug Hg - T kg ⁻¹		DW max	location	ref
			mean	min			
<i>Arcatia clausi</i>	?	8	290	30	240	Elefsis B. (Greece)	a
<i>Euphausia spp.</i>	?	8	140	30	240	Mediterranean	b
	1	3	80	55	100	East Ionian - Tyrrh.	c
	1.5 - 2	3	175	150	190	East Ionian - Tyrrh.	c
	2	1	240			East Ionian - Tyrrh.	c

a: Zafiroopoulos and Grimanis, 1977 b: Fowler *et al.*, 1976 c: Fowler, 1985

Pollutant	Pollution loads originating in the coastal zone				Loads carried by rivers into the Mediterranean			Total Mediterranean Loads				
	Domestic	Industrial	Agricultural	Subtotal	Pollution	Back ground	Subtotal (range)	Pollution	Pollution total (incl. Back ground) (range)			
1. Volume:												
Total Discharge	10 ⁶	2	6	6*	(6)	--	420	420	(400-500)	--	430	(400-500)
2. Organic matter:												
BOD	10 ³	500	900	100	1500	1000	(600)	1800	(1200-2300)	2500	3300	(2700-3800)
COD	10 ³	1500	2400	1600	5100	2700	(800)	3500	(2300-4700)	7800	8600	(7400-9800)
3. nutrients:												
Phosphorus	10 ³	22	5	30	57	260	(40)	300	(200-400)	320	360	(260-460)
nitrogen	10 ³	110	25	65	200	600	(200)	800	(600-1000)	800	1000	(800-1200)
4. Specific organics:												
detergents	10 ³	18	--	--	18	42	(0)	42	(9-75)	60	60	(30-90)
phenols	10 ³	--	11	--	11	1	(0)	1	(0.5-1.8)	12	12	(6-18)
mineral oil	10 ³	--	120	--	120	(-)	(0)	(-)	(-)	(120)	(-)	(-)
5. Metals:												
mercury		0.8	7	--	8	90	(30)	120	(40-200)	100	130	(50-200)
lead		200	1400	--	1600	2200	(1000)	3200	(2700-3800)	3800	4800	(4300-5400)
chromium		250	950	--	1200	1200	(400)	1600	(500-2700)	2400	2800	(1700-3900)
zinc		1900	5000	--	6900	14000	(4000)	18000	(14,000-22000)	21000	25000	(21000-29000)
6. Suspended matter:												
TSS	10 ³	0.6	2.8	50	53	--	(300)	300	(100-500)	90	90	(50-200)
7. Pesticides:												
organochlorines		--	--	--*	--	90	(0)	90	(50-200)	90	90	(50-200)
8. Radioactivity:												
tritium	C/yr ¹	--	400	--	400	2100	(-)	2100	(1600-3100)	2500	(-)	(-)
other radionuclides	C/yr ¹	--	25	(-)	25	15	(-)	15	(10-25)	40	(-)	(-)

Sources are coastal (defined as a 20 km. strip inland) and riverine, inclusive of small coastal rivers. Total discharge approximates the annual fresh-water inflow into the Mediterranean, exclusive of the Black Sea drainage and the Nile River. Legend: - Contributions from this source negligible; (-) insufficient data base for estimate; * Included in river assessment

TABLE V. ESTIMATED POLLUTION LOADS (t yr⁻¹) FROM LAND-BASED SOURCES. (Helmer, 1977)

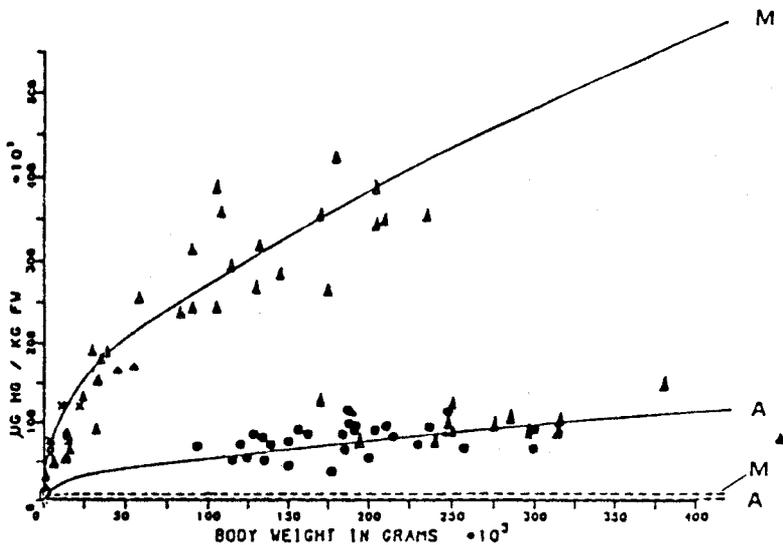


FIG. 2. TOTAL MERCURY CONCENTRATIONS IN THUNNUS THYNNUS FROM THE STRAIT OF GIBRALTAR (O), TYRRHENIAN SEA () AND SPANISH COAST (X). THE CONTINUOUS LINE SHOWS TOTAL HG CONCENTRATIONS CALCULATED BY A MODEL; INTERMITTENT LINE SHOWS INORGANIC HG CONCENTRATION CALCULATED BY A MODEL; M: PREDICTION FOR MEDITERRANEAN TUNA, A: PREDICTION FOR ATLANTIC TUNA (Bernhard, 1985).

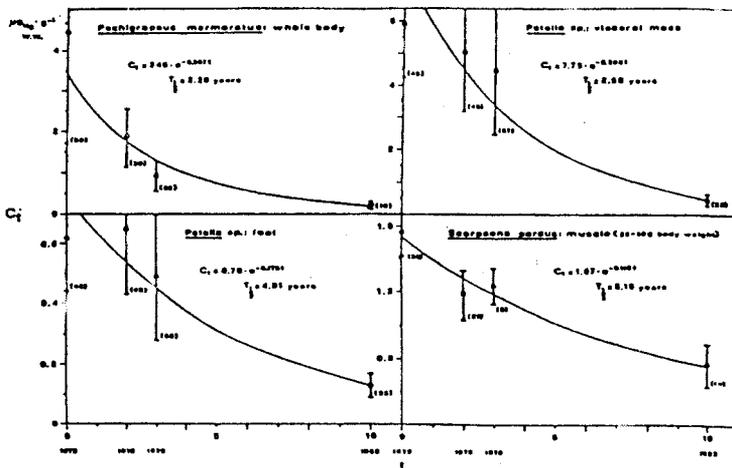


FIG. 3. RECOVERY TRENDS BY VARIOUS KINDS OF BIOINDICATORS FROM THE ROSIGNANO SOLVAY AREA (Bacci et al., 1986)

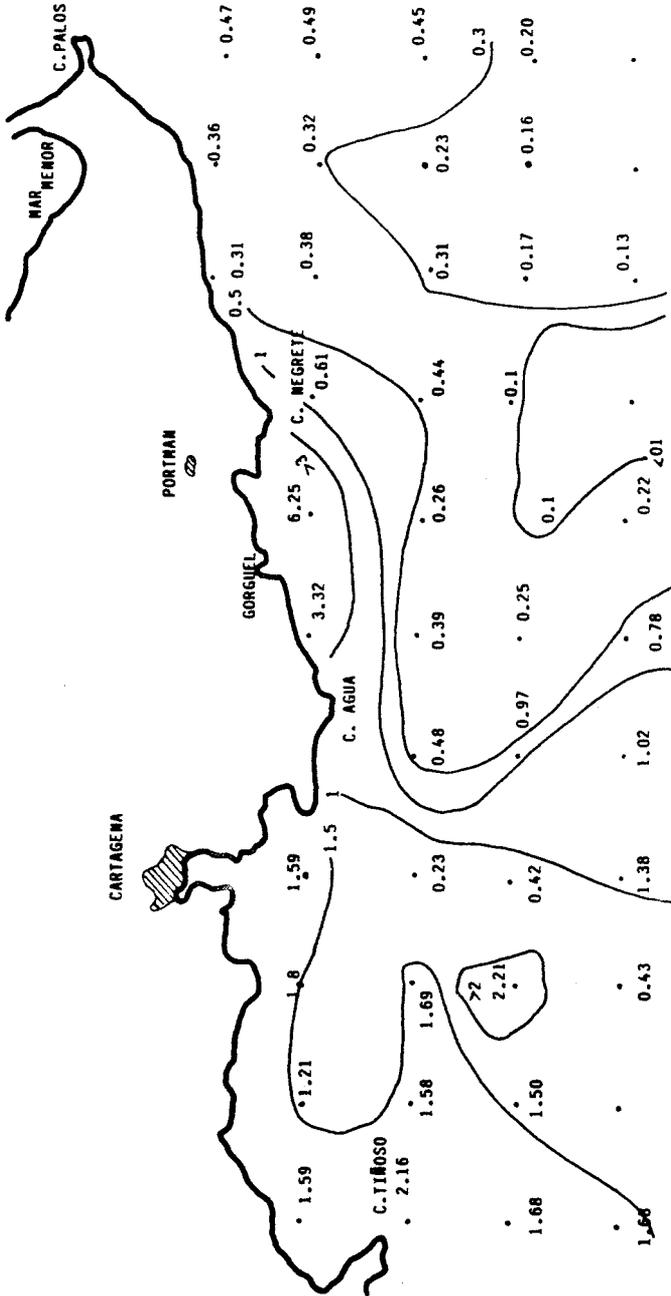


FIG. 4. DISTRIBUCIÓN DE Cd FRENTE A LA BAHIA DE PORTMAN (MURCIA), (Guerrero y Rodríguez (1990))

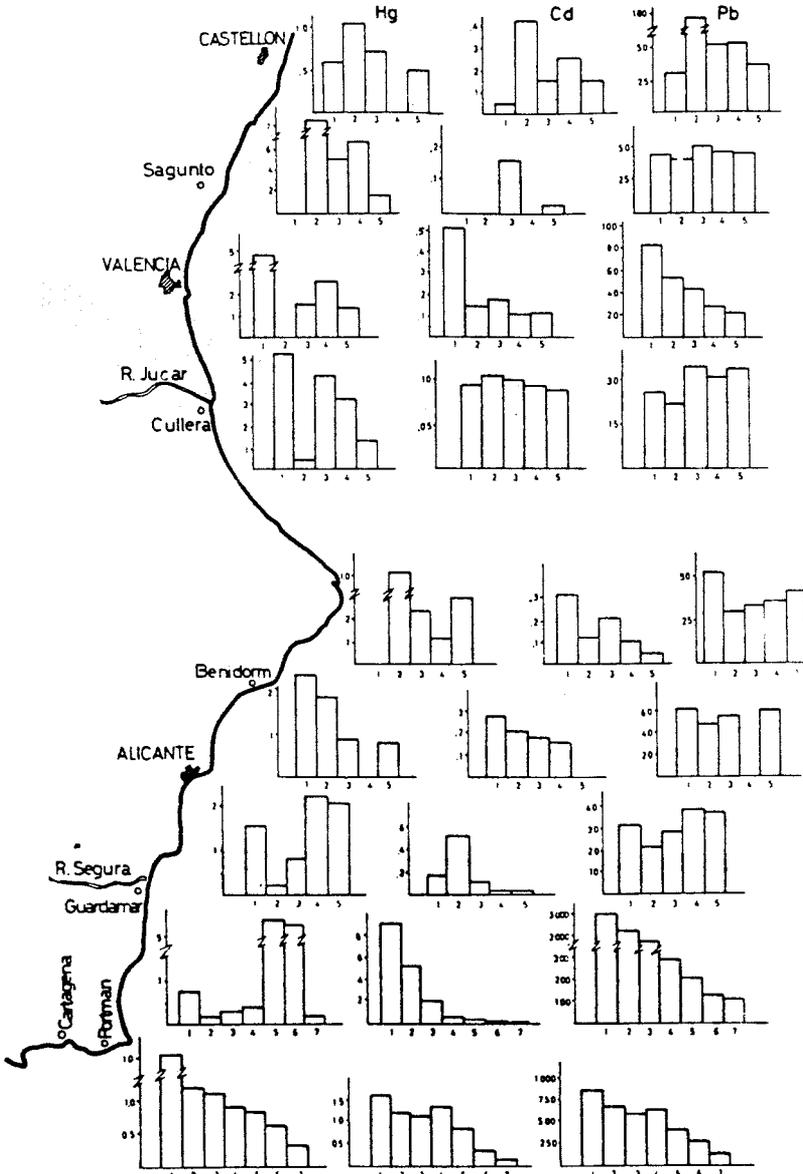


FIG. 5. CONCENTRACIONES DE Hg, Cd y Pb (pmm) EN SEDIMENTOS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL MEDITERRÁNEA ESPAÑOLA (De León et al., 1984)

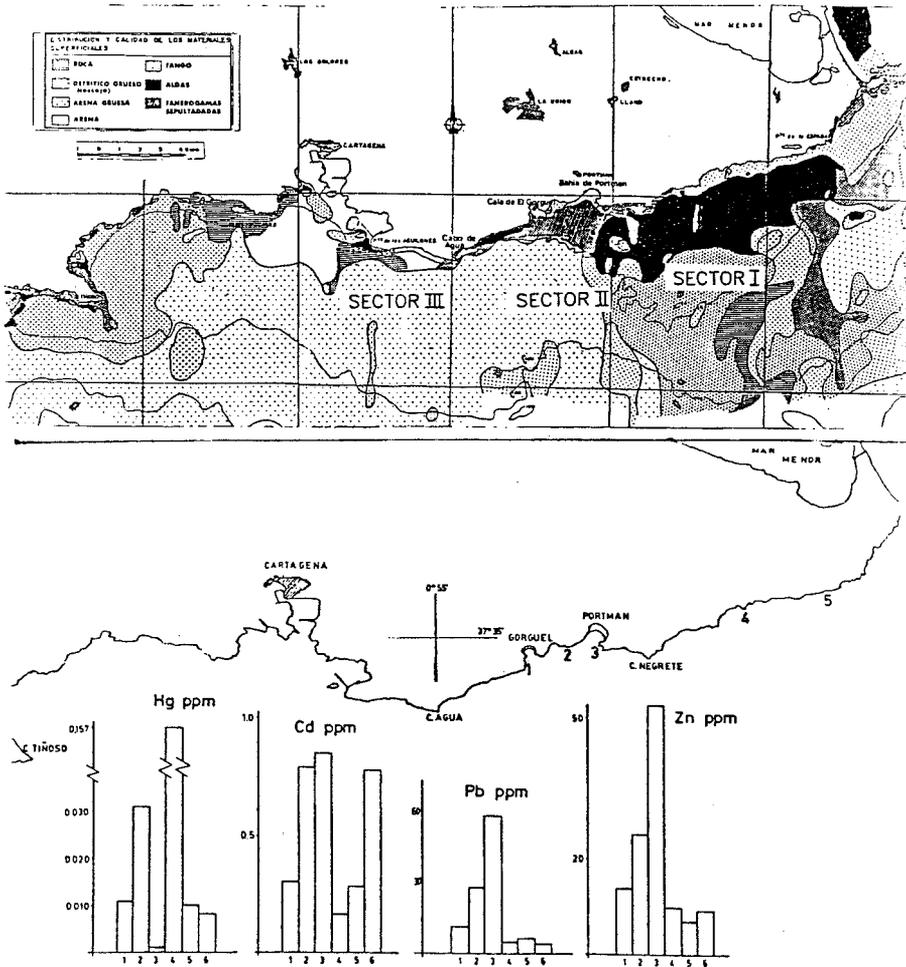


FIG. 6. EJEMPLOS DE SEPULTAMIENTO DE COMUNIDADES (PRADERA DE *Posidonia oceanica*) Y CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LAPA (*Patella caerulea*) FRENTE A LA BAHIA DE PORTMAN, MAS (1983)

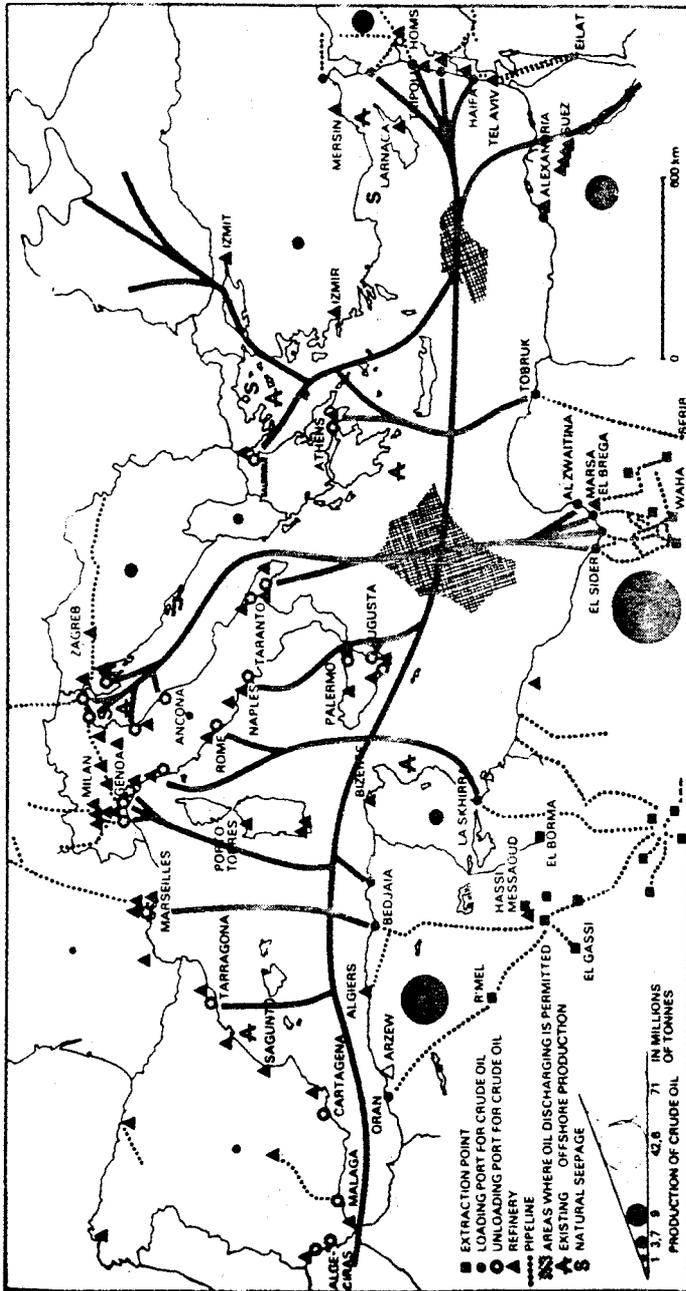


FIG. 7. PRODUCTION AREAS AND TRANSPORT PATHS OF OIL IN THE MEDITERRANEAN REGION (Le Loud, 1977).

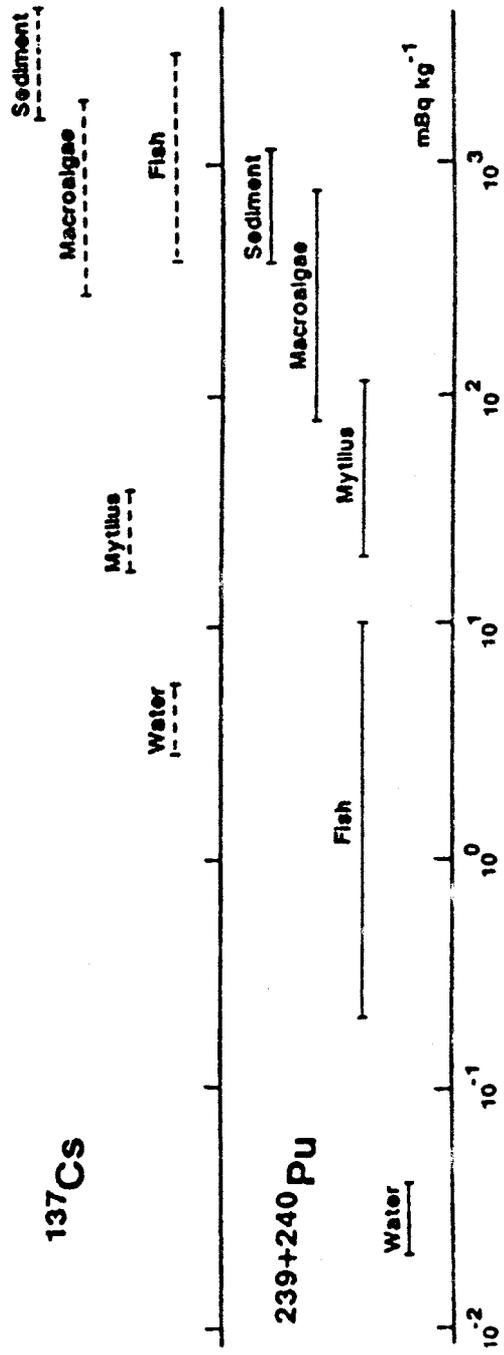


FIG. 8. TYPICAL ACTIVITY CONCENTRATION RANGES FOR ^{137}Cs AND $^{239+240}\text{Pu}$ IN MEDITERRANEAN SEAWATER, SEDIMENT AND BIOTA. ACTIVITY CONCENTRATIONS FOR SEDIMENT AND BIOTA ARE EXPRESSED ON DRY WEIGHT BASIS. SEDIMENT VALUES ARE FOR SURFACE SEDIMENT (0-5 CM) COLLECTED AT DEPTHS BETWEEN 200-500 M.

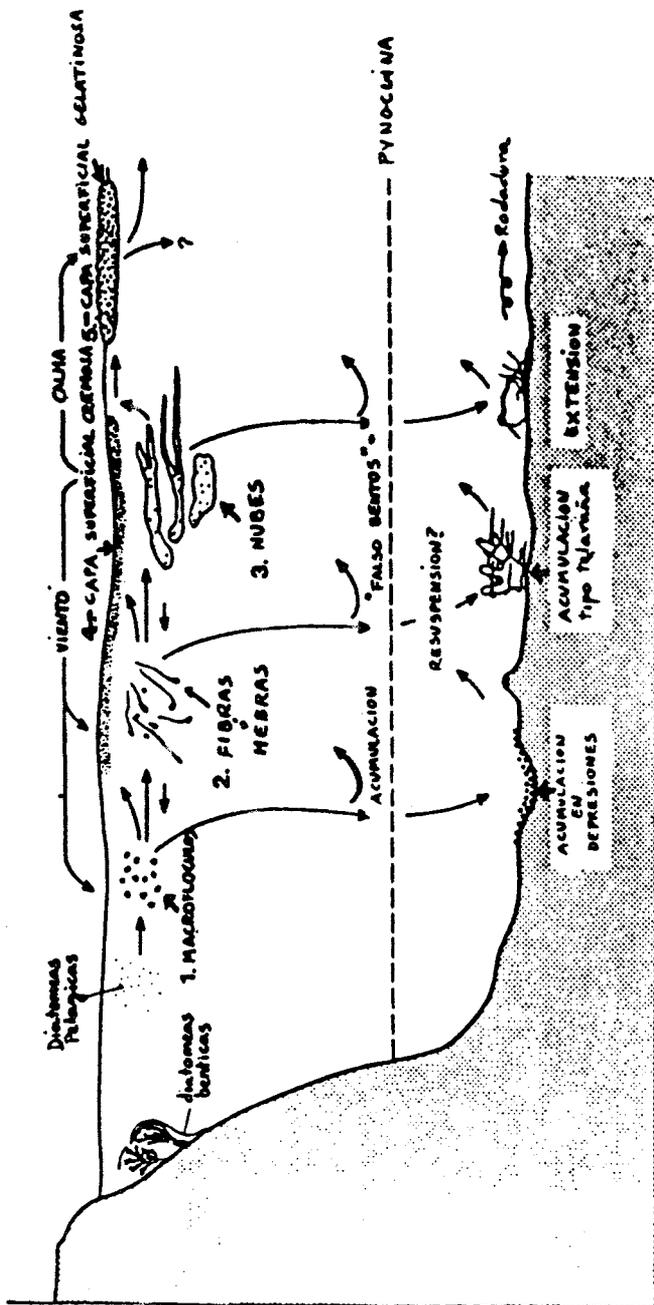


FIG. 9. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS INTERRELACIONES Y CONDUCTAS POSTULADAS DE LAS 5 FASES DE LOS AGREGADOS MUCOSOS DIFERENCIADAS EN EL MAR ADRIÁTICO DURANTE EL VERANO (De Stachowitsch et al., 1990 y MODIFICADO POR Benedetto, 1992)

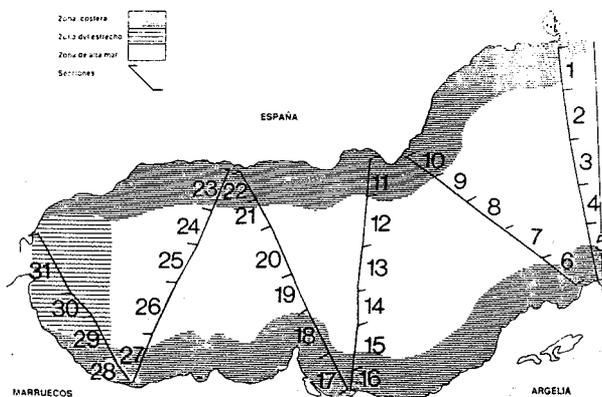


Fig 10. Contaminación por basuras flotantes en el mar de Alborán (Aguilar et al., 1992)

	Area Km ²	Objetos	Observada	Ob / Km ²	Total
Costa	32.000	851	16,52	51,6	1.651.200
Estrecho	6.000	195	5,64	34,8	208.800
Alta mar	42.000	179	29,26	6,2	260.400

	Area Km ²	Objetos	Observada	Ob / Km ²	Total
Melilla	2.314	448	3,37	132,9	309.012
Gibraltar Ceuta	1.602	66	2,69	24,5	39.249

Área	Objetos Km ²		Autor
	Media	Máxima	
Central N. Pacífico	4,24		Venrick et al. 1973
Subtrop N. Pacífico	3,73	8,00	Dahlberg & Day, 1985
Subártico	0,28	10,22	Dahlberg & Day, 1985
Mar de Alborán	23,80	132,90	Aguilar et al., 1992