

INTEGRACIÓN DE DATOS OCEANOGRÁFICOS PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

Dulce Mata¹ y Olvido Tello²

¹ Universidad Complutense de Madrid

² Instituto Español de Oceanografía

1. INTRODUCCIÓN

La comunidad científica lleva años advirtiendo de que el desarrollo de las sociedades actuales ha seguido patrones de sobreexplotación, agotamiento de los recursos y deterioro medioambiental, lo que supone una pérdida de valores medioambientales. La responsabilidad de evitar la destrucción del medio natural está en cada uno de los habitantes del Planeta. Los problemas detectados a raíz de esta pérdida de valores se están empezando a tener en cuenta, tal y como apunta el [Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo \(Comisión Brundtland\): *Nuestro Futuro Común*](#) de la ONU (11/12/1987) es necesario *Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.*

Existen muchas definiciones de desarrollo sostenible, en definitiva todas tratan de integrar las dimensiones económica, social y medioambiental. La estadista noruega Gro H. Brundtland fue capaz de reunir a los mejores expertos en el tema para redactar el informe de La Brundtland Commission e incidir en los principales objetivos del desarrollo sostenible. Casi 30 años después de la redacción de este informe, todavía se está empezando a concienciar a la sociedad de que sin cuidar el medio ambiente, no se puede crecer de manera sostenible.

Los Objetivos del Milenio recalcan la necesidad de obtener datos geoespaciales que pueden apoyar el monitoreo de muchos aspectos del desarrollo: desde la atención médica hasta la gestión de recursos naturales. Y se reconoce cada vez más que consolidar la generación de datos y el uso de información de calidad en la formulación de políticas y el monitoreo, son medios fundamentales para el desarrollo. (Informe ODS). Se debe apostar por modelos de desarrollo que resalten el valor del medio natural sin perjudicarlo ni amenazarlo. Uno de los principales objetivos es promover el respeto hacia el medio ambiente en el que se desarrollan las actividades de forma que se avance cada vez más hacia la sostenibilidad.

Es urgente encontrar el equilibrio sostenible de nuestra especie con los recursos que la rodean. El crecimiento exponencial de la población humana está poniendo en riesgo este equilibrio. La sostenibilidad ambiental no se está complementando con la

económica, social y política, a pesar de los esfuerzos por encontrar puntos de integración.

Mediante la planificación y gestión responsables de los recursos marinos, se pueden establecer modelos de conducta sostenible que permitan mantener los espacios litorales y marinos libres de problemáticas globales. Dichos problemas afectan a todos los océanos: basuras marinas, cambios en el nivel medio del mar, eutrofización de las zonas costeras, cambio climático, desplazamiento de hábitats y riesgos naturales asociados muchas veces a un uso irresponsable de los recursos.

Es importante garantizar una gestión adecuada de los recursos para respetar las capacidades de recarga de los ecosistemas y equilibrios ecológicos. El ritmo de pérdida de biodiversidad se acelera tanto en la tierra como en los océanos. Así, las comunidades acuáticas experimentan un retroceso en sus poblaciones, en muchos casos, difíciles de recuperar.

2. LA IMPORTANCIA DE LOS DATOS OCEANOGRÁFICOS Y MARINOS

La investigación científica de los océanos y de los fondos marinos tiene un gran interés en la Historia. Se tienen evidencias desde el Antiguo Egipto de la curiosidad en la humanidad por las características, procesos y morfología de los fondos marinos. Existen pinturas egipcias representando a hombres utilizando extensas cañas y pesos unidos al extremo de una cuerda, para hacer mediciones de profundidad datados en 1800 A.C., mediciones que llegaban solo hasta los veinte metros de profundidad, pero que ya indicaban la capacidad del ser humano para investigar sobre el conocimiento respecto a los mares y océanos.

La invención de instrumentos como la brújula, el astrolabio y el sextante, algunos utilizados todavía en la actualidad, fueron cruciales para navegantes y científicos interesados por explorar los fondos marinos. Progresos que pasaron a formar parte de los útiles necesarios para la orientación y la medición de las posiciones geográficas de latitud y longitud en cualquier embarcación.

En el s. XIX, con la introducción de los sondadores mecánicos para la toma de datos de las profundidades marinas, se empieza a tener mayor precisión. Se comenzaban a realizar mediciones de salinidad, temperatura y densidad del agua de mar, y a recolectar información sobre las corrientes oceánicas, las especies, los sedimentos y la meteorología.

En la Segunda Guerra Mundial fue cuando la oceanografía moderna comenzó a tener un gran desarrollo, donde el conocimiento de los océanos fue punto clave para los intereses estratégicos militares. Desde entonces, los importantes avances tecnológicos desarrollados en el campo de la investigación marina han proporcionado grandes progresos para la conocer los fondos marinos.

La aparición de técnicas de adquisición de datos, de métodos de observación y de procesado de la información ha ido creciendo de forma acelerada. La llegada de los sondadores acústicos, la innovación en vehículos autónomos para realizar vídeos, fotografías submarinas y tomar muestras de los fondos marinos, los avances en los estudios del comportamiento de las masas de agua y los organismos que la componen y las técnicas analíticas de gran precisión nos dan ahora una visión mucho más real de lo que existe en las profundidades oceánicas.

El siglo XXI introduce el desarrollo de aplicaciones informáticas tan potentes que interpretan los registros digitales continuos obtenidos de los sistemas de adquisición de datos para generar modelos en tres dimensiones que simulan la realidad a gran precisión.

La realidad es que la información obtenida a lo largo de la Historia no es comparable con la información existente de las zonas emergidas, incluso del conocimiento acerca de otros planetas.

3. PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL ÁMBITO MARINO

A escala global existen diversos problemas actuales, la acidificación de los océanos y la contaminación marina, son dos de los principales desastres ecológicos más importantes observados en las zonas marinas.

La acidificación de los océanos se produce cuando el CO₂ atmosférico entra en contacto con el agua de mar y reacciona produciendo ácido carbónico que aumenta la acidez del agua. Los océanos absorben más de 1/3 del dióxido de carbono, es un gigantesco depósito que cubre el aproximadamente el 70% de la superficie terrestre. El crecimiento de las emisiones antrópicas de dióxido de carbono a la atmósfera por la combustión de materiales fósiles y sus productos, el gas natural, el petróleo o los incendios forestales son las principales fuentes de CO₂ atmosférico.

El uso común de combustibles en actividades domésticas, industriales o de transporte está generando concentraciones de CO₂ en la atmósfera de hasta 400 partes por millón, con niveles mucho mayores en zonas urbanas. Según algunos estudios, el continuo incremento en el nivel de las emisiones humanas de CO₂ contenido en la atmósfera terrestre está superando umbrales jamás vistos probablemente en los últimos miles de años.

Para muchas especies marinas (algas calcáreas, corales de agua fría, caracoles de mar, moluscos con caparazón), la acidificación de las aguas marinas hace que los organismos calcáreos tengan el esqueleto cada vez más fino, incluso que se disuelva poco a poco con el ácido carbónico.

Según Jean Pierre Gatuso, la desaparición de estos componentes calcáreos tendría consecuencias desastrosas para la cadena trófica. Problemas de supervivencia, crecimiento y reproducción por el difícil acceso a los carbonatos que componen sus organismos. Muchas especies de peces y aves marinas se verían obligadas a buscar otros alimentos. También llegaría a amenazar a sociedades que dependen del marisqueo y de su dieta.

La acidificación también aumenta el ruido submarino, disminuye las concentraciones de minerales disueltos con lo que la amortiguación del ruido es menor. Este aumento del ruido dificulta la orientación y la comunicación entre mamíferos marinos que utilizan su oído para funciones básicas de la vida.

El conocimiento de todos estos procesos es gracias a la investigación en los procesos químicos de las aguas marinas. Se constata que la información y los datos oceanográficos son herramienta fundamental para la gestión y la planificación de actividades humanas que dan una base para empezar a actuar sobre los efectos que la humanidad está provocando, en un periodo relativamente corto en relación a la existencia de millones de años nuestro planeta y de especies milenarias.

El mar debido a su inmenso volumen es el mayor receptor de contaminantes. El 80% de la contaminación aportada a los océanos proviene del medio terrestre y el 70% de estos residuos permanece en el fondo marino. La contaminación llega a los océanos por diferentes vías. Las fuentes contaminantes principales se regulan por distintos convenios internacionales pero aun así, vertidos de desechos y otras materias, contaminación por hidrocarburos y otras sustancias nocivas y potencialmente peligrosas siguen presentes en todos los mares y océanos del planeta. Actualmente, uno de los principales problemas es la acumulación de plásticos en los océanos, un gran conflicto generado muy recientemente.

Los plásticos no se descomponen en el medio ambiente, solo se va rompiendo en trozos cada vez más pequeños. En este momento, se vive en la tercera generación que utiliza los plásticos de forma masiva, resultado de 60 años de consumo. Solo en el mar Mediterráneo se concentran 3 millones de toneladas de basura, el 80 % de toda esta basura son plásticos. Así, se introduce una alteración del hábitat natural con substrato duro artificial generado por estas basuras marinas que permanecerá en el fondo marino durante siglos.

Jan Andries Van Franeker, biólogo marino, estudia la alimentación de distintas aves marinas en las que se han encontrado gran diversidad de plásticos en sus estómagos. También se encuentran microplásticos en gran cantidad de peces pequeños, incluso el zooplancton se ve afectado, formas de vida microscópicas que se van enredando en nuestra basura.

En 1999 en la muestras de plancton las aves que formaron parte del estudio, tenían una proporción de plásticos de 6 a 1, en 2008, la proporción de plásticos era de 46 a 1 en organismos localizados en todas las profundidades.

Se generan 100 kilos de residuos al año por habitante, solo se recicla el 5% de la basura en todo el mundo generan millones de toneladas de sustancias químicas contenidas en los plásticos. Los efectos de muchas sustancias químicas todavía se están estudiando pero pueden variar el comportamiento de muchas especies llegando a producir cambios importantes en la reproducción y la supervivencia de la biodiversidad marina.

La sobreexplotación pesquera es otro de los principales problemas a resolver. El crecimiento vertiginoso de la población aumenta por miles la necesidad de recursos alimenticios tanto terrestres como marinos.

La reducción alarmante en las poblaciones de especies como el atún se añade a las capturas accidentales con las técnicas de pesca actuales. Estas actividades son una amenaza a los ecosistemas marinos, datos que se extienden a escala global convirtiéndose en problemas transfronterizos. El aumento en el consumo de atún rojo para elaborar sushi, la tradicional comida japonesa, en la actualidad, se expande con fuerza por todo el mundo.

4.- LA INTEGRACIÓN DE DATOS OCEANOGRÁFICOS EN LA UNIÓN EUROPEA

4.1.- INTRODUCCIÓN

Con el objetivo del buen estado ambiental para el año 2020, la Unión Europea ha puesto en marcha diversas acciones para el desarrollo sostenible y la conservación del medio ambiente. La legislación europea está llevando a cabo la estrategia a largo plazo del Crecimiento Azul, iniciativa que resalta el valor de las oportunidades para un crecimiento marino y marítimo sostenible.

Es necesario un crecimiento marítimo y marino sostenible. El 71% de la superficie del Planeta está cubierta de agua. El 75% del comercio exterior y el 37% del comercio interior de la UE se realizan por vía marítima.

El espacio terrestre, debido a la degradación sufrida por las sociedades industriales, requiere de unas medidas urgentes de actuación, así como en los océanos influenciados cada vez más por problemas de contaminación, sobreexplotación y deterioro ambiental.

Actualmente la estrategia europea complementa la mitigación de los desajustes causados en el equilibrio del planeta y la adaptación a los cambios surgidos en las áreas más vulnerables al cambio climático, como zonas costeras, zonas inundables e islas. Vulnerabilidad que implica una falta de capacidad de recuperación y resistencia frente a los desastres medioambientales.

El cartografiado de las zonas marinas y sus recursos es una herramienta fundamental para el conocimiento de los mares europeos. Gracias a los avances tecnológicos, podemos obtener datos relevantes para determinar el estado del medio marino, desde las zonas costeras hasta las áreas más profundas.

La Comisión Europea, desde la Dirección General de Asuntos Marítimos y Pesca (DG MARE), lleva a cabo diversos programas propuestos por el departamento responsable de aplicar la Política Pesquera Común y la Política Marítima Integrada, para el intercambio de datos marinos a partir de la red EMODNET.

La capacidad de transmitir información es fundamental para la concienciación acerca del Crecimiento Azul, que trata de proteger los espacios marinos, a través de la moderación de usos, con el objetivo de conservar el medio marino.

Otras actividades relacionadas con la Política Marítima Integrada son, por un lado, la directiva Marco sobre Estrategias Marinas, y por otro, diversas estrategias regionales que actúan de manera más local y más fácil de manejar.

La aplicación del planteamiento ecosistémico, la reducción de la huella de carbono en Europa, la explotación sostenible de los recursos naturales del fondo oceánico, la reacción ante amenazas y el crecimiento socialmente integrador son los cinco ejes que se definen en el borrador del plan de acción de la estrategia marítima atlántica, que, de forma integrada, trata los aspectos más importantes para operar de forma sostenible ante la degradación medioambiental sufrida durante décadas.

4.2.- DIRECTIVA MARCO SOBRE LA ESTRATEGIA MARINA

4.2.1 Introducción

Una de las iniciativas más importantes de la Unión Europea y que dada su importancia ha sido establecida como Directiva, ha sido el desarrollo de las Estrategias Marinas, (Directiva marco sobre la Estrategia Marina 2008/56/CE). Esta Directiva promueve el conocimiento del medio marino, de su estado ambiental, y la integración de datos oceánicos de todas las variables ambientales y físicas que afectan al medio marino para conseguir un desarrollo sostenible.

Las estrategias marinas establecen un marco de acción comunitaria y tienen como principal objetivo la consecución del Buen Estado Ambiental (BEA) de los mares europeos con fecha límite en 2020.

<http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/>

Los objetivos concretos son:

- Proteger y preservar el medio marino, evitando su deterioro o en la medida de lo posible, recuperando los ecosistemas marinos en las zonas donde se hayan visto afectados negativamente.
- Prevenir y reducir los vertidos al medio marino, de cara a eliminar progresivamente la contaminación.

Para la consecución de estos objetivos, cada Estado miembro elaborará una estrategia marina para las aguas bajo su jurisdicción. Los Estados revisarán los elementos de sus estrategias marinas cada seis años a partir del establecimiento inicial y para ello los estados deberán coordinarse entre sí.

4.2.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación comprende las aguas marinas y el fondo marino bajo la soberanía y jurisdicción de los estados miembros de la Unión Europea. Se aplica a las aguas, al lecho marino y al subsuelo. En el caso de las aguas costeras, su lecho marino y su subsuelo, si la Directiva 2000/60/CE no ha abordado los aspectos del estado ambiental del medio marino, también serán competencia de la aplicación de la Directiva marco de las Estrategias Marinas.

En el caso del medio marino español, a efectos del Título II de la LPMM, se divide en dos regiones: el Mar Mediterráneo y el Atlántico Nororiental, en la que tenemos dos subregiones: el Golfo de Vizcaya y las costas Ibéricas, y la región Atlántico Macaronésica de Canarias. En los límites de estas regiones y subregiones, a efectos de la LPMM, se crean las siguientes demarcaciones marinas, que facilitan la aplicación de la ley, y que constituyen el ámbito espacial sobre el que se desarrollara su correspondiente estrategia marina

- Demarcación marina noratlántica
- Demarcación marina subatlántica
- Demarcación marina del Estrecho y Alborán
- Demarcación atlántica levantino-balear
- Demarcación marina canaria

4.2.3 Metodología

Uno de los instrumentos utilizados es la definición de descriptores del BEA, estos son: D1: Biodiversidad, D2: Especies alóctonas, D3: Especies explotadas comercialmente, D4: Redes tróficas, D5: Eutrofización, D6: Integridad de los fondos marinos, D7: Alteraciones de las condiciones hidrográficas, D8: Contaminantes y sus efectos, D9: Contaminantes en los productos de la pesca, D10: Basuras marinas y D11: Energía y ruido submarino.

Estos 11 descriptores marcan el punto de referencia sobre los que determinar el buen estado ambiental del medio marino.

Para el desarrollo de la Directiva la Comisión Europea aprobó la “Decisión de la Comisión 2010/477/UE”, en la que se definen los criterios, indicadores y las normas aplicables al buen estado ambiental de las aguas marinas.

Las fases establecidas con la finalidad de avanzar en la consecución del objetivo de lograr o mantener el buen estado ambiental del medio marino en 2020, fueron las siguientes:

1. Evaluación inicial del estado de las aguas marinas, englobando un análisis del estado ambiental actual, de los principales impactos y presiones, y del análisis económico, social y del coste que implica el deterioro del medio marino.
2. Definición del buen estado ambiental (BEA) de las aguas marinas. Cada Estado miembro determina un conjunto de características correspondientes a un buen estado ambiental, a partir de la evaluación inicial y en base a los descriptores establecidos enumerados anteriormente.
3. Establecimiento de una exhaustiva serie de objetivos ambientales e indicadores asociados, que facilitan la consecución del buen estado ambiental en el medio marino. Estos objetivos deben ser coherentes y compatibles con los que pudieran existir a nivel nacional, comunitario o internacional en las mismas aguas, sin olvidar las características e impactos transfronterizos.
4. Elaboración y aplicación de un programa de seguimiento, en base a la evaluación inicial, y con el fin de evaluar permanentemente el estado ambiental de sus aguas marinas.
5. Establecimiento de un programa de medidas. Establecimiento de un programa de medidas, con el objetivo de alcanzar o mantener el buen estado ambiental, en función de la evaluación inicial y en base a los objetivos ambientales previamente definidos.

4.2.4 Coordinación con otras iniciativas

Al ser el mar un espacio compartido entre varios Estados es necesario un trabajo coordinado entre países transfronterizos y en todo el seno de la UE., y por otra parte es fundamental reconocer y aprovechar lo establecido en otras directivas y convenios, e integrarlo en las estrategias marinas. Para ello la Comisión Europea establece las sinergias de cooperación y colaboración poniendo en marcha una estructura común de implantación

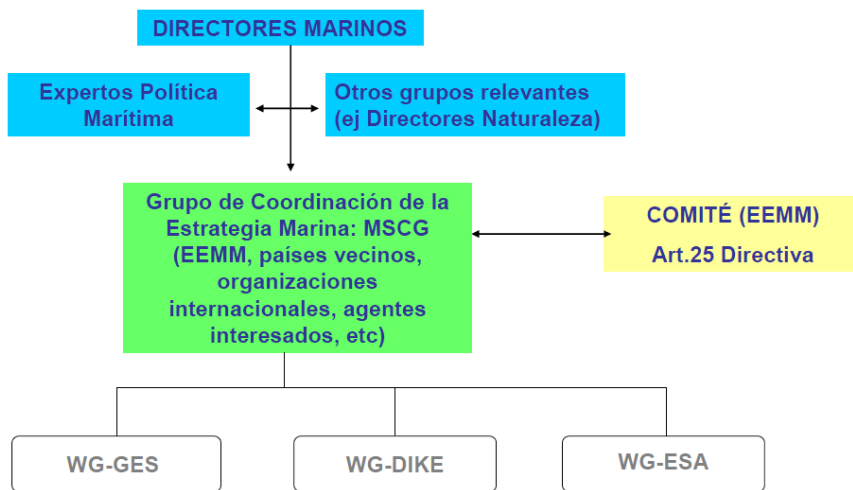


Gráfico 2 Estructura de la Estrategia Común de implantación

Los Directores Marinos son los responsables de la unidad directiva encargada de la aplicación de la DMEM en cada Estado Miembro, se reúnen periódicamente para exponer los avances de los diferentes grupos, y adoptan las decisiones estratégicas para la aplicación común de la DMEM en la UE.

El Grupo de Coordinación (MSCG, Marine Strategy Coordination Group) está formado por representantes de los Estados miembros, y también por agentes interesados, ONGs, y representantes de los Convenios Regionales (OSPAR, Barcelona, etc.).

Del MSCG dependen directamente tres grupos de trabajo (WG, "Working Group"):

- WG-GES: Grupo de Trabajo sobre Buen estado ambiental en el cual se debate todo lo relacionado con la evaluación inicial, definición de BEA y establecimiento de objetivos ambientales, y su relación con la Decisión 2010/477/CE.

- WG-ESA: grupo de de Evaluación Económica y Social. Este grupo, tiene como objetivo tratar las metodologías para llevar a cabo "el análisis económico y social de la utilización de las aguas marinas y del coste que supone el deterioro del medio marino".

- WG-DIKE: Grupo de trabajo sobre intercambio de información y "reporting" ("Data information and knowledge Exchange"). En este grupo se trata todos los temas relacionados con el envío de información a la Comisión, así como la optimización de la información, bases de datos e iniciativas existentes en el medio marino, incluido la interacción con la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Debido al enfoque ecosistémico de las estrategias marinas se hace necesario el análisis transversal del amplio abanico de políticas europeas, incluyendo otras Directivas, así como políticas internacionales, para establecer desde la Directiva de las Estrategias Marinas políticas coherentes con las ya existentes. Otras políticas o directivas que se tienen en cuenta son:

- La Política Marítima Integrada
- La Política Pesquera Común
- La política europea para promover la investigación en mares y océanos
- La Directiva Marco del Agua (60/2000/CE)
- Directiva de Hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres)
- Directiva de Aves (Directiva 147/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres).
- Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de febrero de 2006 relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño (continentales y costeras)
- Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos (NO₃-)
- La Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (modificada por la directiva 98/15/CE)
- La Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales
- La Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (Dir EIA)
- La Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación
- Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982)
- Convenio de Londres (1975) relativo a la prevención de la contaminación marítima
- El Convenio MARPOL o Convenio Internacional para la prevención de la contaminación por buques (1973)
- Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos o convenio OPRC
- Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques

- Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (1992) o Convenio de Rio
- Convenio Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas o Convenio de Ramsar (1971)
- Convenio de Berna sobre la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa (1979).
- Convenio de Bonn sobre la protección de las especies migratorias de la fauna silvestre (1979).
- Convenio CITES (1975). El objetivo de este convenio es la regulación del comercio internacional de especies silvestres o de partes de ellas.
- Convenio de la UNESCO para la protección del patrimonio mundial cultural y natural (1972)
- Comisión Ballenera internacional (CBI), creada en 1946.
- Acuerdos para la protección y regulación de los recursos pesqueros

La transposición de la DMEM al ordenamiento jurídico español se llevó a cabo mediante la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (BOE num. 317, 30 de diciembre de 2010).

En consonancia con la política de la CE la Ley 41/2010 de protección del medio marino introduce la obligación de que las políticas sectoriales que se lleven a cabo o puedan afectar al medio marino deberán ser compatibles y adaptarse a los objetivos de las estrategias marinas.

4.2.5 Integración de datos marinos en el marco de la EM

Como se ha comentado con anterioridad, La evaluación del estado actual se basa en los once descriptores establecidos en la Directiva Marco sobre la estrategia marina y en la Ley 41/2010: biodiversidad, especies alóctonas, especies comerciales, redes tróficas, eutrofización, fondos marinos, condiciones hidrográficas, contaminantes, contaminantes en el pescado, basuras marinas y ruido submarino.

Para cada uno de los descriptores se reúnen un grupo de expertos encargado de analizar la información disponible y realizar la evaluación del estado del medio marino para cada componente concreto. Para esto se ha llevado a cabo la larga y ardua tarea de recopilación de la información disponible.

La evaluación que se ha elaborado, está basada en la lista de criterios e indicadores del buen estado ambiental fijados en la Decisión 2010/477/UE. Se trata de más de 50 indicadores para los que se ha evaluado el estado actual del medio marino, sirviendo el

análisis de las series históricas como base para definir, para cada demarcación marina, los valores o características de cada indicador que corresponderían al buen estado ambiental y para proponer una serie de objetivos ambientales e indicadores asociados.

La evaluación inicial está apoyada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) específico para las estrategias marinas, en el cual se centraliza toda la información relativa al estado ambiental de medio marino y a las presiones e impactos. La enorme potencialidad del GIS en lo relativo a gestión de datos georreferenciados permitirá la integración de datos multifuente y multidisciplinares, así como la consulta y el análisis de los mismos, agilizando y optimizando el proceso de determinación del BEA.

Las etapas en el desarrollo del SIG fueron:

- Análisis de la información recopilada, controles de calidad.
- Desarrollo de un modelo de datos conceptual en función con la información recopilada y la que se estima será necesaria para el estudio de los 11 descriptores.
- Desarrollo del modelo físico, implantación en la base de datos GIS
- Creación de la base de datos GIS en función de los modelos de datos
- Edición y adecuación de la información recopilada para su incorporación en la base de datos GIS
- Incorporación de la información en la base de datos GIS
- Mantenimiento de la base de datos y de los datos incluidos

4.2.6 Estado de aplicación de la Directiva:

Los resultados de la evaluación inicial correspondientes a la fase 1 del proceso fueron expuestos a consulta pública y se realizó una primera definición de BEA de las aguas marinas Fase 2., estableciendo una serie de objetivos ambientales e indicadores asociados, que facilitaron la consecución del buen estado ambiental en el medio marino correspondientes a la fase 3.

Actualmente los países miembros se encuentran en la fase de elaboración y aplicación de los programas de seguimiento, en base a la evaluación inicial, y con el fin de evaluar permanentemente el estado ambiental de sus aguas marinas correspondientes y se está abordando también el establecimiento de un programa de medidas, correspondientes a las fases 4 y 5.

4.3 DIRECTIVA INSPIRE

4.3.1 Introducción

Al hablar de integración de datos no podemos obviar a una de las Directivas más importantes e innovadoras en el ámbito de la integración de datos georreferenciados, se trata de la Directiva INSPIRE, Directiva 2007/2/CE de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea.

4.3.2 Objetivos

La Directiva INSPIRE tiene como objetivo la implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en Europa, con el fin de satisfacer las necesidades de información necesaria para establecer las diferentes políticas medioambientales.

A la hora de tratar de integrar todos los datos oceanográficos existentes se pone de manifiesto la existencia de una serie de problemas relativos a la disponibilidad, calidad, organización, accesibilidad y puesta en común de la información espacial, estos problemas son comunes a un gran número de políticas y de temáticas. Para solucionar estos problemas se han de establecer medidas que faciliten el intercambio, acceso y utilización de los datos espaciales interoperables. Y estas medidas son las que precisamente se fomentan y favorecen desde la Directiva INSPIRE, a través de la implementación de la infraestructura de información espacial europea. Esta IDE técnicamente debe estar basada en una Arquitectura Orientada a Servicios, dedicados a publicar en la Web, recursos cartográficos mediante protocolos estandarizados que permitan la interoperabilidad.

Una IDE se compone de metadatos, conjuntos de datos espaciales y los servicios de datos espaciales, los servicios y tecnologías de red y procedimientos.

4.3.3 Relación con otras Directivas

La aplicación de esta Directiva, debe estar en consonancia con la aplicación de Directivas como la Directiva 2003/4/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, relativa al acceso del público a la información medioambiental, la Directiva 2003/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, relativa a la reutilización de la información del sector público.

4.3.4 Metodología

La infraestructura de información espacial INSPIRE debe basarse en las infraestructuras de información espacial creadas por los Estados miembros, estas han de ser compatibles a través de unas normas de ejecución comunes y han de ser complementadas por medidas a nivel comunitario, que garanticen que las infraestructuras de los Estados miembros sean comparables y utilizables en un contexto comunitario y transfronterizo.

Las Infraestructuras De Datos Espaciales (IDE) deben garantizar un almacenamiento óptimo de la información, un mantenimiento continuo y la disponibilidad de los datos espaciales al nivel adecuado, para que sea posible la integración de forma coherente de

datos espaciales de diversas fuentes, y puedan ser compartidos entre distintos usuarios y aplicaciones.

Desde la aprobación de la Directiva INSPIRE, a nivel nacional y comunitario se adoptan numerosas iniciativas en las diferentes instituciones públicas y privadas de los Estados miembros, destinadas a recoger, armonizar y promover la difusión de la información espacial.

La Directiva INSPIRE debe aplicarse a los datos espaciales adquiridos por autoridades públicas o en nombre de ellas. Sin embargo, bajo condiciones especiales también debe aplicarse a los datos en poder de personas físicas o jurídicas, siempre que tales personas lo soliciten.

La Directiva no debe imponer la adquisición de nuevos datos, ni la transmisión de dicha información a la Comisión, estos aspectos deben estar regulados por otras disposiciones de medio ambiente.

Para facilitar la utilización de datos espaciales de diversas fuentes en todos los Estados miembros, se ha garantizado que los conjuntos de datos sean interoperables.

Todo conjunto de datos debe tener elaborado su correspondiente metadato el cual incluirá información sobre la conformidad de los datos espaciales con las normas de ejecución dictaminadas por INSPIRE, las condiciones que controlan el acceso a los conjuntos de datos espaciales y su utilización, y en su caso, las tasas que correspondan, la calidad y validez de los conjuntos de datos espaciales, los responsables de la creación del conjunto de datos, de su gestión, mantenimiento y distribución.

Uno de los objetivos de la Directiva INSPIRE es compartir los datos espaciales, para ello desde la Directiva se propone la creación de servicios de red que harán posible localizar, transformar, visualizar y descargar datos espaciales. Los servicios de red deben crearse y funcionar de acuerdo a unas especificaciones acordadas conjuntamente por los Estados miembros y a unos criterios operativos mínimos que garanticen la interoperabilidad de las IDE establecidas por los Estados miembros.

Por otra parte, con el fin de que las IDE sean accesibles por la mayoría deben contar con servicios de red gratuitos, como mínimos los de localización.

Para facilitar la integración de la información de las diferentes IDE, cada Estado miembro debe crear la IDE nacional, la cual disponga de un geoportal que permita el acceso a todas las IDE desarrolladas en el Estado miembro.

Enmarcado en esta directiva, el Joint Reserche Center (JRC) de la Comisión Europea, ha formado los Thematic Working Groups (TWG), se trata de una serie de grupos de expertos con la misión de definir y redactar las especificaciones de datos de cada uno de los temas de la Directiva INSPIRE, anexos II y III. Estas especificaciones serán adaptadas como Reglamento europeo, de obligado cumplimiento para todos los países

miembros de la UE. Los grupos de trabajo se han estructurado según las diferentes temáticas de la información geográfica.

5. CONCLUSIÓN

El mapeo de las áreas y los recursos marinos es una herramienta clave para el conocimiento de los mares europeos. Gracias a los avances tecnológicos, es posible obtener datos relevantes para determinar el estado del medio marino, de las zonas costeras a las zonas más profundas. Las mejoras tecnológicas combinados con sistemas de posicionamiento global (GPSs) para la cartografía están aumentando la disponibilidad y la diversidad de datos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y portales de datos en línea facilitan el acceso a los datos (Pittman, 2011).

La oceanografía no es sólo una ciencia básica, es una combinación de conocimientos en biología, química, física, geología, geofísica e ingeniería, con el fin de entender completamente los patrones y procesos en los océanos. Esto también requiere una comprensión multidisciplinar, la integración de todos estos conocimientos es la clave para entender el mundo marino. El uso de estándares SIG es importante para coordinar el intercambio y uso de los datos espaciales. Los estándares tienen el propósito de reducir el coste de la recogida de datos y promover la reutilización de la información existente. Por otra parte, la rápida evolución de la red tecnológica permite velocidades de transferencia de datos muy alta que hace que el intercambio de datos sea muy fácil (Diviacco, 2004).

La capacidad de transmitir la información espacial es relevante. Las posibilidades del Sistema De Información Geográfica permiten la integración de toda la información para el posterior análisis e interpretación, con el objetivo de la incorporación y combinación de variables relevantes relacionadas con el medio ambiente. El mapeo de estas variables multidisciplinarias, contribuye a la comprensión de las escalas temporales y espaciales de importancia para los procesos biológicos en el contexto de las condiciones oceanográficas (Carr, 2010).

El conocimiento de la distribución espacial es crucial para la evaluación precisa de los patrones de biodiversidad actuales y las previsiones de los efectos del cambio climático y la actividad humana, y para la designación de los programas de gestión eficaces al informar a la selección, pruebas y monitoreo de indicadores de biodiversidad informativos (Navarro, 2015).

Es necesario saber cómo ordenar, gestionar y administrar un planeta limpio y sostenible. La construcción colaborativa del conocimiento es posible con la integración de datos de todas las áreas que se involucran en el medio marino. Los avances en el acceso abierto a los datos hacen posible la colaboración entre todos los actores implicados.

Actualmente, la estrategia europea complementa la mitigación de los desequilibrios provocados en el equilibrio del planeta y la adaptación a los cambios realizados en las

zonas más vulnerables al cambio climático, como las zonas costeras, llanuras de inundación e islas. La vulnerabilidad implica una falta de resiliencia y resistencia a los desastres ambientales. La integración de datos marinos es una herramienta útil para la planificación espacial marina y para ver los cambios ambientales marinos. Mapeando el medio marino, hay una base para la investigación, el análisis y la planificación sostenible.

6. BIBLIOGRAFÍA

Andersen, J.H., A. Stock (eds.), M. Mannerla, L. Meski, S. Heinänen and M. Vinther. (2012). *Human uses, pressures and impacts in the eastern North Sea*. DCE - National Centre for Environment and Energy), Aarhus University, Denmark. 139 pp. – DCE Technical Report

Bartlett, D.J. (2000). Working on the Frontiers of Science: Applying GIS to the Coastal Zone, in: Wriath D.J. & Bartlett, D.J. *Marine and Coastal Geographical Information Systems*. London: Taylor and Francis.

Brundtland, Gro Harlem (1987) *Our common Future. The World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.

Buccella, A., Cechich, A., Arias M., et al. (2013). Towards systematic software reuse of GIS: Insights from a case study. *Computers & Geosciences* 54. 9–20.

Caldow, C. (2014). Biogeographic assessments: A framework for information synthesis in marine spatial planning. *Marine Policy*, 51, 423–432.

Cameron, A. and Askew, N. (eds.). (2011). EUSeaMap -Preparatory Action for development and assessment of a European broad-scale seabed habitat map final report. www.emodnet-seabedhabitats.eu

Carr M.H., Woodson C.B., Cheriton O.M. et al. (2010). Knowledge through partnerships: integrating marine protected area monitoring and ocean observing systems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 342–350.

Coltman, N., Golding, N. & Verling, E. (2008) Developing a broadscale predictive EUNIS habitat map for the MESH study area. In: MESH Guide to Marine Habitat Mapping, www.emodnet-seabedhabitats.eu/pdf/MESH%20EUNIS%20model.pdf

Davies, C.E., Moss, D. & Hill, M.O. (2004). EUNIS Habitat Classification. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, Paris for European Environment Agency, Copenhagen.

European Marine Observation and Data Network (EMODNet) (2015). Retrieved October 1, 2015, from: <http://www.emodnet.eu/>

European Union (1995-2015). *Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)*. Retrieved October 1, 2015, from: <http://inspire.ec.europa.eu/>

European Union (2012). Blue Growth opportunities for marine and maritime sustainable growth (COM(2012) 494 final). Brussels. Retrieved October 2015 from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012DC0494>

European Union (2007). DIRECTIVE 2007/2/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). *Official Journal of the European Union L108.1-14*

European Union (2008). DIRECTIVE 2008/56/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Union L164.19-39*

Diviacco, P. (2004). An open source, web based, simple solution for seismic data dissemination and collaborative research. *Computers & Geosciences* 31. 599–605.

Gallagher, J., Orcutt, J., Simpson, P. et al. (2015). Facilitating open exchange of data and information. *Earth Science Informatics*.1-19.

Gattuso, J.P. et al. (2015). Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios. *Science* 349, aac4722

Hughes, TP, Bellwood, DR, Connolly, SR (2002). Biodiversity hotspots, centres of endemism, and the conservation of coral reefs. *Ecology Letters* 5: 775–784.

International Oceanographic Data and Information Exchange" (IODE). Retrieved September 15, 2015, from <http://www.iode.org>

IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

Jenkins CN, Pimm SL, Joppa LN (2013) Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Science*.

Lattin, G.L., Moore, C.J., Zellers A.F. et al. (2004). A comparison of neustonic plastic and zooplankton at different depths near the southern California shore. *Marine Pollution Bulletin* 49. 291–294.

- Manca, E. and Vasquez, M. (2015). *The EMODnet Seabed Habitats initiative and examples of application of the EUSeaMap broad-scale seabed habitat maps on behalf of the EMODnet Seabed Habitats Consortium*. ICES CM 2015:08.
- McBreen, F., Askew N., Cameron A., et al. (2011). UKSeaMap 2010 Predictive Mapping of Seabed Habitats in UK Waters. JNCC report, no. 446. 103 pp. <http://jncc.defra.gov.uk/page-5955/>
- Mapping Atlantic Area Seabed Habitats for Better Marine Management (MeshAtlantic). (2013). Retrieved September 26, 2015, from <http://www.meshatlantic.eu>
- Navarro, J., Coll, M., Cardador L., Fernández, A.M. & Bellido J.M. (2015). The relative roles of the environment, human activities and spatial factors in the spatial distribution of marine biodiversity in the Western Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography* 131 126–137
- Nierges, T., Jankowski, P., & Drew, C. (2002). Data-Gathering Strategies for social-behavioural research about participatory GIS use. *International Journal of Geographical Information Science*, 16, 1-22.
- Nwilo, P.C. (2005). GIS applications in coastal management: a view from the developing world, in: Bartlett, D. et al. (Ed.). GIS for coastal zone management. (pp. 181-193). CRC Press. Florida.
- OGC (2005). OpenGIS implementation specifications. Retrieved May 4, 2015, from <http://www.opensource.org>
- Pan-European Infrastructure for Ocean & Marine Data Management (SeaDataNet) (2010). Retrieved August 28, 2015, from: <http://www.seadatanet.org/>
- Pittman SJ, Connor DW, Radke L, and Wright DJ (2011) Application of Estuarine and Coastal Classifications in Marine Spatial Management. In: Wolanski E and McLusky DS (eds.) *Treatise on Estuarine and Coastal Science, Vol 1*, pp. 163–205.
- Roberts CM, McClean CJ, Veron JEN, Hawkins JP, Allen GR, et al. (2002) Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science* 295: 1280–1284.
- Schaap D, Lowry R (2010) SeaDataNet – Pan-European infrastructure for marine and ocean data management: unified access to distributed data sets. *Int J Digit Earth* 3(Suppl. 1):50–69.
- Selig ER, Turner WR, Trøenng S, Wallace BP, Halpern BS, et al. (2014) Global Priorities for Marine Biodiversity Conservation. *PLoS ONE* 9(1): e82898.

United Nations (2015). Millennium Development Goals Report 2015. Retrieved October 2015 from: http://www.undp.org/content/dam/undp/library/MDG/english/UNDP_MDG_Report_2015.pdf

Van Franeker, J.A., Lavender Law, K. (2015). Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. *Environmental Pollution* 203. 89-96

Vasquez, M., Mata Chacón, D., Tempera, F., et al. (2015). Broad-scale mapping of seafloor habitats in the north-east Atlantic using existing environmental data. *Journal of Sea Research, MeshAtlantic Mapping Atlantic Area Seabed Habitat for Better Marine Management* 100, 120–132.

Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. & Melillo, J. M. (1987). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 238. 494-499.

Ware, C. (1999). *Information visualization: perception for design*. New York: Morgan Kaufmann.

Wright, D.J. (2010). Foreword, in *Ocean Globe*, ed. by J. Breman, ESRI Press, Redlands.