

Documento de referencia



Volumen IV

Medio ambiente litoral



Ministerio de Medio Ambiente

Universidad de Cantabria UC

G.I.O.C.
Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas





DOCUMENTO DE REFERENCIA

Diciembre de 2000

ÍNDICE

VOLUMEN I. DINÁMICAS

- SECCIÓN 1. MECÁNICA DE ONDAS

Introducción

Movimiento oscilatorio, Magnitudes características
de las ondas

Definición de los parámetros adimensionales

Regímenes y teorías de ondas

Planteamiento general del problema de contorno

Teoría lineal de ondas

Teoría no lineal de ondas

Bibliografía

- SECCIÓN 2. ANÁLISIS DEL OLAJE

Capítulo 1. Introducción

Capítulo 2. Conceptos básicos para la descripción del oleaje

Capítulo 3. Modelos estadísticos para el análisis del oleaje a corto
plazo

Capítulo 4. Propiedades espectrales del oleaje

Capítulo 5. Modelos de predicción del oleaje a corto plazo

Capítulo 6. Descripción del oleaje a largo plazo: regímenes

Capítulo 7. Bibliografía



- **SECCIÓN 3. TRANSFORMACIÓN DEL OLAJE EN LAS PROXIMIDADES DE LA COSTA**

Introducción
Conceptos previos
Asomeramiento
Refracción
Difracción
Refracción – difracción
Reflexión
Disipación
Transformación del oleaje
Bibliografía

- **SECCIÓN 4. HIDRODINÁMICA EN LA ZONA DE ROMPIENTES**

Capítulo 1. Introducción
Capítulo 2. Asomeramiento y rotura del oleaje
Capítulo 3. Ecuaciones generales promediadas
Capítulo 4. Aplicaciones de las ecuaciones generales promediadas al cálculo de las características medias del flujo en la zona de rompientes
Capítulo 5. Flujo medio vertical transversal en la zona de rompientes
Capítulo 6. Dinámica de la zona de ascenso-descenso

- **SECCIÓN 5. ONDAS LARGAS**

Introducción
La marea astronómica
Ecuaciones fundamentales
Propagación 1-D de las ondas largas
Propagación con fricción



Marea meteorológica (Storm surge)

Ondas largas inducidas por el oleaje. Ondas infragravitarias

Bibliografía

- **SECCIÓN 6. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS**

Capítulo 1. Introducción

Capítulo 2. Flujo de agua y perfil de velocidades

Capítulo 3. Rugosidad de lecho

Capítulo 4. El transporte de sedimentos

Capítulo 5. Bibliografía

- **SECCIÓN 7. DINÁMICA Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN RÍAS Y ESTUARIOS**

Capítulo 1. Introducción general

Capítulo 2. Desembocaduras

Capítulo 3. Estuarios

Capítulo 4. Bibliografía

VOLUMEN II. PROCESOS LITORALES

- **SECCIÓN 1. PROCESOS LITORALES**

Capítulo 1. Introducción general

Capítulo 2. Morfología de playas a largo plazo: perfil de equilibrio

Capítulo 3. Morfología de playas a largo plazo: forma en planta de equilibrio

Capítulo 4. Morfodinámica de playas a largo y medio plazo

Capítulo 5. Procesos litorales en rías y estuarios



VOLUMEN III. OBRAS

- SECCIÓN 1. OBRAS

- Capítulo 1. Introducción general
- Capítulo 2. Clasificación y tipología de las obras de protección del litoral
- Capítulo 3. Cálculo funcional de estructuras de protección del litoral
- Capítulo 4. Estabilidad de estructuras de protección del litoral
- Capítulo 5. Materiales
- Capítulo 6. Análisis de riesgo
- Capítulo 7. Bibliografía

Volumen IV. MEDIO AMBIENTE LITORAL

- SECCIÓN 1. ECOSISTEMAS LITORALES

- Capítulo 1. El medio marino
- Capítulo 2. Zona intermareal
- Capítulo 3. Ecosistemas litorales
- Capítulo 4. Comunidades intermareales

- SECCIÓN 2. IMPACTO AMBIENTAL

- Capítulo 1. Introducción
- Capítulo 2. Impacto ambiental
- Capítulo 3. Evaluación del impacto ambiental
- Capítulo 4. Los estudios de impacto
- Capítulo 5. EsIA: Introducción



- Capítulo 6. EsIA: Análisis del medio
- Capítulo 7. EsIA: Análisis del proyecto
- Capítulo 8. EsIA: Análisis de impacto

Volumen V. APÉNDICES:

APÉNDICE I.

- SECCIÓN 1. REFERENCIAS

Referencias bibliográficas

Libros

Revistas

Normativa

Bases de datos y direcciones de Internet interesantes

Congresos y conferencias

Centros de investigación

- SECCIÓN 2. MÉTODOS EXPERIMENTALES

Capítulo 1. Modelos físicos

Capítulo 2. Análisis dimensional

Capítulo 3. Principios de la semejanza

Capítulo 4. Modelos hidrodinámicos

Bibliografía

APÉNDICE II. AVANCES TÉCNICOS

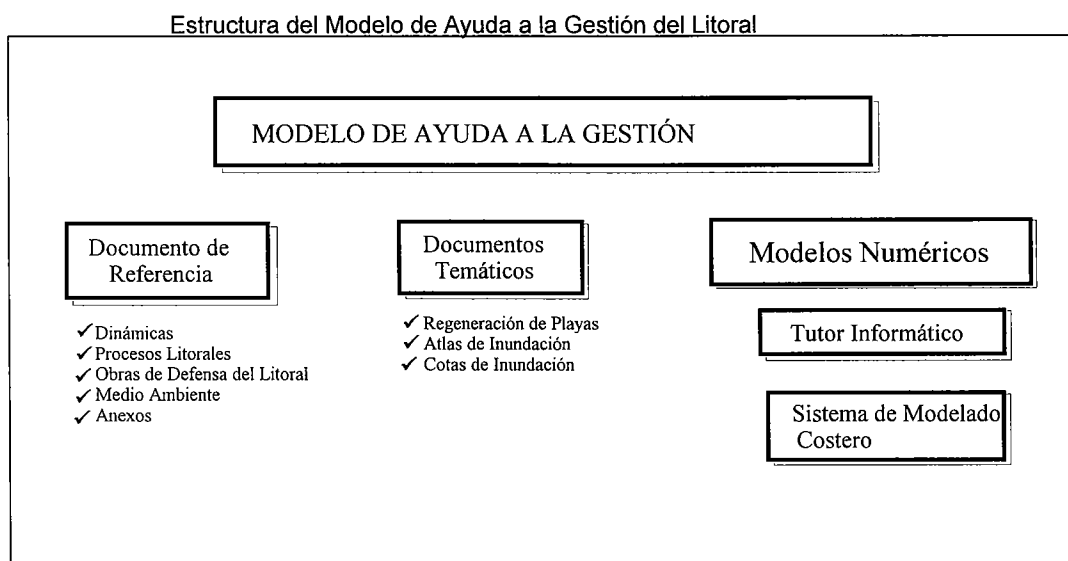
Prólogo

El presente documento es el *Volumen IV. Medio Ambiente Litoral* del Documento de Referencia, que es uno de los textos elaborados dentro del proyecto “Modelo de Ayuda a la Gestión del Litoral”.

Dicho proyecto, desarrollado por la Universidad de Cantabria para la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente ha tenido como objetivos fundamentales:

- Conocer con precisión la dinámica y la evolución de los sistemas costeros,
- Diseñar con fiabilidad las estrategias de actuación necesarias para evitar la regresión de la costa y la inundación de las zonas bajas litorales,
- Establecer una metodología para el diseño, ejecución y seguimiento de las actuaciones a realizar en la costa española
- Recopilar la experiencia española en el campo de la Ingeniería Litoral.

La estructura y objetivos particulares de los textos y modelos desarrollados en el seno del proyecto se presenta en el cuadro adjunto:



El Documento de Referencia es un compendio enciclopédico en el que se recoge el estado del arte de los conocimientos necesarios para sustentar los diferentes documentos temáticos y modelos numéricos elaborados.

La estructura general del Documento de Referencia es la siguiente:

- Volumen I. Dinámicas
- Volumen II. Procesos litorales
- Volumen III. Obras de protección del litoral
- Volumen IV. Medio ambiente litoral
- Volumen V. Apéndices

Los Documentos Temáticos tienen como objetivo desarrollar la metodología de diseño de diversas actuaciones en la costa.

Entre los Documentos Temáticos desarrollados se encuentran:

- Volumen 1. Regeneración de playas.
- Volumen 2. Cota de Inundación
- Volumen 3. Atlas de Cota de Inundación

Los Modelos Numéricos tienen un doble objetivo:

- Facilitar la aplicación de la información del Documento de Referencia en soporte informático (Tutor Informático de Costas, Tic).
- Ofrecer un paquete de programas numéricos que permitan la correcta utilización de la metodología propuesta en los Documentos Temáticos.

Cada uno de los modelos desarrollados cuenta con un manual habiéndose editado los siguientes:

- Modelo de Propagación de Ondas (Oluca)
- Modelo de Corrientes en Playas (Copla)
- Modelo de Erosión / Sedimentación (Eros)
- Modelo de Perfil Transversal (Petra)
- Modelo de Sistema de Modelado Costero (SMC)

Aunque el Documento de Referencia trata de incluir todos los conocimientos teóricos necesarios, se ha optado en algunos casos específicos, como son el del Documento de Cota de Inundación o en algunos de los manuales de los modelos numéricos, por incluir en los mismos una gran parte de los fundamentos teóricos que los sustentan complementando así algunas partes del Documento de Referencia.

Santander, Diciembre de 2000

Sección 1.

ECOSISTEMAS LITORALES

DOCUMENTO DE REFERENCIA

ÍNDICE

ECOSISTEMAS LITORALES

Capítulo 1. El medio marino.....	1
1.1 Geografía y geomorfología de los océanos.....	1
1.2 Características físicas y químicas del medio marino.....	2
1.3 División del medio marino	11
Capítulo 2. Zona intermareal.....	16
2.1 Factores ambientales	16
2.2 Adaptaciones de los organismos intermareales	19
Capítulo 3. Ecosistemas litorales	23
3.1 Costas rocosas	23
3.2 Charcas intermareales	27
3.3 Costas arenosas	28
3.4 Dunas.....	34
3.5 Orillas fangosas	38
3.6 Marismas.....	42
3.7 Estuarios	46
Capítulo 4. Comunidades intermareales	52
4.1 Peces intermareales	52
4.2 Aves intermareales	53
4.3 Comunidades planctónicas	53



Capítulo 1. EL MEDIO MARINO

El medio marino es grande, los océanos ocupan alrededor del 71 % de la superficie terrestre, su profundidad media es de 3800 m y el volumen total de $1370 \times 10^6 \text{ Km}^3$. La vida existe en todo este volumen llegando a constituir la mayor reserva de organismos de nuestro planeta.

Los organismos marinos dependen de las propiedades del agua que les rodea y la mayoría de las características de las plantas y animales son el resultado de las adaptaciones al medio acuático y a sus movimientos.

Para comprender la ecología de los mares, conviene conocer los factores físicos y químicos del ambiente marino a los cuales los organismos se tienen que adaptar.

1.1. GEOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA DE LOS OCÉANOS

Se denominan **océanos** las grandes extensiones de mar separadas parcialmente por las masas continentales, y **mares** las subdivisiones de los océanos que se encuentran próximos a la tierra.

Aunque todos los océanos se encuentran conectados, el mundo oceánico se divide en: Pacífico, Atlántico, Índico y Antártico (en orden decreciente a su tamaño). Pacífico, Atlántico e Índico convergen en un área alrededor del continente Antártico formando un cuerpo de agua contiguo alrededor del continente Sur.



Los océanos no están igualmente distribuidos sobre la tierra, así cubren más del 80% del Hemisferio Sur pero sólo el 61 % del Hemisferio Norte, donde se encuentran la mayoría de los continentes.

La topografía del fondo del mar es muy irregular y comparable a la que se observa en la tierra, pudiéndose distinguir las siguientes zonas:

- *Plataforma continental*: el fondo de pendiente suave (unos 5°) que se extiende desde la costa hasta la profundidad de unos 200 y algunas veces hasta la de unos 600 metros, y a partir de donde hay un aumento abrupto de la pendiente. Esta ocupa del 7 al 8 % del área oceánica total.
- Se denomina *talud continental* a la pendiente más pronunciada del fondo que separa la plataforma continental de las grandes profundidades oceánicas, ésta desciende bruscamente a la profundidad de 3 a 5 Km; a partir de aquí el fondo es llano, amplio y está cubierto de sedimento formando la *zona abisal*.
- La zona abisal a veces se interrumpe por las *cordilleras submarinas*. La más conocida es la cordillera de Atlántico Medio, que divide al océano en Atlántico Este y Oeste.
- Ocasionalmente las cordilleras afloran en superficie y forman *islas*, como las Azores. Las cordilleras suelen marcar zonas de contacto entre las placas de la corteza terrestre siendo a menudo lugares de actividad volcánica.
- En ciertas áreas, las llanuras abisales se cortan y se hacen más profundas, formando *trincheras*, (de hasta 7000 o 11000 metros). La más profunda es la de las Marianas.
- Por último, debido a la acción volcánica se forman las llamadas *bocas de mar* que son islas y mares submarinos.

1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MEDIO MARINO

1.2.1. Radiación solar

La radiación solar es esencial para la vida en el mar y la tierra. Su *importancia* radica principalmente en que:

- a) Es necesaria para la fotosíntesis de las plantas (su energía se utiliza para la formación de materia orgánica a partir de materia inorgánica).



- b) Es la responsable del régimen de temperatura de los océanos (parte de la energía absorbida por las moléculas de agua es convertida en calor).
- c) Controla el máximo de profundidad de distribución de las plantas y de algunos animales.
- d) La visión y ciertos ritmos fisiológicos como las migraciones y la reproducción dependen de la luz.

La radiación solar que llega a las capas altas de la atmósfera es constante y alrededor de 1360 Wm^{-2} ó $1,94 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. La mitad de esta energía es absorbida, dispersada y reflejada en las capas altas de la atmósfera, así que la cantidad que alcanza la superficie del mar es alrededor del 50 % de la que se recibe (Figura 1. 1). De ésta la mitad es reflejada y devuelta a la atmósfera.

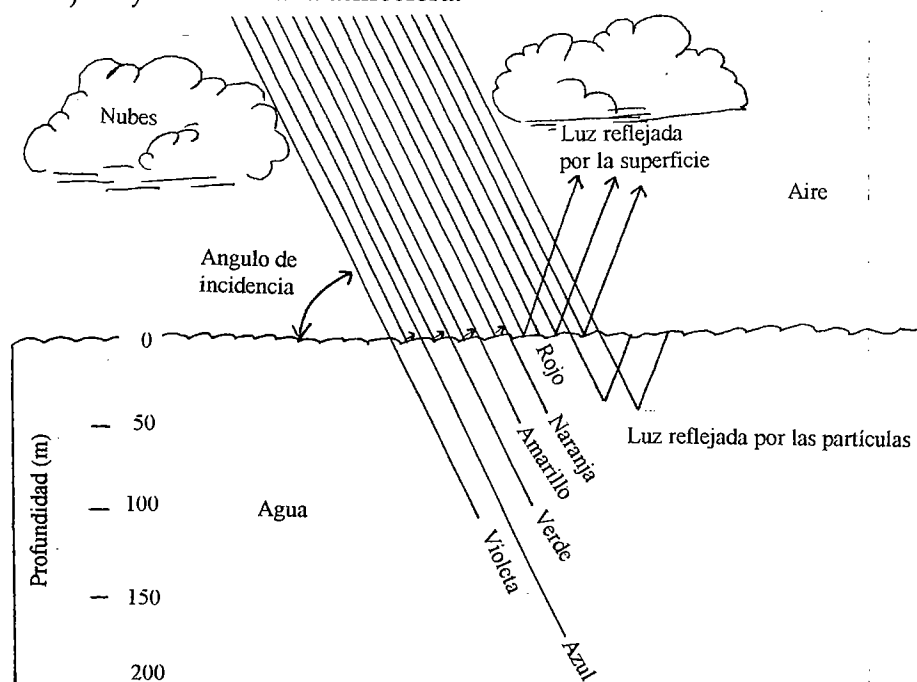


Figura 1. 1. Esquema de la radiación incidente en la superficie de los mares y de la penetración diferencia de las distintas luces que componen la radiación activa fotosintética.

De la radiación que penetra en la superficie del mar, alrededor del 50 % está compuesta de longitudes de onda mayores de 780 nm (radiación infrarroja). Esta radiación infrarroja es rápidamente absorbida y convertida en calor en los primeros metros. La radiación ultravioleta ($< 380 \text{ nm}$) forma una pequeña fracción de la radiación total y también es rápidamente reflejada y absorbida excepto en las aguas muy claras del océano donde penetra más. El 50 % restante comprende el espectro visible, con longitudes de onda de aproximadamente 400-700 nm. Esta franja de



radiación también llamada radiación activa fotosintética (PAR: “photosynthetic active radiation”) presenta diferente absorción con la profundidad. La luz roja (650 nm) es rápidamente absorbida quedando, en agua de mar clara, sólo el 1 % a los 10 m. La luz azul (450 nm) penetra más, y puede alcanzar el 1 % a los 150 m.

La disminución de la luz con la profundidad sigue una ley exponencial:

$$I_z = I_0 e^{-kz}$$

El cálculo del coeficiente de extinción k se realiza midiendo la radiación superficial (I_0) y la radiación a una profundidad z (I_z) y aplicando la siguiente ecuación:

$$k = \log_e (I_0) - \log_e (I_z) / z \text{ (m)}$$

k es aproximadamente $0,035 \text{ m}^{-1}$ para luz azul, y $0,140 \text{ m}^{-1}$ para luz roja y depende del color, del material disuelto orgánico e inorgánico del agua de mar y de la cantidad de clorofila del fitoplancton.

Dependiendo de la cantidad de luz que penetra en la columna de agua se distinguen 3 zonas ecológicas:

- a) *Zona fótica*, definida como la región en la que la luz es suficiente para permitir el crecimiento y reproducción de las plantas; donde hay suficiente luz para que la fotosíntesis sea superior a la respiración de las plantas.
- b) *Zona disfótica*, ó región donde los peces y algunos invertebrados pueden ver, pero donde la luz no es suficiente para que exista fotosíntesis neta (o sea, la pérdida de material por parte de las plantas a través de la respiración excede la producción en un periodo de 24 horas).
- c) *Zona afótica*, la región más profunda y mayor del océano. Se extiende desde la zona disfótica al suelo del océano. En esta zona la intensidad de luz es demasiado baja para ser detectada por los sistemas biológicos.

1.2.1. Temperatura

La temperatura constituye una de las propiedades físicas más importantes del ambiente marino e influye en las propiedades químicas, geoquímicas y biológicas:

- a) Controla la velocidad de las reacciones químicas y biológicas.



- b) Junto con la salinidad determinan la densidad del agua de mar, responsable de los movimientos verticales del agua y de determinadas propiedades biológicas y químicas.
- c) Contribuye a la concentración de gases disueltos.
- d) Influye en la distribución de las especies marinas.

La temperatura superficial varía con la latitud. La variación diaria en la superficie de los océanos, es muy pequeña, generalmente menor que 0,3 °C y es imperceptible a 10 m de profundidad. En aguas someras y en zonas intermareales los cambios de temperatura a lo largo del día son importantes, pudiendo variar hasta en 2 ó 3 °C.

La mezcla turbulenta producida por el viento y el oleaje transfiere calor a las capas más profundas. En latitudes medias y bajas, esta mezcla crea un estrato de agua de temperatura uniforme que puede variar desde pocos a cientos metros de profundidad (200-300 m en el océano); por debajo de este estrato, la temperatura comienza a disminuir hasta los 1000 m. A la capa de agua en la que hay una fuerte disminución de la temperatura (de hasta 20 °C) se le llama *termoclina permanente*. Si coincide con un cambio de densidad, a esta zona se le llama *picnoclina* y actúa como una barrera para la circulación del agua y para la distribución vertical de ciertos compuestos químicos que juegan un papel importante en la biología de los mares.

En climas templados se establecen en verano *termoclinas estacionales*. Éstas resultan de un aumento de la radiación solar que eleva la temperatura superficial.

La temperatura juega un papel importante en la distribución de los organismos marinos. La mayoría de los animales marinos (invertebrados) son especies *poiquilotermos* (cambian la temperatura de su cuerpo con la del medio que les rodea) pero los mamíferos marinos son *homotermos* y mantienen su temperatura constante independientemente de la del exterior.

Los animales que pueden vivir en ambientes donde hay amplia variación de temperatura son *euritermos* (zonas intermareales) mientras que son *estenotermos* aquellos que no pueden aguantar fuertes fluctuaciones en este factor.

1.2.3. Salinidad

El agua de mar contiene en disolución sólidos y gases. A 1000 g de agua le corresponden 35 g de compuestos disueltos, llamados en general sales. La cantidad de material disuelto se llama *salinidad*. Según las normas de la JPOTS-UNESCO (1985),



debe expresarse sin unidades puesto que es una razón y por lo tanto adimensional. La salinidad en el océano varía en un rango de 34 a 37, con una media de 35:

Mar abierto	32-38 (media 35)	
Áreas costeras	27-30	
Estuarios	0-30	Agua salobre
Áreas semicerradas	< 25	
Ambientes hipersalinos	> 40	

Las variaciones de salinidad están principalmente causadas por la evaporación (eleva la salinidad) y la precipitación (la disminuye).

Las sustancias disueltas incluyen sales inorgánicas (en mayor concentración), compuestos orgánicos derivados de los organismos vivos y gases disueltos. De las sales inorgánicas 10 son mayoritarias y constituyen el 99,99 % del peso de la materia sólida. Estas son cloro (Cl), bromo (Br⁻), carbono (como HCO₃⁻), boro (como H₃BO₃), estroncio (Sr⁺⁺), sodio (Na⁺), azufre (como SO₄⁼), magnesio (Mg⁺⁺), calcio (Ca⁺⁺) y potasio (K⁺). (Tabla 1).

Aunque la salinidad total es variable, la concentración de estos iones no se afecta significativamente por las reacciones biológicas o químicas, quedando la proporciones relativas de estos constituyentes constantes (*elementos conservativos*).

Ion	Porcentaje en peso
Cloro (Cl)	55,04
Sodio (Na ⁺)	30,61
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	7,68
Magnesio (Mg ²⁺)	3,69
Calcio (Ca ²⁺)	1,16
Potasio (K ⁺)	1,10
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	0,41
Bromo (Br ⁻)	0,19
Ácido bórico (H ₃ BO ₃)	0,07
Estroncio (Sr ²⁺)	0,04
Total	99,99

Tabla 1. Constituyentes mayoritarios del agua de mar de 34,8 de salinidad

El 0,01 % de las sustancias disueltas restantes son de crucial importancia para los organismos del agua de mar. Se incluyen aquí los nutrientes: fosfatos (PO₄⁼),

nitratos (NO_3^-) y silicatos (SiO_2^-) necesarios para sintetizar materia orgánica en la fotosíntesis. A diferencia de los anteriores, éstos no se encuentran en una cantidad constante (*elementos no conservativos*) y tienden a estar en una concentración baja en las aguas superficiales, variando su abundancia como resultado de la actividad biológica. Los nutrientes pueden ser limitantes para la producción de las plantas.

Otros elementos y sustancias esenciales para la vida que están presentes como trazas (cantidades muy pequeñas) son hierro (Fe), manganeso (Mn), cobalto (Co), cobre (Cu) y vitaminas.

La zona donde la salinidad varía rápidamente con la profundidad se le conoce con el nombre de *haloclina*. Cuando los organismos toleran un amplio rango de salinidad se dice que son *eurihalinos*. Los que no toleran grandes fluctuaciones se les llama *estenohalinos*.

1.2.4. Densidad

La densidad juega un papel fundamental en la dinámica de las masas de agua, en la composición de las mismas y en la flotabilidad de los organismos.

La densidad aumenta con la salinidad y disminuye con la temperatura. La presión hidrostática influye de forma muy ligera. A 20 °C y a la presión atmosférica, un agua marina cuya salinidad sea de 35 tiene una densidad de 1,02478. Por comodidad, para evitar decimales, se expresa como σ_T , siendo esta:

$$\sigma_T = (\rho_T - 1)1000$$

donde, ρ_T es la densidad del agua a la temperatura T.

La densidad no se puede usar para definir una masa de agua ya que distintas combinaciones de temperatura y salinidad pueden producir la misma densidad.

Temperatura y salinidad son variables físicas independientes pero que en el océano van juntas caracterizando las masas de agua. Cada masa de agua tiene diferentes ambientes y soporta diferentes comunidades, en la Figura 1. 2 se relacionan estas tres variables (temperatura, salinidad y densidad).

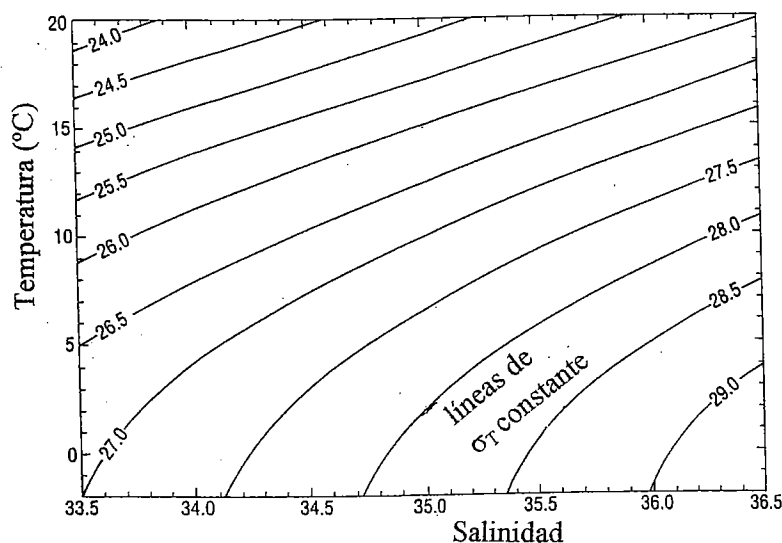


Figura 1. 2. Diagrama T-S que muestra la relación entre la temperatura (T), salinidad (S) y densidad. Por comodidad, la densidad se expresa en valores de σ_T

1.2.5. Presión

La presión hidrostática aumenta linealmente con la profundidad a razón de 0,1 atmósferas m^{-1} . En las áreas más profundas los organismos viven a presiones que superan las 1000 atmósferas. En todas las profundidades encontramos organismos marinos, pero cada especie está adaptada a un determinado intervalo de profundidad. Los que viven en las capas superficiales del mar pueden morir si se les somete a las altas presiones de las profundidades abisales.

Los efectos fisiológicos de la presión no están bien estudiados, pero se conoce que la presión influye en la velocidad del metabolismo y produce cambios en el comportamiento, como el aumento de la actividad natatoria y los movimientos hacia la luz.

Los animales (bénticos o pelágicos) que viven a diferentes profundidades se les llama *euribáticos*. Los que no toleran cambios de presión son *estenobáticos*.



1.2.6. Gases disueltos

Todos los gases atmosféricos, incluyendo los gases inertes, se encuentran disueltos en el agua de mar. Los que mayor importancia metabólica tienen para los organismos son el oxígeno (O₂) y el dióxido de carbono (CO₂).

La concentración de los gases disueltos depende de la:

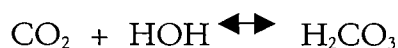
- Temperatura (inversamente) y salinidad
- Actividad biológica
- Corrientes y procesos de mezcla

La concentración de oxígeno en el medio marino es menor que en la atmósfera. A 0 °C, el agua de mar (35 salinidad) contiene 8 ml de O₂/l, mientras el aire contiene 21 ml de O₂/l. A 20 °C, le corresponde 5,4 ml de O₂/l.

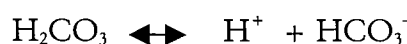
La distribución del oxígeno no es uniforme con la profundidad. Un perfil vertical típico (Figura 1. 3) muestra una cantidad máxima entre los 10-20 metros donde la actividad fotosintética por las plantas y la difusión desde la atmósfera ayuda a la sobresaturación. Con el aumento de profundidad el oxígeno disminuye. Esta disminución alcanza un mínimo, algunas veces, entre 500-1000 m en océanos abiertos. Esta *zona de mínimo de oxígeno* puede tener valores que se aproximan a 0 ml/l en algunas áreas. La existencia del mínimo de oxígeno se atribuye normalmente a una gran actividad biológica y a la ausencia de fotosíntesis. Por debajo de esta zona, el valor vuelve a aumentar con la profundidad pero no se aproxima al de superficie. El aumento de oxígeno por debajo del mínimo es el resultado de la circulación de agua fría más densa y rica en oxígeno que viene de las regiones polares.

La existencia en el agua de mar de iones fuertemente básicos, sodio (Na⁺), potasio (K⁺), calcio (Ca⁺⁺) da una ligera alcalinidad a las aguas y posibilita la presencia de una gran cantidad de CO₂ en disolución. Este hecho es de gran importancia biológica, porque el CO₂ es necesario para la fotosíntesis.

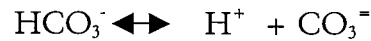
A diferencia del oxígeno, el CO₂ es más abundante en el agua de mar que en el aire debido a que reacciona químicamente con el agua marina:



El carbónico se disocia en H⁺ e iones bicarbonato:



El bicarbonato además se disocia en otro H⁺ y CO₃⁼:



La mayor reserva de CO_2 en el océano está en forma de ion bicarbonato.

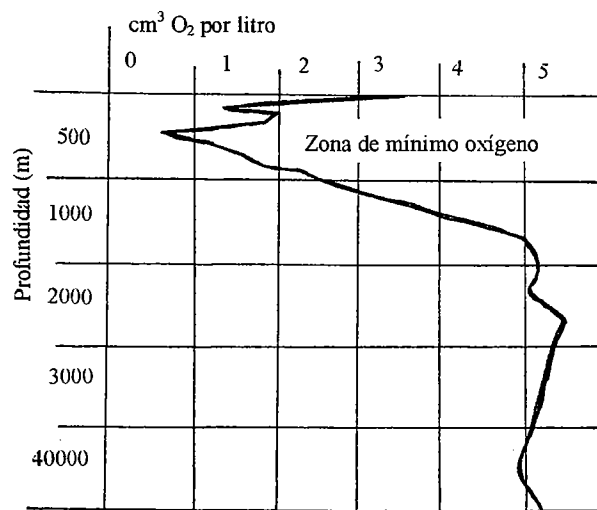


Figura 1. 3. Perfil de concentración de oxígeno disuelto (cm^3/l) en el Océano Atlántico.

El CO_2 rara vez limita el crecimiento de las plantas. El sistema carbónico-carbonato-bicarbonato es un sistema químico complejo que tiende a estar en equilibrio. Así, si el CO_2 disminuye, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda para producir más CO_2 y un nuevo equilibrio. Estas reacciones constituyen un buen sistema tampón. La cantidad de H^+ en solución es una medida de la acidez. A más H^+ más acidez y a menos H^+ más alcalinidad. Las soluciones alcalinas son aquellas que tienen un gran número de OH^- y pocos iones H^+ . Acidez y alcalinidad se miden en una escala logarítmica de 1 a 14. Estas unidades se llaman unidades de pH y a la escala: *escala de pH*. El agua de mar presenta un pH comprendido entre 7,5 y 8,4 como consecuencia de los iones que lleva disueltos. El sistema tampón ayuda a mantener el pH del agua de mar en un rango estrecho.



1.2.7. Corrientes

La importancia de las corrientes desde un punto de vista biológico radica en:

- a) La influencia que ejercen sobre la distribución de la salinidad y temperatura.
- b) Llevan a la superficie los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.
- c) Proporcionan el oxígeno necesario para la vida en las grandes profundidades.

Estas características son las responsables de la existencia de regiones geográficas de diferente productividad y de la distribución de muchas especies marinas.

Un proceso importante llamado “upwelling” o corriente ascensional, tiene lugar allí donde los vientos alejan constantemente el agua de la superficie de los acantilados, llevando así a superficie agua fría rica en elementos nutritivos que se han estado acumulando en las profundidades. Estas zonas suelen ser muy productivas, como lo demuestra la existencia de grandes pesquerías.

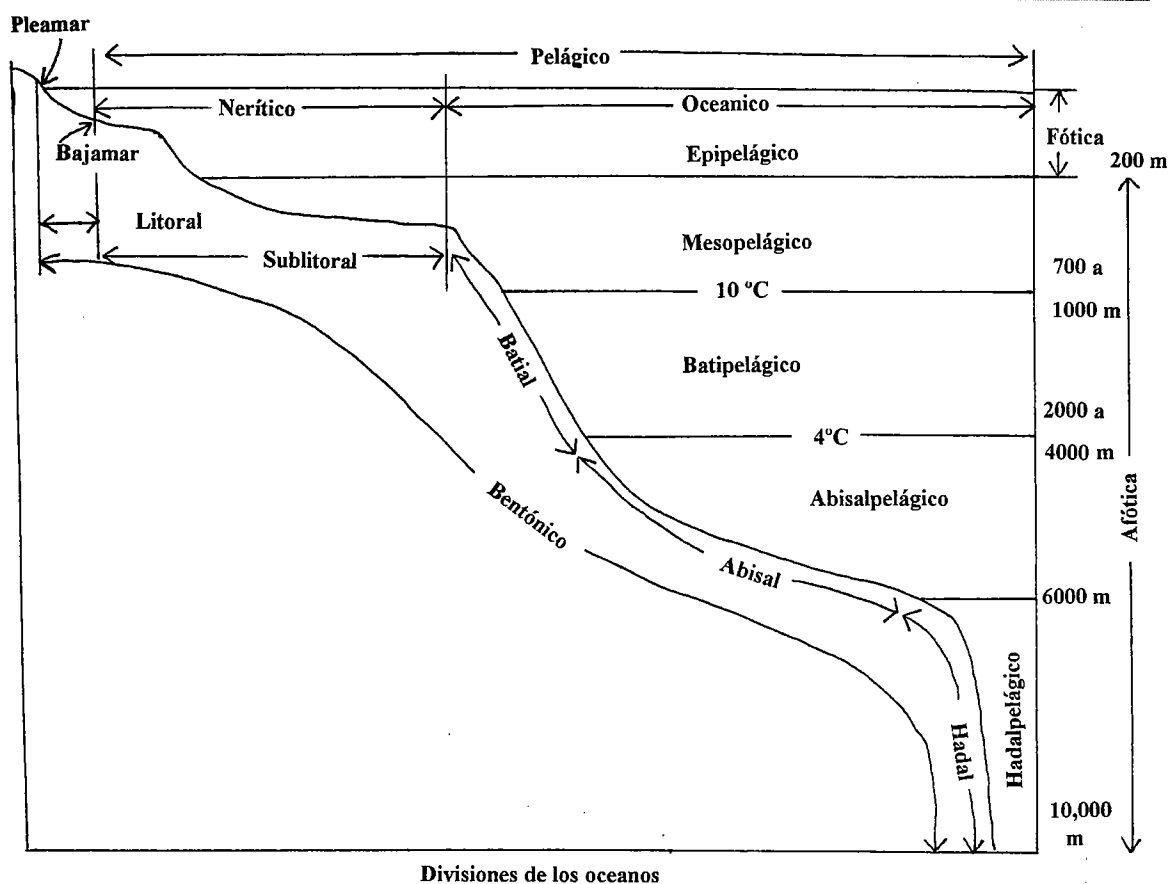
Si no fuera por las corrientes ascensionales y por las corrientes profundas que resultan de las diferencias de temperatura y salinidad, los cuerpos de los organismos y los materiales pasarían con carácter permanente a las profundidades, quedando fuera del alcance de los productores.

1.2.8. Mareas

Las mareas producidas por la atracción de la luna y del sol, son especialmente importantes en las zonas del litoral, en donde la vida marina es muy variada y densa. Son la causa principal de las periodicidades marcadas en las comunidades del litoral y ponen en movimiento los relojes biológicos de “día lunar”.

1.3. DIVISIÓN DEL MEDIO MARINO

El ecosistema marino es el más grande de nuestro planeta. El esquema universal de división más utilizado es el propuesto por Hedgpeth (1957) (Figura 1. 4).



Divisiones de los océanos

Figura 1. 4. Divisiones de los océanos. (Modificado desde J. Hedgpeth, de., The treatise on marine ecology and paleoecology, vol. 1. Ecology., The Geological Society of America, 1957)

La zonificación más básica separa el ambiente pelágico y el bentónico:

- a) El **ambiente pelágico** (significa mar abierto), constituido por el agua que forma los mares y océanos.
- b) El **ambiente bentónico**, que comprende el fondo del mar y las costas.

En el ambiente pelágico, según la profundidad y distancia a la tierra, se distinguen:

- a₁) **Provincia nerítica**: Formada por las aguas poco profundas de la plataforma continental (hasta 200 m).
- a₂) **Provincia oceánica**: Agua profunda más allá del borde continental. En esta zona se realizan otras clasificaciones verticales, una basada en la profundidad de penetración de la luz (fótica, disfótica, afótica; ver punto 1.2.1.) y otra dependiendo de las características ambientales:



- a_{2.1.}) **Zona epipelágica:** desde la superficie hasta una profundidad de 100 m en la cual hay un pronunciado desnivel en la iluminación y en la temperatura existiendo cambios diarios y estacionales. En esta zona interaccionan la mayoría de los niveles tróficos.
- a_{2.2.}) **Zona mesipelágica:** desde los 100 hasta los 1000 metros donde penetra muy poca luz y el desnivel de temperatura es más continuo y gradual.
- a_{2.3.}) **Zona batipelágica:** por debajo de los 1000 metros donde la oscuridad es completa, excepto para organismos bioluminiscentes que tienen luz propia. La temperatura es baja y la presión muy alta.

El fondo del mar y las costas forman la división bentica que comprende cuatro zonas:

- b₁) **Zona supralitoral:** situada por encima de la marca de pleamar e inmersa solamente durante los temporales. En las playas planas (de muy poca pendiente) este área puede estar marcada por acúmulos de algas. Hay pocas especies adaptadas a vivir en esta región.
- b₂) **Litoral:** Zona marcada por las mareas que se encuentra inmersa en pleamar y expuesta en bajamar. Representa la zona de transición entre el ambiente marino y el terrestre. La extensión de esta zona depende de la topografía local y el rango mareal. Esta área es fótica y soporta una abundante y diversa población tanto herbívora como carnívora.
- b₃) **Sublitoral:** zona que se extiende desde la parte más baja de la costa hasta el borde continental (200 m). Esta zona también es fótica pero la población de productores es menor, llegando incluso a no existir en las áreas más profundas. Ocupa el 8 % del suelo sumergido.
- b₄) **Zona de mar profunda:** se encuentra debajo de la plataforma continental y se divide en:
 - b_{4.1}) **Zona batial** desde 200 metros a 2000-3000 metros. Ocupa el 16 % del suelo sumergido.
 - b_{4.2}) **Zona abisal,** desde 2000 ó 3000 metros hasta los 6000 metros y es la mayor región ecológica (ocupa el 75 % de los hábitats bentónicos sumergidos). Esta zona se caracteriza por tener temperaturas menores de 4 °C.
 - b_{4.3}) **Zona hadal,** la más profunda, formada por las trincheras desde los 6000 y a veces 11.000 metros de profundidad.



Los organismos marinos se clasifican de acuerdo a los ambientes marinos que habitan:

- a) **Organismos pelágicos** (ambiente pelágico): **especies oceánicas y especies neríticas** dependiendo de si viven en aguas interiores (las primeras) o en la costa. Se distingue otra clasificación de acuerdo a la forma de locomoción:

Plancton: constituido por los animales (*zooplankton*) y plantas (*fitoplancton*) que flotan en el agua, carentes de movimientos o con ellos pero insuficientes para contrarrestar los del mar.

Necton: animales que, como el plancton, viven en la zona pelágica pero que poseen movimientos propios, capaces incluso de contrarrestar los del mar.

- b) Las plantas y animales que viven en asociación con el suelo (dotados o no de movimientos) forman el **bentos**. Los organismos bentónicos construyen galerías (gusanos, bivalvos), reptan (caracoles), caminan (cangrejos) o están permanentemente fijados al sustrato (percebes, ostras, esponjas, macroalgas), pudiéndose distinguir:

b.1) Por la posición que ocupan:

- ◆ **Epifauna:** Los animales que viven sobre el fondo del océano:
 - **Bentos sésil**, formado por organismos que pasan sus vidas adheridos a los objetos sólidos del fondo del océano, tales como rocas o restos de esqueletos (ostras, percebes, braquiopodos, etc.).
 - **Bentos móvil**, capaces de moverse sobre el piso oceánico (babosas marinas, caracoles, cangrejos, etc.).
- ◆ **Infauna:** los animales que viven dentro de los sustratos de arcillas y limos.

b.2) Por el tipo de alimentación:

- ◆ **Suspensívoros:** filtran al plancton y a la materia orgánica dispersa en el agua de mar antes de que se asiente sobre el fondo. Viven sobre sustrato sólido.
- ◆ **Depositívoros:** Llamados comedores de fango, se alimentan de la materia orgánica sobre o dentro del sedimento. Solo pueden vivir en sedimento sin consolidar y se diferencian dos grupos:
 - Los que se entierran en el sustrato y pasan el sedimento a través de sus tractos digestivos, llamados “comedores de fango”.
 - Los que son selectivos y toman únicamente el material con valor alimenticio.



- ◆ **Carnívoros:** Son los animales que cazan y se alimentan de otros animales de su ambiente.

Zona	Forma de vida	Ejemplo
Pelágica	Plancton (no movimientos, flotan)	Fitoplancton: diatomeas Zooplancton: copepodos
	Necton (poseen movimientos, nadan)	Cefalopodos, Peces, Reptiles, Aves, Mamíferos.
Bentónica	Bentos	Epifauna: Sésiles: percebes Móviles: cangrejos Infauna: almejas Plantas: macroalgas

Cuadro resumen: Distribución ecológica de los organismos marinos.

Otros conceptos o terminologías son:

Neuston: conjunto de seres que reposan o se desplazan sobre la superficie del agua.

Pleuston: organismos flotantes cuyos desplazamientos se deben principalmente a la acción del viento.

Seston: materia orgánica contenida en el agua de mar.



Capítulo 2. ZONA INTERMAREAL

Los términos litoral e intermareal son sinónimos de área costera expuesta periódicamente a la acción de la marea.

Esta zona marca la transición de la tierra al mar y, aunque representa sólo una pequeña parte de los mares, soporta una rica y diversa comunidad de plantas e invertebrados marinos, así como de aves y peces. Aunque se encuentra expuesta al aire durante la mitad del tiempo, la fauna y flora terrestre sólo la han invadido en las franjas superiores.

Una de las características de esta zona es la gran variación que presentan los factores ambientales, en sólo unos pocos centímetros.

Por otra parte, la zona intermareal se caracteriza por la amplia variedad de ecosistemas que comprende: costas rocosas, costas arenosas, costas fangosas, estuarios, marismas, dunas.

2.1. FACTORES AMBIENTALES

En relación con otros hábitats marinos, el intermareal se caracteriza por presentar condiciones ambientales con grandes fluctuaciones. Las plantas y animales del litoral están especialmente adaptadas a hacer frente a la temperatura y salinidad variable y a permanecer el menor tiempo de exposición al aire.



2.1.1. Mareas

El factor ambiental más importante de la zona intermareal es la marea. Sin la presencia de ella, ésta zona no existiría como tal y muchos otros factores dejarían de influir.

Las mareas, junto con el tiempo, pueden tener dos efectos directos significantes en la presencia y organización de la comunidad intermareal:

- El primero resulta del tiempo de exposición al aire en relación con el tiempo de inmersión en el agua: *duración de la exposición al aire*. Es importante porque cuando los organismos marinos están expuestos al aire tienen más posibilidad de desecarse, de soportar una temperatura letal y menor posibilidad de alimentarse.
- El segundo viene dado por el *momento del día* en el que se produce la exposición al aire, debido a que las condiciones ambientales (luz, temperatura, etc.) varían ampliamente en un ciclo diario.

Otro efecto de la marea es la gran *predicibilidad*, tendiendo a inducir *ritmos* en las actividades de los organismos intermareales, muchos son quiescentes cuando se encuentran expuestos al aire y realizan su actividad normal, como la alimentación, sólo cuando la marea los cubre.

2.1.2. Temperatura

La temperatura varía poco en el mar y normalmente se encuentra dentro de los límites de tolerancia para las especies que lo habitan.

En las áreas intermareales, sin embargo, los organismos están sujetos a temperaturas aéreas que a veces exceden los límites letales. Cuando ocurre, la muerte no es inmediata y normalmente se debe a causas secundarias como el debilitamiento y la disminución de la actividad normal.

La temperatura se relaciona con otros factores como:

- a) la radiación, los niveles de luz sobre la costa pueden llegar a ser muy altos en un día claro y soleado y pueden dañar a los sistemas fotosintéticos.
- b) la deshidratación, las altas temperaturas aumentan la velocidad de desecación y pueden afectar a los sistemas enzimáticos. De igual forma, las bajas



temperaturas, que son comunes en las zonas intermareales templadas moderadamente frías, pueden causar daños internos a los organismos.

2.1.3. Olas

El oleaje ejerce su mayor influencia sobre las comunidades en la zona intermareal. Su acción se manifiesta directa e indirectamente:

- A través del *efecto mecánico*, golpea y rompe todos los objetos con los que se encuentra. Los organismos se adaptan a vivir con esta fuerza. Actúa pues, como factor para la distribución de los organismos.
- Ayuda a la *mezcla* de los gases atmosféricos con el agua, aumentando el contenido de oxígeno.
- Influye en la *penetración de la luz*, la formación de burbujas y la agitación del sustrato pueden limitar la penetración de la luz.

2.1.4. Salinidad

El intermareal se encuentra fuertemente influenciado por las lluvias y la descarga de los ríos, de ahí que la salinidad soporte grandes reducciones. En ciertas ocasiones, la reducción puede exceder los límites de tolerancia y los organismos pueden morir.

En determinados ecosistemas, como las charcas intermareales, que retienen agua de mar en bajamar, las fluctuaciones de salinidad llegan a ser muy grandes porque son diluidas con agua dulce procedente de las lluvias o concentradas por la evaporación.

2.1.5. Exposición de la costa

La acción de las olas (actividad y altura) y la topografía (pendientes etc.), son las reponsables de la exposición de la costa.

Las olas son causadas por el viento, y su tamaño (altura) está determinado principalmente por la amplitud. Un cabo saliente encontrará olas más altas que la línea de costa detrás de él. Asimismo, si la costa está en posición angular al patrón predominante de olas, su exposición será menor que si estuviera en dirección paralela a ellas. Cuanto más plana y más extensa sea la costa (con pendiente moderada) y más irregular sea el perfil de ella, más moderados serán los efectos del oleaje.



La comunidad de organismos variará dependiendo de la exposición de la costa.

2.2. ADAPTACIONES DE LOS ORGANISMOS INTERMAREALES

Los organismos intermareales son marinos en origen, las adaptaciones van encaminadas a minimizar el estrés que impone la exposición a la atmósfera.

2.2.1. Resistencia a la desecación

Cuando los organismos marinos quedan expuestos al aire comienzan a perder agua. Para evitarlo presentan varios mecanismos (Figura 2. 1):

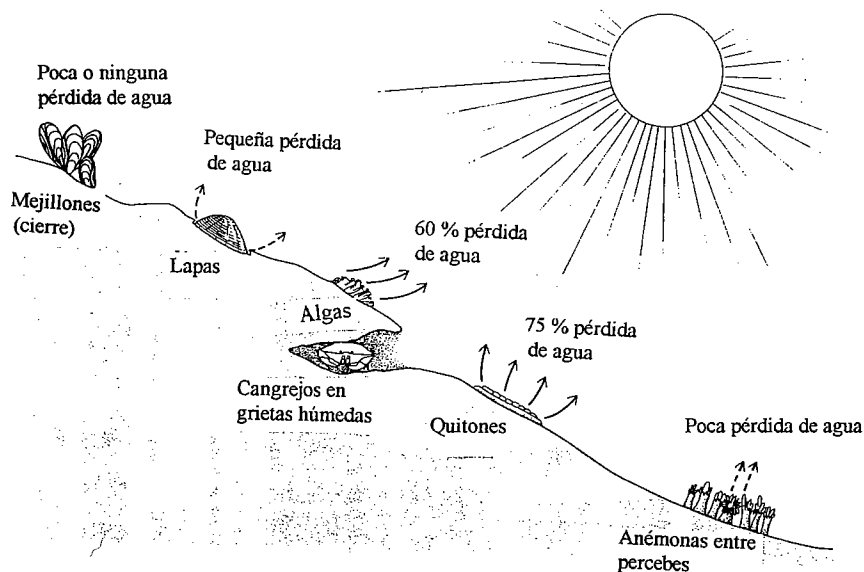


Figura 2. 1. Representación de las diversas adaptaciones a la pérdida de agua en los organismos intermareales.



- El más simple es la *movilidad* hacia lugares donde esta pérdida se reduzca o esté ausente (cangrejos). En otras palabras, estos organismos buscan o seleccionan microhabitats.
- Adaptación a la pérdida de agua de sus tejidos, es el seguido por algunas especies de *Porphyra*, *Fucus* y *Enteromorpha* entre otras. Estas plantas no se mueven y no tienen mecanismos para evitar la pérdida de agua. Especies de estos géneros se pueden encontrar secas (pueden perder del 60-90 % de agua) y quebradizas después de la exposición en bajamar, pero rápidamente toman agua y vuelven a la normalidad cuando sube la marea. Tolerancias similares poseen los animales sedentarios intermareales (los quitones pierden hasta el 75%).
- Mecanismos estructurales, de comportamiento o ambos: cierre de las conchas en bajamar (percebes), presencia de una concha impermeable (*Patella*, *Acumaea* y *Callisela*), presencia de un opérculo que sella la apertura de las conchas (*Littorina*), cierre completo de las valvas (*Mytilus edulis*, *Crassostrea virginica*), producción de mucus (la anémona: *Actinia*, el hidroide: *Clava squamata*), construcción de galerías en sustrato blando para esconderse.

2.2.2. Mantenimiento del calor interno

Los organismos intermareales están expuestos a fuertes fluctuaciones de temperatura y muestran comportamientos y adaptaciones estructurales para mantener su calor interno. Las bajas temperaturas plantean menos problema que las altas. Esto es debido a que a menudo viven más cerca de la temperatura superior letal que de la baja letal. De aquí que la mayoría de los mecanismos que conciernen al mantenimiento de calor eviten las temperaturas demasiado altas. Esto se puede conseguir:

- 1) reduciendo el calor ganado del ambiente.
- 2) aumentando la pérdida de calor del cuerpo.

El primero se realiza por varios caminos:

- 1.a) Cuerpos grandes; es decir, menor área superficial en relación con el volumen y por lo tanto menos área para ganar calor. Se observa que el tamaño de los organismos en el intermareal va disminuyendo hacia las zonas más bajas.
- 1.b) Reducción del área del cuerpo en contacto con el sustrato. Este mecanismo es difícil porque la mayoría de los animales intermareales necesitan estar provistos de un gran área de tejido en contacto con el sustrato para evitar el arranque por el oleaje



La pérdida de calor se puede deber a muchas causas, entre las que destacan:

- 2.a) La existencia de una concha dura (moluscos) con repliegues y otras esculturas que actúan como un radiador y facilitan la pérdida de calor.
- 2.b.) La coloración: se produce mayor pérdida de calor cuando los organismos presentan un color claro (los oscuros ganan calor por absorción).

2.2.3. Estrés mecánico

El oleaje alcanza el cenit en la zona intermareal y sus efectos son diferentes según el tipo de costa (rocosas, arena ó fango).

Para mantener la posición, se han desarrollado algunas adaptaciones:

- Fijación fuerte y permanente al sustrato (percebes, ostras, poliquetos y macroalgas).
- Mecanismos de fijación fuertes pero no permanentes, obteniendo así movimientos limitados (mejillones).
- Pie grueso adherido al sustrato, (lapas y quitones).
- Mecanismos de huida y escondite. Organismos móviles como cangrejos que no tienen adaptaciones estructurales para resistir y utilizan mecanismos de huida y escondite.
- Formas que dan más resistencia a la acción del oleaje (algunos son planos).

2.2.4. Respiración

La mayoría de los animales que viven en el intermareal son marinos y tienen agallas para extraer el oxígeno del agua.

Una de las adaptaciones es encerrar las superficies respiratorias en cavidades protegidas a la desecación, así, algunos presentan un opérculo o tapa. Otros, para conservar el oxígeno y el agua son quiescentes en bajamar.

2.2.5. Estrés salino

La zona intermareal está sujeta a variaciones de salinidad, no existen mecanismos especiales de adaptación, la mayoría son eurihalinos. A veces, y debido a



que son eventos raros y no predecibles, ocurren períodos de mortalidad catastrófica después de un período de lluvia o de una descarga fuerte de los ríos.

2.2.6. Reproducción

La mayoría de las especies presentan, para dispersarse, larvas o productos reproductivos que flotan y forman parte del plancton, durante algún tiempo.

Otra adaptación, para vivir en esta zona, es la sincronización del ciclo reproductivo con las mareas a fin de asegurar la fertilización (*Mytilus* madura sus gónadas durante las mareas vivas y el desove ocurre en las mareas muertas; *Littorina* desova en mareas vivas).

Capítulo 3. ECOSISTEMAS LITORALES

3.1. COSTAS ROCOSAS

Las costas rocosas se caracterizan por presentar: un sustrato sólido, un espacio limitado, una distribución de los organismos en bandas y una biomasa elevada.

La adherencia al sustrato sólido es de vital importancia para los organismos bentónicos de estos ecosistemas. Para conseguirla han desarrollado varios métodos de adherencia: cemento (percebes), bisos (mejillones), rizoides (algas), pie muscular (lapas, litorinas), garras (cangrejos, isópodos, anfípodos).

Las costas rocosas están densamente habitadas por macroorganismos y presentan una gran diversidad tanto de animales (epifauna) como de plantas (epiflora) que compiten por el espacio.

Una característica notable de estas costas es que los organismos se encuentran agrupados formando **bandas** o **franjas** paralelas a la costa (Figura 3.1). La zonación resulta, principalmente, por la presencia de especies sésiles como algas, percebes y mejillones. Cada franja o banda se diferencia por el color, morfología de los organismos o por la combinación de ambas. Aunque existe un modelo general de zonación, la composición de especies varía de acuerdo con la localización geográfica, la amplitud de marea y la exposición de la costa al oleaje.

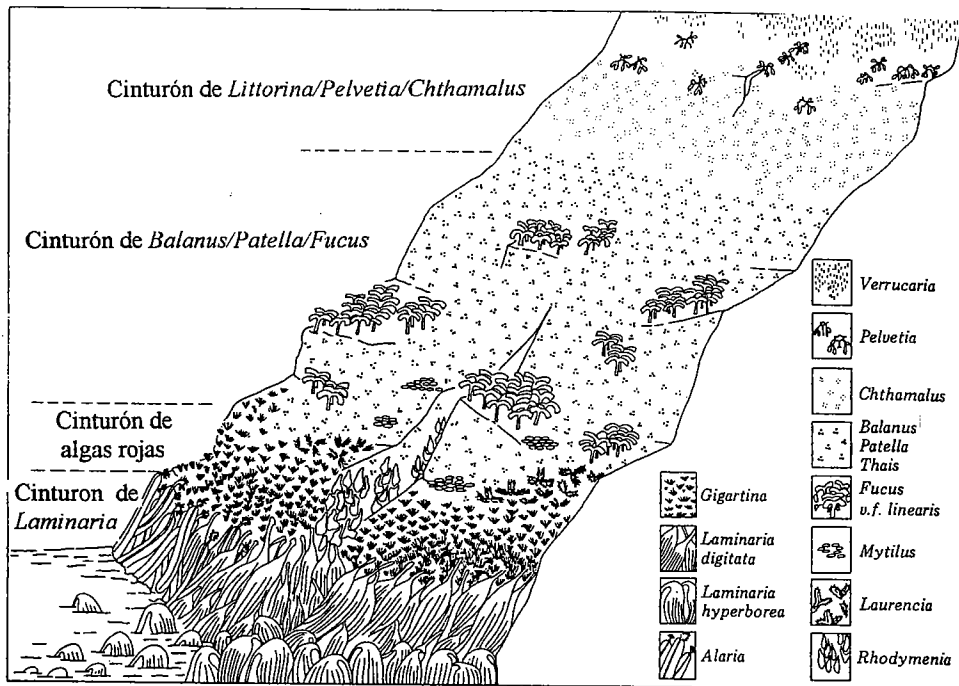


Figura 3.1. Zonación en una costa rocosa intermareal de Escocia (De J.R. Lewis, The ecology of rocky shores, 1964, Hodder & Stoughton Educational)

El hecho de que estas franjas aparezcan en todo el mundo llevó a Stephenson y Stephenson (1949) a proponer un esquema universal (Figura 3.2), basado en la combinación de especies y en el régimen mareal. El esquema presenta cinco divisiones:

- 1^a.- **Zona supralitoral** o cinturón marino que se extiende por encima del límite superior de la marea pero que se encuentra salpicada por finas gotas de agua en los días de mal tiempo.



- 2^a.- **Franja supralitoral** que se extiende desde el límite superior donde llegan los balanos hasta el límite inferior que alcanzan las plantas terrestres. Los organismos dominantes son el caracol tipo *Littorina* y el líquen negro tipo *Verrucaria*.
- 3^a.- La parte intermedia, llamada **zona mediolitoral**, es la más ancha. El límite superior coincide con el límite superior de los balanos mientras el más bajo viene dado por el límite superior de las algas del tipo *Laminaria*. Esta zona contiene una gran cantidad de organismos. Quizá el grupo dominante presente, universalmente, es el de los balanos.
- 4^a.- **Franja infralitoral** se extiende desde la marea más baja hasta el límite superior de las macroalgas. Es una zona extremadamente rica y compuesta por organismos poco tolerantes a la exposición aérea.
- 5^a.- **Zona infralitoral** que se extiende desde el nivel más bajo que alcanza el agua durante las mareas vivas hasta el límite inferior de las algas o incluso hasta el margen de la plataforma continental.

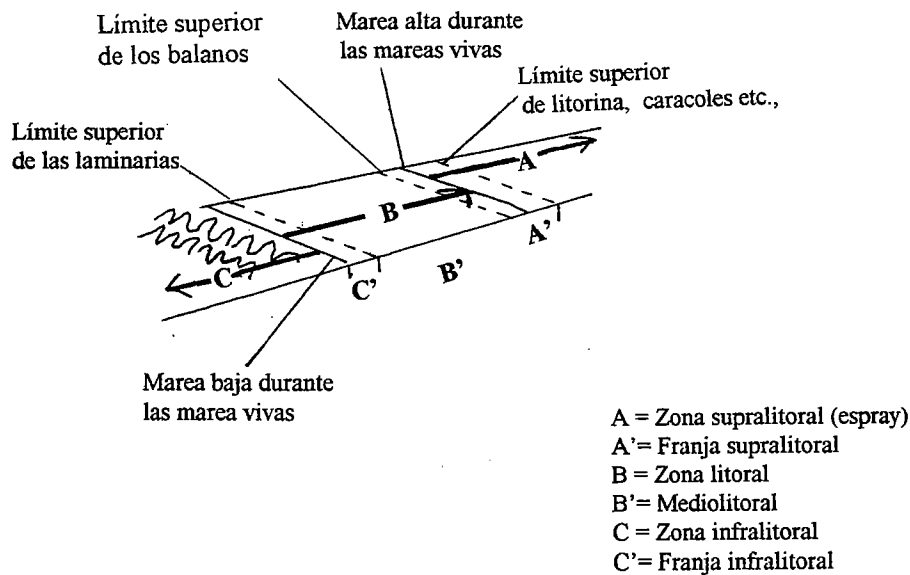


Figura 3.2. Esquema de zonación "universal" de Stephenson para costas rocosas.
(De R.L. Smith, Ecology and field biology, 3rd. 1980).

La **zonación intermareal** no está determinada simplemente por la marea sino por una variedad de causas físicas y biológicas. De modo general, se puede decir que el límite superior viene establecido por causas físicas. Mientras que el inferior es debido a factores biológicos, tales como la depredación y la competencia.

Entre los **factores físicos** se encuentran:

- a.- La altura de marea, que influye en el tiempo de exposición al aire y por lo tanto en la deshidratación y en la variación de temperatura.
- b.- La luz solar, que actúa limitando la distribución de ciertos organismos. Por una parte las longitudes de onda de la región ultravioleta son deletéreas para los tejidos vivos. El agua absorbe estas longitudes de onda y protege a los organismos marinos, en bajamar los animales intermareales quedan a la exposición directa de los ultravioletas. Por otra parte, la luz también regula la distribución de las algas intermareales. Las que necesitan luz de mayor longitud de onda (roja) tienden a distribuirse en el intermareal alto ya que estas son las primeras que se absorben en el agua.

Los **factores biológicos** que influyen en la zonación de las costas rocosas son complejos. Entre ellos se encuentran la competencia, la depredación y el “pastoreo” de los herbívoros.

- a.- La competencia, ocurre cuando un recurso es limitado y en el caso del intermareal este es el espacio. Es quizá el área más estrecha que existe en el ambiente marino en términos de dimensiones físicas y al mismo tiempo es la más densamente poblada. Se han descrito casos donde se ha demostrado que la competencia es la causa de la zonación: Connell (1961) para *Chthamalus* y *Balanus balanoides*; Dayton (1975) para macroalgas; Dayton (1971) para *Mytilus californianus* y algunos balanos.
- b.- La depredación, entre los ejemplos citados en la bibliografía se encuentra el de *Mytilus californianus*, *Balanus cariosus*, *Balanus glandula* y *Pisaster ochraceus*. *Balanus cariosus* y *Balanus glandula* son abundantes en el intermareal a pesar de que son competitivamente inferiores a *M. californianus*. Éste es depredado por *Pisaster ochraceus*. *Pisaster ochraceus* es un voraz depredador de los mejillones, consumiéndolos a gran velocidad de manera que previene el que ocupen todo el espacio.
- c.- El “pastoreo” de los herbívoros, que afecta a un gran número de parámetros incluyendo la zonación, la diversidad de especies, la distribución local y la sucesión ecológica. Los herbívoros dominantes son varios moluscos



gasterópodos, ciertos crustáceos, erizos de mar y peces. La importancia de éstos varía latitudinal y verticalmente en la zona intermareal.

Las algas presentan adaptaciones morfológicas y químicas para defenderse de los herbívoros, como son la presencia de carbonato cálcico ó de lignina en sus tejidos, que reduce la palatabilidad. Entre las defensas químicas algunas presentan compuestos tóxicos. Ejemplo *Desmarestia* (N. America) contiene ácido sulfúrico en concentración suficiente para corroer el carbonato cálcico de los dientes del erizo que la devora (*Strongylocentrotus franciscanus*). Otras contienen alcaloides, compuestos fenólicos y metabolitos halogenados.

Finalmente, otra adaptación es el tipo de crecimiento unas son estrategias de la r (crecen y maduran rápidamente) y otras de la k (crecen lentamente, son perennes y de larga vida).

Aunque la mayoría de los modelos de distribución de los organismos en las zonas intermareales puede ser explicado por la combinación de los factores anteriormente expuestos, actuando juntos o separados, las bandas nunca son perfectas. Suele haber variaciones locales que las alteran y que afectan a la distribución local de ciertos organismos. Los "patchiness" ó distribuciones locales pueden resultar de factores físicos (pendiente, exposición de la roca, naturaleza) y biológicos (territorialidad, depredación, "pastoreo").

3.2. CHARCAS INTERMAREALES

Las charcas intermareales son características de las costas rocosas. Están formadas por acúmulos de agua situadas en las depresiones de la costa. Cuando bajan las mareas, las charcas quedan separadas del mar y los organismos atrapados, hasta que vuelve a subir la marea.

Las charcas intermareales sufren grandes cambios en los factores abióticos (temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto) durante la bajamar, siendo las más afectadas aquellas situadas en la parte más alta de la zona intermareal. Pueden llegar a estar aisladas hasta 10 horas, en este tiempo la composición química del agua varía siguiendo modelos algunas veces predecibles.

Los organismos que pueden vivir en estas charcas presentan adaptaciones fisiológicas especiales para resistir los cambios tan bruscos que se producen.

Hay autores que piensan que los dos factores más críticos para estos ecosistemas son la salinidad y la temperatura. Se ha comprobado que las que



presentan amplias fluctuaciones de temperatura tienen una menor diversidad y abundancia de especies.

El tamaño y volumen de las charcas intermareales varía desde pocos centímetros a varios metros (a veces son tan profundas que se utilizan como zona de baño). Estas variables son importantes ya que las grandes se calientan lentamente, mientras que las pequeñas lo hacen tan rápido que pueden llegar a constituir un ambiente no favorable para la vida.

Generalmente, las de mayor volumen y profundidad presentan factores físicos y químicos más estables.

3.3. COSTAS ARENOSAS

La zona intermareal de las costas arenosas aparece estéril comparada con las costas rocosas. En particular, las playas expuestas a una fuerte acción mareal aparecen desprovistas de vida. Esto es debido, por una parte, a que la naturaleza del sustrato proporciona mejores condiciones para los organismos infaunales (que normalmente quedan ocultos a la observación directa) que para los epifaunales y, por otra, a que la mayoría de los organismos de este ambiente son de pequeño volumen.

Las costas arenosas están habitadas por organismos terrestres y marinos que presentan adaptaciones especiales que les permite vivir en un ambiente hostil. Mientras que en las costas rocosas los organismos resisten la desecación, en las arenosas la evitan. Para ello, los organismos se entierran en el sedimento. La excavación es la estrategia de adaptación más a menudo encontrada entre los animales. Las plantas poseen adaptaciones especiales para absorber y guardar agua.

Al no existir una fundación sólida, los animales hacen frente a los cambios en las condiciones físicas cambiando de sustrato ó construyendo galerías temporales mientras que las plantas crecen con largas raíces para agarrarse a la arena.

Los animales bentónicos grandes presentan estructuras para permanecer debajo de la superficie mientras comen. El sifón muscular de las almejas y la antena de los cangrejos filtran comida desde el agua, mientras ellos se encuentran dentro de la arena. Los filtradores ingieren mezcla de arena y barro. Los más comunes en los hábitats de arena son los depositívoros.



3.3.1. Características ambientales

La mayoría de los factores que influyen en las costas arenosas dependen directa o indirectamente del *tamaño de grano* del sedimento.

El tamaño de las partículas varía desde $<0,1$ mm a >2 mm y está determinado principalmente por el efecto de la acción mareal; las playas protegidas poseen partículas más finas que las expuestas.

Entre los granos de arena de los sedimentos se encuentran pequeños espacios intersticiales. El tamaño de estos, o porosidad del sedimento, determina la cantidad de agua que puede quedar retenida por acción capilar.

Los sedimentos gruesos no retienen agua debido a la alta porosidad y esto contribuye a la ausencia o baja diversidad de vida en las orillas de grava.

Los sedimentos finos incluso durante la marea baja retienen agua. Los animales que se entierran dentro de estos sedimentos encuentran un ambiente muy estable.

Las playas que presentan este tipo de sedimento tienen bajos niveles de oxígeno en el agua intersticial, pudiendo incluso llegar a desaparecer totalmente, condición conocida por *anoxia*. Las condiciones anaerobias vienen marcadas por un estrato de sulfhídrico negro que comienza a los pocos centímetros ó al metro, dependiendo del contenido de materia orgánica de la arena. En este estrato de sulfhídrico están presentes las bacterias quimiosintéticas (obtienen su energía para la asimilación del CO_2 , mediante la oxidación química de compuestos inorgánicos simples).

Otra característica de las costas arenosas es la *inestabilidad física* del sustrato, en el sentido de que los granos de arena están continuamente moviéndose por la turbulencia del agua. Los animales requieren adaptaciones especiales para vivir en este ambiente; así el cambio continuo del estrato superficial excluye a grandes organismos sésiles e incluye a una epifauna grande.

Por otra parte, como la arena actúa de cubierta protectora para la radiación solar y tapon, al menos, las grandes fluctuaciones de temperatura y salinidad, los organismos se entierran durante la bajamar.

Aunque también existen diferencias en el ambiente físico y la distribución de especies desde la pleamar a la bajamar, los modelos de zonación no son tan evidentes como en las costas rocosas.

3.3.2. Composición de especies

Las costas arenosas soportan comunidades en las que los productores primarios son especies bentónicas (diatomeas, dinoflagelados y algas verde azuladas) y los animales residentes son principalmente infauna y meiofauna.

3.3.2.1. Productores primarios

En las playas no hay gran diversidad de plantas debido probablemente a la inestabilidad del sustrato.

En la franja superior de la playa, a veces se encuentran especies características de los géneros *Cakile* (oruga marítima), *Arenaria* y *Honkenia*. Estas presentan gruesas cutículas impermeables para evitar la desecación y hojas carnosas para almacenar agua. En algunas zonas se pueden observar macroalgas como *Ulva* ó *Enteromorpha*.

Los productores primarios dominantes son diatomeas, dinoflageladas y algas azules bentónicas. Estas viven en el estrato superficial ya que la luz no penetra muy profundamente en la arena. La producción primaria de estas algas bentónicas es muy baja ($< 15 \text{ gCm}^{-2} \text{ año}^{-1}$) y el sistema depende principalmente de la energía derivada de la producción alrededor del agua y de los detritus orgánicos.

3.3.2.2. Macrofauna

La diversidad de la macrofauna es baja comparada con las costas rocosas ó de fango.

Casi todos los animales que viven en las costas arenosas se entierran para evitar la desecación y han desarrollado distintos métodos para excavar en la arena.

Los organismos dominantes de la biomasa son los poliquetos excavadores y los bivalvos.

En las latitudes templadas (Figura 3.3), los niveles intermareales más altos están ocupados por anfípodos y algunas veces por isópodos.

Las zonas mareales medio y baja soportan una mayor diversidad de macrofauna debido a que las condiciones ambientales son más estables.

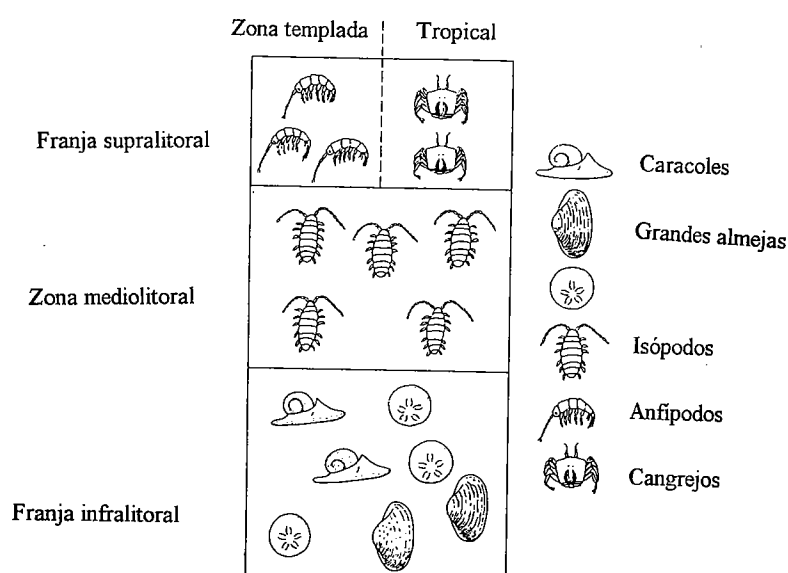


Figura 3.3. Modelos de zonación generalizados para playas arenosas

Entre los bivalvos que se encuentran en estas costas, figuran almejas pequeñas (*Donax*, *Tellina*) y grandes (*Ensis*, *Siliqua*) que se presentan en gran número y que son capaces de migrar hacia arriba y abajo de la playa dependiendo de la marea. Presentan conchas lisas, delgadas, con perfiles suaves para deslizarse por la arena. Otros, como *Cardium* (berberechos) o *Macoma* también viven en la arena, pero tienden a sujetarse firmemente y a moverse poco.

Los bivalvos pueden ser suspensívoros o depositívoros, aunque existen algunas especies capaces de tomar ambas fuentes de alimento. En general, los depositívoros dominan en las playas de sedimento fino, debido a que la concentración de materia orgánica, en éstas, es mayor que en las de arena gruesa.

Las costas arenosas también alojan a ciertos caracoles que surcan a través de las mismas, como *Olivella* y a otros mayores como *Natica*, *Polinices*, que presentan conchas suaves no decoradas. La mayoría depredan a pequeños moluscos. Los caracoles tienen efectos importantes en la estructura de la comunidad. Experimentalmente se ha demostrado que cuando *Polinices* se elimina, el número de almejas y otras especies infaunales aumenta.



Los crustáceos característicos de los niveles de media marea incluyen al cangrejo del género *Emerita*. Normalmente entierran su cuerpo y solamente proyectan su antena por encima de la superficie de la arena para capturar pequeñas partículas suspendidas que reciben de las olas. A pesar de ser excavadores, son comúnmente depredados por las aves. Los camarones (*Crangon*) y otros crustáceos de las costas arenosas, construyen galerías temporales y emergen para comer. Los depredadores de esta comunidad pueden incluir grandes cangrejos epifaunales.

En los niveles mareales más bajos están presentes varios tipos de equinodermos depositívoros (erizos, etc...). Algunos animales que habitan en estos niveles presentan partículas pesadas de óxido de hierro en sus tractos digestivos. Este aumento en la densidad actúa como un cinturón que les ayuda a mantenerse en el sedimento cuando la acción del oleaje es intensa.

Entre los vertebrados, se incluyen peces que son residentes permanentes como las anguilas y que se introducen en la arena en bajamar ó peces planos (habitantes temporales) que se mueven sólo en pleamar.

Las aves y los mamíferos (como ratas y otros) también visitan este área para alimentarse.

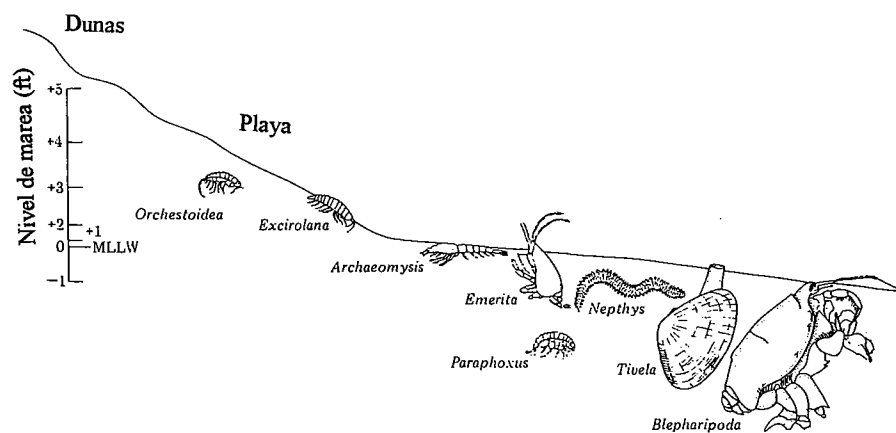


Figura 3.4. Zonación de géneros de invertebrados numéricamente dominantes en una playa arenosa (Californica central).



3.3.2.3. Meiofauna

La meiofauna, por su pequeño volumen, formas alargadas, tegumentos protectores y órganos adhesivos, está especialmente adaptada a vivir en los granos de arena, o en los espacios intersticiales entre las partículas de arena. Estos pequeños organismos (Figura 3.5) son abundantes en las zonas inter y submareales.

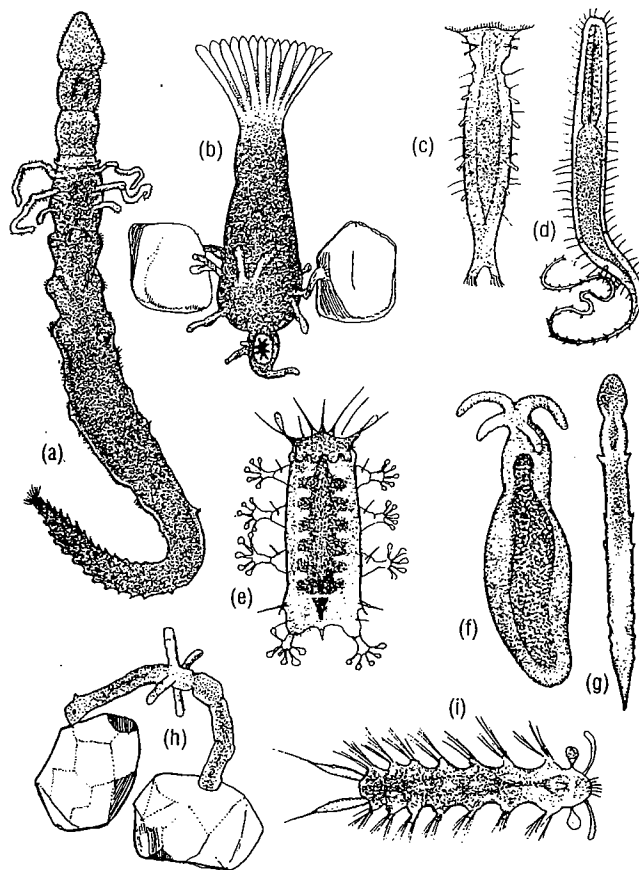


Figura 3.5. Meiofauna representativa de arena, todas presentan entre 0,1 y 1,5 mm de longitud (a) *Psammodrilus* (poliqueto); (b) *Monobryozoon* (poliqueto pegado a granos de arena); (c) *Dactylopedalia* (gastrotico); (d) *Urodasys* (gastrotico); (e) *Batillipes* (tardígrado); (f) *Unela* (molusco gasterópodo); (g) *Pseudovermis* (molusco gasterópodo); (h) *Psammohyda* (hidroide pegado a partículas de arena); y (y) *Nerillidium* (poliqueto).



La meiofauna de las costas arenosas es diversa y está altamente adaptada a este ambiente. El término *fauna intersticial* se aplica a aquellos animales que viven en los intersticios, o espacios entre los granos de arena. Se adhieren a las partículas del sedimento, o se mueven a través de los espacios. Muchos grupos de animales están representados en esta categoría y algunos (gastroticos) están restringidos a este ambiente particular.

La biomasa de la meiofauna normalmente presenta un tamaño entre 1 y 2 g m⁻² con un número medio de individuos de 10⁶ m⁻² (desde la superficie de la arena al estrato anóxico).

La mayoría de sus adaptaciones son morfológicas: volumen pequeño (mm), formas alargadas o redondas, cuerpos planos, espinas (gastroticos), una cutícula gruesa, un exoesqueleto (como nematodos o crustáceos) ó un esqueleto interno de espículas calcáreas (como ciliados). Alternativamente, otros de cuerpo blando como ciliados, gusanos planos e hidroides han desarrollado la disponibilidad de contraerse fuertemente para protegerse del estrés mecánico. Muchas de las especies intersticiales tienen órganos adhesivos para mantenerse en hoyos o adheridos a las partículas.

La mayoría de la meiofauna es móvil, pero algunos (foraminíferos e hidroides) se quedan firmemente cogidos a las partículas de arena.

3.4. DUNAS

Las dunas son acúmulos de arena que se forman en las playas. Las regiones costeras expuestas a fuertes vientos y con arena poseen grandes campos dunares.

Las plantas enlentecen el movimiento de las dunas, estabilizando las arenas y comenzando los procesos de la sucesión ecológica. Tanto animales como plantas han creado adaptaciones especiales para sobrevivir al calor y a la sequedad.

Aparecen como enormes fortalezas que guardan la costa. Están pobladas de animales y plantas expuestas al viento salado, a las quemaduras de la luz solar, a la falta de agua y nutrientes.

El crecimiento de la duna comienza cuando el movimiento del viento a través de la playa se encuentra con un obstáculo.

La línea de dunas más cercana al mar constituye las **dunas primarias**, también llamadas incipientes, elementales, simples o embrionarias. Son incipientes montículos, discontinuos y de muy poca altura, de arena movible o viva porque la cobertura

vegetal que en ellos se asienta es muy pobre y el viento hace que cambien frecuentemente de lugar. A veces, ésta cobertura vegetal aumenta y puede hacer que se semifijen y se estabilicen algo.

La brisa del océano disminuye en la duna primaria, la cual crea un ambiente semiprotegido en la cara detrás de la misma. Las plantas que no disponen de sistemas para fijarse o protegerse del viento crecen en la cara de la duna protegida. Detrás de las dunas primarias aparecen unas ondulaciones de terreno húmedo y bajo en los que se pueden obtener temperaturas de hasta 50 °C.

Las **dunas secundarias** (principales) se encuentran detrás de la playa y de las dunas primarias y se prolongan hacia el interior. Son montículos de arena de cierta altura, expuestos al viento y fuera del alcance del mar. Tienen formas muy irregulares, con altas cimas, hondonadas o depresiones, llanuras y declives que pueden llegar casi a los noventa grados, presentan una pendiente suave en la ladera expuesta al viento y una caída escarpada en la opuesta.

La vegetación es más densa que en la anterior y sus arenas, en muchos casos, quedan ya semifijadas, aunque otras veces son movibles o vivas.

Las plantas dominantes son muy diferentes de las dunas primarias, principalmente debido a que éstas han modificado o cambiado el ambiente. Muchas plantas de las dunas secundarias toleran períodos de entierro cuando las arenas cambian gradualmente hacia tierra.

Las **dunas terciarias**, también llamadas secundarias fijas, muertas o de arenas consolidadas o estabilizadas, se encuentran a continuación y detrás de las anteriormente descritas.

Son dunas ya muertas porque la vegetación que las puebla cubre sus arenas con coberturas que generalmente pasan del 50 ó 60 %, haciendo que se fijen completamente, pero nunca llegando a formar una vegetación cerrada como ocurre en la post-duna, estación siguiente a esta y aún más hacia el interior de la costa. Estas dunas consolidadas tienen forma completamente irregular, formando pequeñas montañas con fuertes pendientes, cimas, hondonadas etc.

3.4.1. Plantas de dunas

Pocas plantas pueden vivir en este ambiente; entre las adaptaciones se encuentran:



- Capa de cera en las hojas para disminuir la pérdida de agua.
- Largos sistemas de raíces para almacenar agua y estabilizar las arenas.
- Hojas pequeñas, suculentas y con pocos estomas para reducir la pérdida de agua.

La resistencia al “spray” salino y al viento son, entre otras, las características que determinan el lugar de enraizamiento.

3.4.1.1. Comunidades de dunas primarias

El taxón directriz de estas comunidades es *Agropyron*. Planta psamófila y halófila que puede tolerar hasta 6 de salinidad.

Es pionera de estas dunas incipientes formando el primer estado de la sucesión vegetal. Posee largos y ramificados rizomas rastreros que se desarrollan con gran rapidez de manera que consiguen (cuando su cobertura se espesa) estabilizar o por lo menos semifijar estas antedunas.

3.4.1.2. Comunidades de las dunas secundarias

La vegetación es más densa que en la anterior.

En estas dunas existen un grupo de plantas que sujetan la arena, tendiendo a fijarla mediante unos rizomas muy ramificados y rastreros como ocurre, por ejemplo, con la *Ammophila arenosa*.

La vegetación de las dunas secundarias es más variada en especies que en las anteriores al no tener tanta influencia el factor salino del sustrato.

Otras propiedades de estos arenales son que carecen de humus, no existe apenas materia orgánica y siguen siendo ricas en carbonatos de calcio, además son muy permeables ya que sus arenas están completamente sueltas. El medio ecológico resulta muy xérico por lo que la vegetación es psamófila y xerófila aparte de halófila.

3.4.1.3. Comunidades de las dunas terciarias

Las especies vegetales cubren completamente los suelos cuya composición química es diferente y de ahí que la *Ammophila arenosa* no se instale en ellos.



La salinidad de sus arenas es normal, no constituyendo un factor decisivo para las especies que viven en ellas, siendo éste uno de los motivos que origina mayor abundancia y variedad de plantas.

Otro factor importante es que el viento sopla con menor intensidad. Únicamente cuando es muy fuerte, la capa arenosa más superficial, fina y desprovista de vegetación, puede ser movida por él. Sus arenas, aunque en menor proporción, siguen teniendo CO_3Ca , siguen estando sueltas y, por lo tanto, continúan siendo algo permeables; aunque ya son poco movibles. Todo esto hace que las sustancias orgánicas, se vayan depositando en una capa superficial de muy poco espesor, llevándose a cabo su incorporación por medio de microorganismos cuyo número y actividad van siendo mayores en estas arenas ya fijadas. Esta capa húmífera en muchos lugares es casi imperceptible e incluso no existe y en aquellos casos en que se observa bien, si se hace un pequeño corte se puede observar que, a escasos centímetros de la superficie aparecen las arenas de las dunas principales.

3.4.2. Animales de duna

Después de la lluvia se forman pequeños oasis en las partes más bajas de las dunas. Estas pozas temporales se llenan con organismos microscópicos, larvas de insectos y algunas veces de renacuajos de los sapos que viven en la parte protegida de la duna primaria.

La mayoría de los animales buscan resguardo del intenso calor de mediodía. Ratones, zorros, conejos, lagartos y sapos se retiran a pequeñas galerías debajo de los arbustos. Los sapos y culebras serpentean en la arena blanda para esconderse.

Los insectos poseen adaptaciones que los capacita para sobrevivir en las temperaturas extremas y en la sequedad de la duna. Algunas especies incluyendo la langosta, la avispa y el escarabajo vuelan en el aire más frío por encima de la arena, mientras otros tienen una protección adicional. El escarabajo aísla sus piernas con los pelos que las cubren pudiendo resistir así durante más tiempo en la arena caliente. Otros excavan en la duna para protegerse del intenso calor.

Las aves son los animales más conspicuos que viven en el ambiente de duna. Las semillas, insectos y peces de las orillas de agua atraen a las aves. Muchas viven en el bosque marítimo y van a comer a la duna. Algunas golondrinas migratorias las usan como lugar de anidamiento, depositando sus huevos directamente en la arena cerca de las pozas.

3.5. ORILLAS FANGOSAS

Las orillas protegidas del oleaje, tienden a tener un grano fino y a acumular materia orgánica. Este sustrato es típico de estuarios y marismas.

3.5.1. Factores físicos

La mayor diferencia con las playas de arena abiertas es que no se desarrollan en presencia de un fuerte oleaje. Están restringidas a áreas intermareales completamente protegidas del mar abierto.

Se localizan en bahías, lagos, puertos y especialmente en estuarios.

Se desarrollan donde el movimiento del agua es mínimo, siendo la pendiente mucho más plana que la observada para las costas arenosas.

Son más estables que las arenosas y más adecuadas para el establecimiento de organismos excavadores permanentes.

El grano fino junto con la escasa pendiente hace que el agua no drene y se quede en el sustrato. El largo tiempo de retención, acoplado con el escaso intercambio del agua intersticial y la alta concentración interna bacteriana lleva a una disminución completa del oxígeno en el sedimento a pocos centímetros de la superficie.

Las *condiciones anaerobias* prevalecen en el sedimento y es una de las características más importantes y que sirve para diferenciarlas de las arenosas. Entre el estrato superior aerobio y el inferior anaerobio hay una zona llamada *zona de discontinuo potencial redox* (RPD), caracterizada por el rápido cambio de potencial redox (E_h) de positivo a negativo. Esta zona se caracteriza por tener un color gris; el estrato oxidado es normalmente marrón o amarillo y el anaerobio negro (Figura 3.6).

El RPD es muy importante biológicamente, en él viven bacterias quimiosintéticas, que oxidan los compuestos reducidos y fijan el CO_2 para producir más materia orgánica.

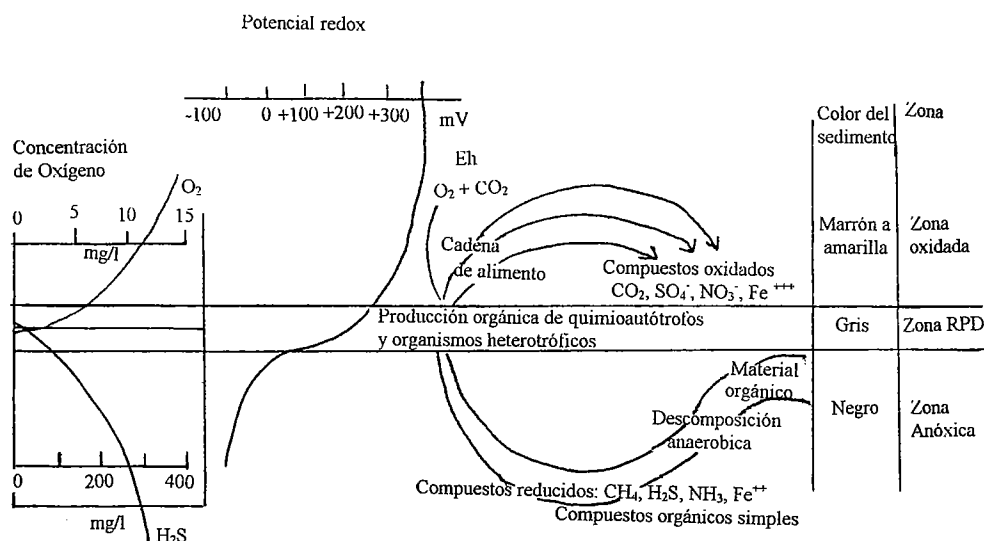


Figura 3.6. Diagrama representativo de las características físicas y químicas del sedimento en el estrato de discontinuidad redox y los procesos biológicos que ocurren en cada uno (de varias fuentes)

Muchas orillas de fango tienden a acumular material orgánico, por lo que poseen comida abundante para los organismos residentes; sin embargo, el pequeño tamaño de las partículas orgánicas resulta un inconveniente ya que pueden llegar a obstruir las superficies respiratorias.

3.5.2. Adaptaciones de los organismos

A diferencia de los organismos que habitan en las costas arenosas, éstos se advierten por la presencia en el sedimento de pequeños hoyos de forma y volumen diferente. Las adaptaciones van encaminadas a estabilizar el sedimento y a vivir en un ambiente sin oxígeno. Lo primero lo consiguen con la construyendo *galerías* o *tubos* permanentes dentro del sustrato.

La segunda adaptación se debe a las condiciones anóxicas que reinan en el sustrato. Los organismos multicelulares no pueden sobrevivir en ausencia de oxígeno. Para obtenerlo hacen hoyos, galerías y tubos que aparecen en la superficie. También disponen de mecanismos como la presencia de un transportador de oxígeno que continúa aceptándolo a concentraciones muy bajas. Otros usan glucógeno para el metabolismo anaerobio durante períodos de escasa concentración de oxígeno.

En las orillas de fango el oleaje es débil, de aquí que no necesitan desarrollar cuerpos pesados para mantener la posición como en el caso de las costas arenosas.

3.5.3. Tipos de organismos

En contraste con las costas arenosas, en las de fango se desarrollan varios tipos de plantas:

- a) Las más abundantes son las diatomeas, que viven en la superficie dando un color marronáceo.
- b) Las macroalgas, *Gracilaria* (alga roja), *Ulva* y *Enteromorpha* (algas verdes), que son estacionales, llegando a ser muy abundantes en los meses de verano y desapareciendo en los meses más fríos.
- c) Los niveles mareales más bajos pueden estar cubiertos de pastos marinos compuestos principalmente por *Zostera*.

Como resultado, las orillas de fango son potencialmente productivas, contienen un gran número de bacterias que se alimentan de la materia orgánica presente.

Las bacterias son los organismos más abundantes en los estratos anaerobios y constituyen una biomasa significativa.

Las orillas de fango son los únicos ambientes en los que están presentes los dos tipos de productores primarios:

- fotosintéticos, presentes en la superficie (diatomeas, macroalgas y macrófitos)
- quimiosintéticos (bacterias), en el estrato profundo.

La macrofauna está dominada por gusanos poliquetos, moluscos bivalvos, pequeños y grandes crustáceos.

3.5.4. Estructura trófica

En las orillas de fango la producción primaria es alta y hay una gran cantidad de comida disponible para los siguientes eslabones tróficos. Esto permite vivir a organismos grandes e indica que pueden ser muy densamente pobladas.

Los tipos dominantes (Figura 3.7) son depositívoros y suspensívoros como poliquetos (*Arenicola* y *Capitella*) y bivalvos (*Macoma*, *Scrobicularia*).

La mayoría de los carnívoros son peces y aves que comen cuando sube (peces) y cuando baja (aves) la marea.



A pesar de la presencia abundante de plantas hay pocos herbívoros, por lo que la cadena de los detritívoros adquiere una gran importancia.

La estructura trófica de estos ecosistemas se construye con dos bases:

- a) Una detrítica, derivada de plantas muertas, bacterias y otras fuentes orgánicas que son capturadas por la macrofauna invertebrada (caracoles, poliquetos, nematodos) o consumida por otras bacterias.
- b) Otra de pastoreo, basada en las diatomeas que son consumidas por moluscos y crustáceos, y estos por aves y peces.

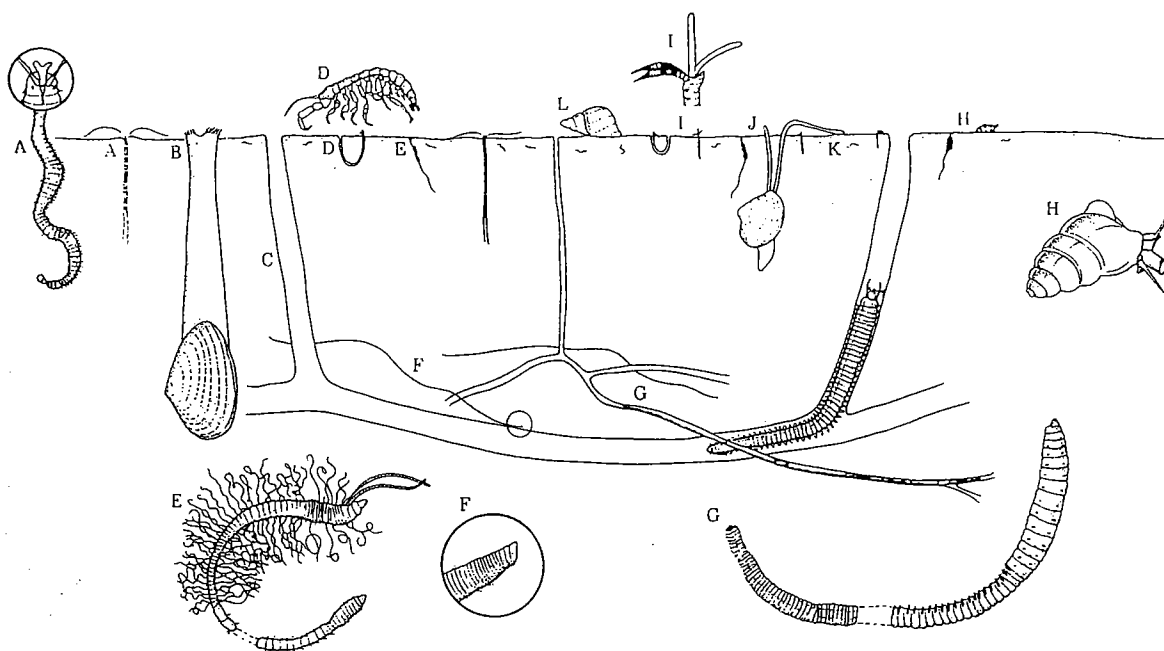


Figura 3.7 Invertebrados bentónicos de una playa fangosa (New England)

3.6. MARISMAS

Son comunidades de vegetación emergente enraizada en suelos que son inundados y drenados alternativamente por la marea.

Las plantas dominantes son angiospermas herbáceas, halófitas (es decir que crecen en suelos con un alto contenido en sal).

Las marismas son zonas de transición entre los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Se encuentran principalmente asociadas a estuarios y en los niveles altos de marea de áreas protegidas.

3.6.1. Características ambientales

La marisma presenta un ambiente riguroso con amplias *fluctuaciones de salinidad* (20 a 40 en un ciclo mareal) y de *temperatura* (puede variar hasta 10 °C).

El *sustrato* es de fango y semejante al de estuario, con un alto contenido de sal.

3.6.2. Composición y distribución de los organismos

Debido a las rigurosas condiciones ambientales, pocas plantas y animales pueden vivir en este área.

Las plantas dominantes son de los géneros *Spartina*, *Juncus* y *Salicornia* (Figura 3.8).

Los animales característicos, de origen marino, son varias especies de cangrejos (*Uca*, *Hemigrapsus*), mejillones (*Modiolus*), determinados caracoles (*Littorina*, *Cerithidea*, *Melampus*) y pequeños crustáceos como anfípodos. Los insectos, la mayoría son de origen terrestre y viven permanentemente en la marisma.

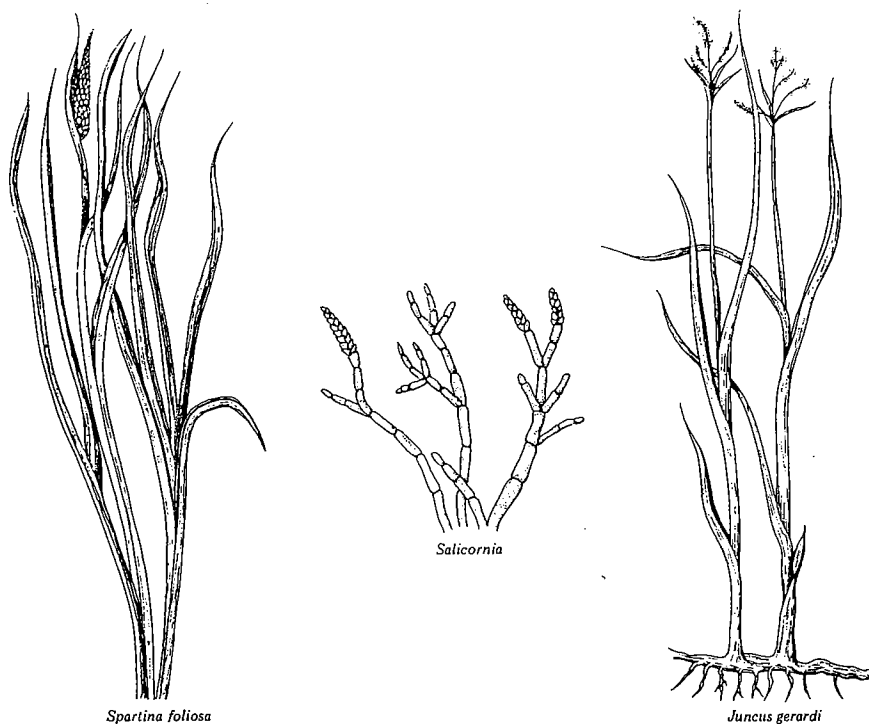


Figura 3.8. Plantas típicas de marismas

3.6.3. Zonación

Las marismas presentan un modelo general de zonación (Tabla 2). Este modelo varía en detalle y composición de especies de un área geográfica a otra debido principalmente al régimen mareal, drenaje, pendiente, clima, etc.

Zona	Organismos dominantes	Características ambientales
Marisma baja (inundada durante varias horas al día)	<i>Spartina alterniflora</i> , hierba redonda, mejillones, gusanos, anélidos, litorina	Atrapa sedimentos lentamente, aumentando la altura de la marisma. Sedimento anaerobio
Marisma alta (sumergida pocas horas al día)	<i>Spartina patens</i> , heno de marisma, plantas herbáceas resistentes a la sal y suculentas como <i>Salicornia</i>	Acumulación de detritus. Formación gradual de estrato fino de suelo. Aumento continuado de la elevación.

Barra salada (inundada solamente en pleamares vivas, normalmente una vez al mes)	<i>Spartina patens</i> , hierba roja, montículos de detritos que quedan de la última marea, ratas, anfípodos e insectos	Decae la vegetación de ribera comienzan los procesos de formación de humus. La elevación continúa aumentando
Zona de transición (por encima del nivel del mar)	Laurel, árboles	Humus formado. Acúmulos de agua dulce en el suelo. Temperatura del suelo alta debido a que los rayos solares alcanzan el suelo

Tabla 2. Modelo general de zonación en una marisma.

3.6.4. Productividad

Las marismas se caracterizan por ser uno de los hábitats más productivos. Sin embargo, hay pocos herbívoros. La mayor parte de la productividad no se consume directamente debido, en parte, a que las plantas de marisma tienen un alto contenido de sal, un bajo valor nutritivo, son difíciles de metabolizar y son poco sabrosas. La mayor parte de las plantas producidas (90 %) pasan a formar parte de los detritos siendo descompuestas “in situ” o bien exportadas fuera de la marisma.

3.6.5. Interacciones y cadenas de alimento

En general, los animales están sometidos a un fuerte estrés ambiental debido a las amplias fluctuaciones de las condiciones físicas. Pocos animales poseen límites de tolerancia tan amplios para temperatura y salinidad como los que se dan en la marisma. Como resultado, hay más especies acuáticas en las áreas bajas en las que rara vez son expuestas al aire, y más formas terrestres en la parte aérea superior donde solo se notan las grandes mareas. En las partes intermedias viven pocas especies.

Las plantas de marisma son beneficiosas para los animales por diferentes causas:

- Proporcionan cobertura que reduce la depredación.
- Estabilizan el fango y aportan sustrato en el que determinados animales se sostienen.
- Actúan indirectamente reduciendo el oleaje y la acción de la corriente, la cual puede destruir algunos animales.
- Reducen la penetración de la luz .



- Disminuyen las temperaturas del sedimento, reduciendo el rango de variación al cual se exponen los animales.

También los animales tienen efectos sobre las plantas:

- Los directos son mínimos porque pocos consumen (algunos saltamontes) plantas vivas.
- La excavación (algunos cangrejos) airea las raíces de las plantas.

Las cadenas de alimento de las marismas están basadas principalmente en el consumo de detritus (y bacterias asociadas). Los consumidores detríticos como insectos que se alimentan directamente de las plantas de marisma son consumidos por carnívoros acuáticos y terrestres. La figura 3.9 muestra una típica cadena trófica de una orilla fangosa.

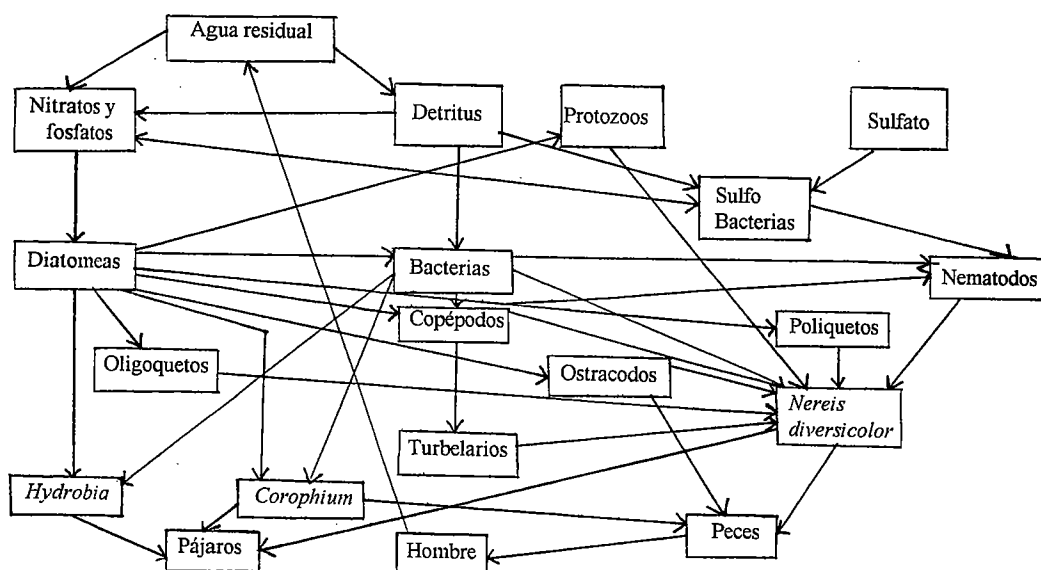


Figura 3.9. Cadena de alimento (generalizada) de una orilla fangosa
(De Eltringham, 1971)

3.7. ESTUARIOS

Un estuario se define como una extensión de agua costera semicerrada que tiene una comunicación libre con el alta mar; resulta, pues, fuertemente afectado por la actividad de las mareas y en él se mezcla el agua de mar (se diluye por lo regular en forma mensurable) con agua dulce del drenaje terrestre.

Los estuarios se encuentran entre los ecosistemas marinos más productivos debido, en parte, a que actúan como una trampa nutricia.

Cada estuario tiene características físicas únicas que influyen en su ecología. Éstas incluyen el caudal del río, la profundidad, la topografía, el modelo de circulación específico, el clima y el rango mareal. Esto hace que este tipo de ecosistema sea más complejo que las áreas abiertas del mar.

Hay varias clasificaciones de estuarios, dependiendo de la geomorfología, del gradiente de salinidad etc.

Según la *geomorfología* se distinguen:

- a.- Estuarios de valle de río inundados: desarrollados a lo largo de las regiones costeras de llanos litorales relativamente bajos y extensos.
- b.- Estuarios de tipo fiordo: son profundos, con enmescados costeros vaciados por los glaciares: fiordos noruegos.
- c.- Estuarios formados por barreras
- d.- Estuarios producidos por procesos tectónicos: son indentaciones costeras formadas ya sea por fallos geológicos o por depresiones locales, acompañadas a menudo de una abundante entrada de agua dulce.
- e.- Estuarios de delta de río: se encuentran en las desembocaduras de grandes ríos.

Atendiendo al *tipo de circulación y estratificación* se distinguen:

- a.- Estuarios altamente estratificados o de “cuña salina”. Un estuario de este tipo presentan un perfil de salinidad con una haloclina o zona de cambio pronunciado de salinidad de la superficie al fondo.
- b.- Estuarios parcialmente mezclados o moderadamente estratificados. Se da donde las corrientes de agua dulce y salada son aproximadamente iguales, el agente de mezcla dominante es la turbulencia, causada por la periodicidad en la acción de las mareas.



c.- Estuarios completamente mezclados o verticalmente homogéneos.

3.7.1. Características físicas de los estuarios que influyen en los organismos

3.7.1.1. Salinidad

La característica dominante del ambiente de estuario es la **fluctuación de salinidad**.

Entre los factores que causan estas fluctuaciones se encuentran:

- El *coeficiente de marea*, una parte del estuario está sujeta a un régimen de salinidad variable con la marea (zona de máxima fluctuación de salinidad), de manera que en un ciclo mareal, los cambios pueden ser iguales o mayores que los que se dan en un mes o en un año en otras partes del estuario.
- La *fuerza de Coriolis*, responsable de que las orillas de los estuarios presenten diferentes valores de salinidad.
- La *evaporación y/o caudal de agua dulce*, varían estacionalmente, así que la salinidad en un punto dado varía a lo largo del año.

Los cambios que ocurren en la columna de agua se transmiten en el sedimento por lo que la salinidad del agua intersticial también fluctúa. Como el intercambio es más lento, los organismos que viven dentro del sedimento están sujetos a menores cambios que los que viven en la columna de agua.

3.7.1.2. Sustrato

La mayoría de los estuarios presentan un sustrato blando de fango ó limo.

La sedimentación de las partículas está controlada por la corriente y el tamaño. Las tormentas y sus efectos acompañantes pueden producir grandes sedimentaciones o renovar el sedimento causando la muerte de los organismos.

Las condiciones ecológicas de este tipo de sustrato son las mismas que las expuestas para las orillas de fango.

3.7.1.3. *Temperatura*

Como resultado de la interacción del agua marina y dulce, las aguas de estuario son más frías en invierno y más calientes en verano que las aguas costeras de alrededor. También existe una variación espacial, tanto longitudinal como vertical, siendo mayor la variación en la parte superior que en la inferior (desembocadura) y en superficie que en fondo

3.7.1.4. *Corrientes y olas*

Las corrientes que se producen en los estuarios son causadas por la acción mareal y el caudal del río.

Se denomina **tiempo de residencia** al tiempo necesario para que una masa de agua sea descargada desde el estuario. Este puede medir la estabilidad del sistema; largos tiempos de residencia son importantes para mantener la comunidades de plancton.

En estuarios donde la desembocadura es pequeña, en verano (estación seca) el movimiento del agua es reducido, por lo que se produce un estancamiento de agua, una reducción del contenido de oxígeno, un “bloom” de algas e incluso muerte de peces.

3.7.1.5. *Turbidez*

Es debida a las partículas en suspensión, a la concentración de plancton y/o a la velocidad del viento (que produce resuspensión). Generalmente es mínimo en la desembocadura y aumenta con la distancia a esta, al igual que aumenta con el caudal del río.

El efecto ecológico que produce es la reducción de la penetración de la luz, la cual influye en la fotosíntesis del fitoplancton y de las plantas bentónicas y por lo tanto en la productividad.

3.7.1.6. *Oxígeno*

El flujo regular de agua dulce y marina junto con la escasa profundidad, la turbulencia y el viento hacen que exista una alta concentración de oxígeno en la columna de agua.

En aquellos estuarios en los que se desarrolla una termoclina y hay estratificación salina puede haber poco intercambio de oxígeno, llegando a ser muy escaso en el fondo.

En el sedimento la concentración de oxígeno suele ser muy baja. El alto contenido orgánico y la elevada población bacteriana ($200-500 \times 10^6$ por gramo de sedimento) demandan una gran cantidad de oxígeno en el agua intersticial. Los sedimentos de estuario son anóxicos a los pocos centímetros de la superficie, a menos que presenten grandes partículas y/o grandes cantidades de animales excavadores los cuales con su actividad oxigenan las capas más profundas.

3.7.2. Biota de estuarios

3.7.2.1. Composición de la fauna

Los componentes de la fauna de estuario son:

- a) Marinos
- b) Salobres
- c) De agua dulce
- d) De transición

- a) En términos de número de especies, los componentes **marinos** son los mayoritarios e incluye dos subgrupos:

Estenohalinos: formas típicas marinas que no toleran los cambios de salinidad, se encuentran en la boca del estuario donde la salinidad es de 30.

Eurihalinos: Capaces de tolerar reducción de salinidad por debajo de 30. La mayoría toleran hasta 15 y algunos hasta 3.

- b) Los **salobres** o verdaderos componentes del estuario comprenden aquellas especies que se encuentran en la mitad del estuario, viven entre 5 y 20 de salinidad. Entre ellos se encuentran (Figura 3.10): el poliqueto *Nereis diversicolor*; ostras: *Crassostrea*, *Ostrea*, almejas: *Scrobicularia plana*, *Macoma baltica*, *Rangia flexuosa*; gasteropodos: *Hydrobia*; cangrejos: *Callinectes* y gambas; *Palaemonetes*.
- c) Los derivados de **agua dulce**, normalmente no toleran salinidades por encima de 5 y están restringidos a las partes altas del estuario.



- d) Los componentes de **transición**, incluyen organismos como peces migratorios que pasan por el estuario en sus rutas reproductoras (salmón (*Salmo*, *Oncorhynchus*) y anguilas (*Anguilla*)). Otros, pasan solamente parte de su vida y otros, como algunas aves y peces que entran solo a alimentarse.

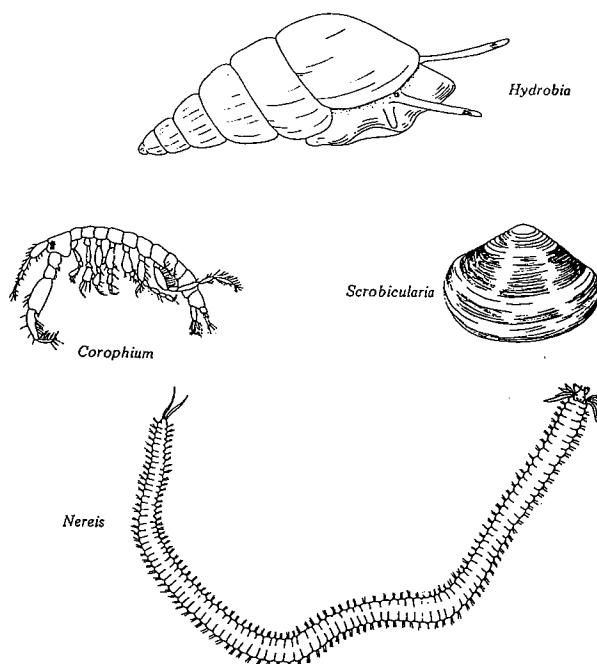


Figura 3.10. Animales típicos de estuario (no a escala)

3.7.2.2.- Vegetación

Los factores ambientales que influyen en la distribución y abundancia de la comunidad vegetal son: el sustrato (no es favorable para la implantación de macroflora) y la alta turbidez del agua que disminuye la penetración de la luz, dando como resultado la posibilidad de que las capas más profundas sean afóticas.

Entre las comunidades vegetales de estuarios se encuentra:

- a) Macroflora, con la siguiente distribución: en zonas cercanas a la desembocadura y cubiertas de agua, suele haber comunidades de pastos marinos representadas por: *Zostera*, *Thalassia*, *Cymodocea*. En la parte media (Figura 3.11), enraízan algas verdes como *Ulva*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha* y *Cladophora*, que son estacionales y desaparecen durante parte del año. En el intermareal superior y formando comunidades de marisma los géneros dominantes son *Spartina* y *Salicornia*.



- b) Fitoplancton, presenta un número reducido de especies. Las diatomeas frecuentemente dominan la comunidad durante todo el año excepto en verano que son sustituidas por los dinoflagelados. Entre las diatomeas se incluyen *Skeletonema*, *Asterionella*, *Chaetoceros*, *Nitzschia*, *Thalassionema* y *Melosira*. Los dinoflagelados más frecuentes son los géneros *Gymnodinium*, *Gonyaulax*, *Peridinium* y *Ceratium*. La alta turbidez y el tiempo de residencia pueden restringir la comunidad de fitoplancton y la productividad primaria en algunos estuarios.
- c) Algas epipsámicas (especialmente adaptadas a crecer en las partículas de sedimento), constituidas por diatomeas, dinoflagelados y cianobacterias bentónicas. Muchas son móviles y presentan modelos rítmicos migratorios, moviéndose hacia la superficie o fondo del sedimento dependiendo de la iluminación. La productividad de esta comunidad tiende a ser baja ($10 \text{ gCm}^{-2}\text{año}^{-1}$)

Un componente final que merece mención son las bacterias. Tanto el agua como el sedimento de estuarios son extremadamente ricos en bacterias, debido a la abundancia de materia orgánica en descomposición. La densidad bacteriana en el sedimento de estuarios puede ser de 100-400 millones por gramo.

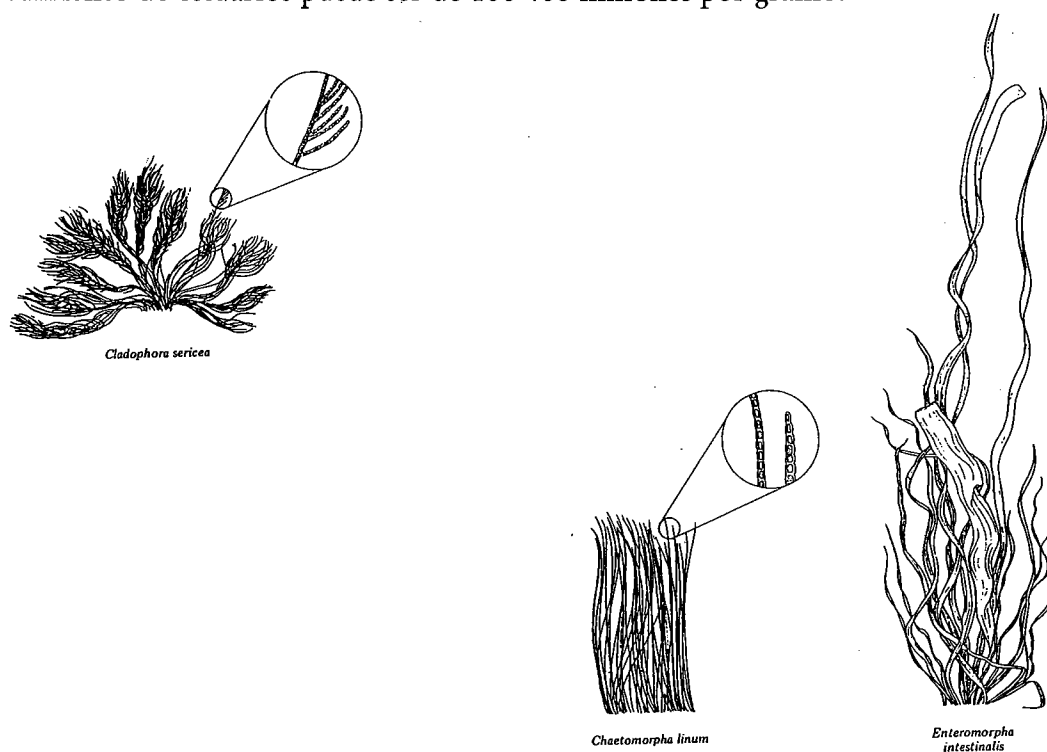


Figura 3.11. Algas típicas de estuario (no a escala)



Capítulo 4. COMUNIDADES INTERMAREALES

4.1. PECES INTERMAREALES

La mayoría de los peces intermareales, debido al ambiente turbulento en el que viven, son de pequeño volumen, con la forma del cuerpo alargada (*Blenniidae*, *Pholidae*) o depresionada (*Cottidae*, *Gobiesocidae*), lo que les sirve para vivir en hoyos, tubos o depresiones para protegerse de la desecación y de la acción del oleaje.

A la mayoría les falta la vejiga natatoria y están asociados con el sustrato.

Son carnívoros, lo que sugiere que presentan un papel importante en la organización de la comunidad intermareal.

Se han estudiado los modelos de vida de unas pocas especies y todos son similares. Los huevos son demersales y se depositan en piedras, rocas o se sumergen bajo la vegetación, a veces son guardados por las hembras. De los huevos incubados durante unas pocas semanas salen larvas planctónicas. El período planctónico varía, dependiendo de las especies, pudiendo ser de hasta 2 meses. Durante este período la larva adquiere gradualmente las características del adulto y al final se hace demersal. La vida del adulto es generalmente corta, de 2 a 10 años y la madurez sexual la alcanzan en el primer o segundo año.

En el fango y arena, las rayas y los peces planos son depredadores comunes de los organismos infaunales.



Algunos peces intermareales son migratorios, moviéndose con la marea o estacionalmente.

4.2. AVES INTERMAREALES

En bajamar hay una gran variedad de aves en la zona intermareal, siendo particularmente abundantes en las playas de arena y fango y mucho menos en las costas intermareales rocosas.

Las aves juegan un papel importante en la estructura de la comunidad de orilla, actuando como depredadoras de los invertebrados infaunales. Dada la gran abundancia y sus elevados requerimientos alimenticios, es admirable la organización de coexistencia que presentan con la infauna, no llegando a disminuirla. Entre las explicaciones que se dan a este hecho, se encuentran las siguientes:

- El que en la zona templada, la mayoría de las aves son migradoras y están solamente durante ciertos períodos del año. Mientras están presentes pueden localmente disminuir la infauna, pero ésta se recupera durante los periodos de ausencia de las aves.
- Las asociaciones infaunales se encuentran en diferentes áreas debido a la gran variedad de microhabitats que existen como consecuencia de las diferencias en el tamaño de grano, marea, etc.,. Si las especies de aves difieren en preferencia por la comida y/o microhabitat, al final se separarán en el espacio o en el tiempo reduciéndose así la competencia y la disminución de recursos.

En resumen: la depredación por parte de las aves es intensa y significativa jugando un papel importante en la estructura de la comunidad intermareal.

4.3. COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

El término plancton se refiere a plantas y animales flotantes cuyos movimientos dependen más o menos de las corrientes.

Puede dividirse según su tamaño: nanoplancton (formas pequeñas, menores de 20 μm), microplancton (formas unicelulares, filamentos) y macroplancton (formas grandes y visibles).

El fitoplancton (plancton vegetal) es importante por ser el responsable de la producción primaria en los ambientes pelágicos. Los animales miembros del grupo constituyen el zooplancton. También se incluyen en el plancton a las bacterias.



4.3.1. Fitoplancton

El fitoplancton marino está compuesto de diversos grupos de algas que realizan la producción autotrófica y son el inicio de las cadenas de alimento.

En la tierra y en las comunidades de orilla, las plantas dominantes son macrófitos, arbustos y grandes algas macroscópicas que se adhieren al sustrato. En los ambientes pelágicos hay unas plantas microscópicas adaptadas a flotar cerca de la superficie donde la intensidad de luz es suficiente para realizar la fotosíntesis, constituyen el fitoplancton. Este es llevado por los vientos y las corrientes, incluyendo las corrientes horizontales y verticales, la turbulencia, remolinos y variaciones en las grandes masas de agua. Son principalmente formas unicelulares, aunque algunas forman cadenas o bien son plantas multicelulares macroscópicas (dos especies de *Sargassum* en el Mar de los Sargazos).

Es muy importante en las cadenas tróficas ya que son los productores primarios y forman las “praderas” de los océanos.

Los grupos más importantes son:

- Diatomeas (División Chrysophyta, Clase Bacillariophyceae). El rasgo más característico es su pared celular o frústula silícica (SiO_2). Son cosmopolitas y se les puede encontrar en el plancton, como comunidades bentónicas sobre rocas, arena o superficies fangosas ó como epífitas. Las especies bentónicas intermareales tienen una importante función en la estabilización de los sustratos blandos y como fuente de alimento de la fauna bentónica.
- Dinoflagelados (División Pyrrohophyta, Clase Dinophyceae). Algunas especies producen toxinas, sus florecimientos pueden causar la muerte a gran escala de muchos peces, así como de crustáceos y moluscos. Dichos florecimientos se conocen como mareas rojas que dan un color rojizo al agua, en la que puede haber de 5000 a 2 millones de dinoflagelados/litro. Entre los que causan mareas rojas se encuentran *Gymnodinium* y *Gonyaulax*. Los factores básicos para la producción de mareas rojas son 1) aumento en el tamaño de la población; 2) condiciones favorables de salinidad, temperatura, nutrientes y factores del crecimiento apropiados; y 3) mantenimiento y movimiento de las mareas rojas por factores hidrológicos y meteorológicos.

5.3.1.1. Fotosíntesis y producción primaria

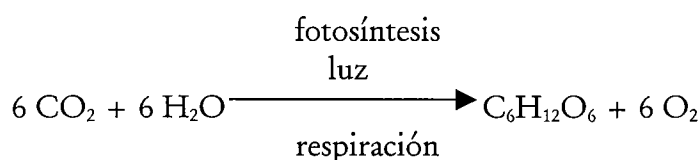
Los organismos fotosintéticos de los océanos son el fitoplancton, microalgas bentónicas, macroalgas bentónicas, plantas superiores (pastos marinos, marismas) y



algas simbióticas de los corales, siendo el fitoplancton el responsable del 95 % de la producción primaria marina.

Químicamente, el proceso fotosintético comprende el almacenamiento de una parte de la energía de la luz solar en energía “ligada” a los alimentos.

Aunque hay un gran número de pasos, la reacción química global es la siguiente:



El CO₂ utilizado por las algas puede ser CO₂ libre disuelto o CO₂ en forma de bicarbonato (CO₃H) ó carbonato (CO₃⁻).

Este tipo de producción que lleva una reducción de CO₂ para producir sustancias orgánicas altamente energéticas se le llama **producción autotrófica**, los organismos que la realizan no requieren material orgánico como fuente de energía. Estos procesos producen oxígeno (O₂) libre (que procede de la molécula de agua y no del CO₂). El proceso contrario es la **respiración**, en la cual hay una reacción oxidativa que rompe los compuestos de alta energía y da energía necesaria para el metabolismo. Mientras la fotosíntesis se produce sólo de día, la respiración se realiza durante el día y la noche.

Todas las especies de fitoplancton requieren ciertas sustancias inorgánicas para realizar la fotosíntesis incluyendo nitrógeno (N) y fósforo (P) (y silicio, Si, para las diatomeas) que pueden estar en concentraciones bajas y limitar la producción de las plantas.

Algunas especies requieren ciertas sustancias orgánicas (vitaminas) para el crecimiento, y también pueden estar en concentraciones limitadas.

Se define la **producción primaria** como la velocidad de formación de materia orgánica a partir de material inorgánico.

La **producción primaria bruta (PPB)** es la cantidad de materia orgánica sintetizada por el primer nivel trófico por unidad de volumen y de tiempo. Es decir, el incremento de biomasa por unidad de tiempo, entendiendo por **biomasa** la cantidad de materia viva por unidad de volumen (o de superficie en medios terrestres).

Parte de esta producción primaria bruta es utilizada por las plantas en su respiración. A la producción primaria restante se la denomina **producción primaria neta (PPN)**, y es lo que queda a disposición del conjunto de organismos heterótrofos del ecosistema.

Otro término que requiere definición es la **cosecha en pie** que es la cantidad de biomasa presente en un volumen dado de agua en un tiempo dado. Producción primaria y la cosecha en pie pueden variar considerablemente en una escala de tiempo de días a años, y esta variación resulta de un gran número de factores que actúan directa e indirectamente en los procesos fotosintéticos.

4.3.2. Zooplancton

Es un grupo taxonómica y estructuralmente diverso, compuesto de multitud de larvas y adultos que representan a la mayoría de animales y a algunos protistas. Atendiendo a su tamaño se dividen: macrozooplancton, nanozooplancton y picozooplancton.

En el macrozooplancton los más importantes son la subclase *Copepoda* (clase *Crustacea*, phylum *Artropoda*) que son pequeños crustáceos holoplanctónicos de vital importancia para la economía de los ecosistemas del mundo ya que son los animales herbívoros marinos.

Son taxonómica y estructuralmente diversos.

Aunque son capaces de moverse no pueden ir contracorriente. Son heterótrofos. O sea requieren sustancias orgánicas como fuente de energía para sintetizar su materia.

Algunos son herbívoros, otros carnívoros, otros detritívoros (consumen materia orgánica muerta) y otros son omnívoros y requieren una mezcla de plantas y animales.

Aquellos que viven siempre en la columna de agua, constituyen el *holoplancton* (o plancton permanente). Los que son residentes temporales de la comunidad planctónica constituyen el *meroplancton*. Este incluye huevos y larvas de peces así como etapas larvales de invertebrados bentónicos como almejas, caracoles, percebes y estrellas de mar.

Sección 2.

IMPACTO AMBIENTAL

DOCUMENTO DE REFERENCIA

ÍNDICE

IMPACTO AMBIENTAL

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Medio ambiente y obras de ingeniería costera	2
1.2 Gestión integral de proyectos en el litoral	4
Capítulo 2. Impacto ambiental	12
2.1 Concepto y definiciones	12
2.2 Naturaleza y atributos del impacto ambiental	15
2.3 Acciones de impacto	17
2.4 Factores ambientales	18
Capítulo 3. Evaluación del impacto ambiental	20
3.1 Concepto	20
3.2 Momento de realizar la EIA.....	21
3.3 Marco legislativo de la EIA	23
Capítulo 4. Los estudios de impacto	45
4.1 Introducción	45
4.2 Contenido básico de una EsIA.....	46
4.3 Contenidos básicos del EsIA y presentación.....	50
Capítulo 5 EsIA: Introducción	54

Capítulo 6. EsIA: Análisis del medio	59
6.1 Introducción	59
6.2 Objetivos	60
6.3 Delimitación del entorno.....	61
6.4 Inventario ambiental.....	62
6.5 Valoración del entorno	67
6.6 Fragilidad del entorno.....	69
Capítulo 7. EsIA: Análisis del proyecto	72
7.1 Introducción	72
7.2 Objetivos y contenido	73
Capítulo 8. EsIA: Análisis de impacto	86
8.1 Introducción	86
8.2 Identificación de impactos	87
8.3 Predicción de impactos	98
8.4 Valoración de impactos.....	98



Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto general, recoger el estado de los conocimientos técnicos de la ingeniería ambiental aplicable a los estudios de impacto ambiental de obras en el litoral, incluyendo los aspectos teóricos, metodológicos, así como las herramientas y procedimientos que permitan diseñar, construir y mantener las obras marítimas garantizando la preservación, o en su caso mejora, del medio ambiente. Para ello, se establecerán los pasos a dar para prevenir los efectos significativos que los proyectos, públicos o privados, puedan tener, de forma directa o indirecta, sobre las personas y el medio ambiente, previamente a su aprobación y a ser posible en la fase de anteproyecto. De esta forma, se pretende que el proyecto se integre en su medio de forma adecuada, que las medidas correctoras se incorporen al proyecto en su fase final (proyecto constructivo) y evitar el rechazo del mismo por sus efectos ambientales.

Son objetivos particulares:

- Elaborar un documento de consulta donde se resuma de forma ordenada las etapas del proceso de evaluación ambiental de las obras marítimas.
- Definir una metodología particularizada de evaluación de impacto ambiental aplicable a las obras desarrolladas en el litoral.
- Definir y describir las herramientas de trabajo necesarias para poder realizar estudios ambientales en el litoral.
- Unificar las herramientas y procedimientos aplicados hasta el momento, en estudios ambientales del litoral.



- Definir un esquema de trabajo que sirva para valorar las repercusiones medioambientales de las actuaciones de ingeniería en el litoral claro y conciso, aplicable de forma genérica a cualquiera de las obras de defensa.
- Definir una guía de apoyo a la toma de decisiones de los aspectos ambientales a considerar en una obra enmarcada en el dominio costero.

1.1 MEDIO AMBIENTE Y OBRAS DE INGENIERÍA COSTERA

El litoral es un espacio geográfico donde se relacionan los tres medios naturales: terrestre, acuático y aéreo, soportando una compleja variedad de procesos de diversa naturaleza: geomorfológicos, hidrológicos, climáticos, biológicos y de actividades e intereses humanos.

Centrándonos en estos últimos, el carácter multiuso del espacio litoral se identifica con las funciones que en él convergen, y que son descritas por Hoozemans (1991) de la siguiente manera:

- Funciones básicas: producción de alimentos, suministro de agua y energías.
- Funciones económicas: transporte, industria y minería.
- Funciones públicas: transporte público, defensa, saneamiento.

Cabe, pues, decir que el litoral es un sistema complejo y muy dinámico en donde han de integrarse los siguientes subsistemas: natural, de usos y de infraestructuras.

Por otra parte, las intervenciones en el litoral son cada más numerosas, y vienen determinadas casi siempre por la presión sobre las líneas de costa como centro recreativo. El intento más común es el de eliminar o reducir los efectos erosivos del oleaje mediante la construcción de estructuras tales como espigones y diques. En otros casos se importa arena para mantener artificialmente las playas que el oleaje de tormenta ha erosionado. En cualquier caso, el éxito depende de que se comprenda el funcionamiento del sistema sobre el que se actúa.

Una de las causas que explican la existencia de numerosas estructuras abandonadas en las costas de todo el mundo es que, con frecuencia, los trabajos se emprenden bajo supuestos discutibles tales como el pretender asignar un equilibrio dinámico a toda nuestra línea de costa, el percibir los procesos erosivos como algo negativo o el intervenir un proceso localmente sin considerar la respuesta en el resto del sistema costero. Aunque dichos supuestos aún perviven en la mentalidad de algunos profesionales, parece que progresivamente se están abandonando, gracias a que las



nuevas generaciones están centrando su área de trabajo en el estudio de las consecuencias de los errores cometidos en tiempos pretéritos, ligados a un desarrollismo mal planificado y sobre todo excesivo (Anguita y Moreno, 1993).

En consecuencia, el desarrollo de un proyecto de Ingeniería de Costas exige contemplar los elementos del medio natural y del medio humano en el que se lleva a cabo, donde determinadas actuaciones puedan ser causa de alteraciones no deseadas. Con el fin de identificar, valorar y prevenir dichas alteraciones, se plantea la necesidad de realizar los estudios que proporcionen la información necesaria sobre la viabilidad ambiental del proyecto.

Las actuaciones en un medio tan dinámico como el litoral puede desencadenar la puesta en marcha de nuevos procesos o bien la debilitación o aceleración de los existentes. En muchos de los casos, la respuesta del medio ante unos *inputs* determinados será la buscada, pero, sin embargo, puede no ser la mejor solución desde un punto de vista medioambiental. Actualmente, éste es un factor determinante en cualquier obra de ingeniería, máxime cuando se actúa sobre espacios que albergan un grado de naturalidad explotable por otros sectores económicos. Tampoco se ha de olvidar la creciente incorporación de medidas con una filosofía conservacionista en las normativas medioambientales relacionadas con las aguas y ecosistemas litorales. Así, la propia Ley de Costas y la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante inciden en la necesidad, e incluso obligatoriedad, de incorporar estudios ambientales (Biosfera marina, Estudio de dinámica marina) en la redacción de los proyectos.

Pero la consideración de la dimensión ambiental no obedece exclusivamente a un cumplimiento legislativo. En la actualidad, se tiene una amplia experiencia sobre las repercusiones económicas derivadas de actuaciones en el litoral con una visión parcial y antropocéntrica de este tipo de ecosistema. No se puede hacer una adecuada "administración" (economía) del "sistema" (litoral) sin tener un conocimiento global del mismo. Por ello, la consideración de la dimensión ambiental, como factor económico de desarrollo sostenido, se impone como un nuevo marco de referencia en los procesos de evaluación de la viabilidad de un proyecto.

Con los estudios de impacto ambiental, se busca establecer un nexo de relación causa-efecto entre un proyecto, con unos objetivos muy concretos, y el mantenimiento de los valores del entorno sobre el que se instala. Siempre teniendo en cuenta que este último está integrado tanto por variables físicas como por múltiples variables biológicas, sociales, culturales y en definitiva, económicas. Sirvan como ejemplo los numerosos casos de urbanización de la franja costera, que con el ánimo de acercamiento de los usuarios a la línea de ribera del mar, han desencadenado numerosos desequilibrios en los procesos sedimentarios con la consiguiente pérdida no sólo del ecotono litoral sino



incluso de recursos turísticos, tales como la franja supramareal de la playa activa por erosión inducida.

1.2 GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS EN EL LITORAL

En España se lleva trabajando en evaluaciones ambientales de proyectos y planes de ordenación territorial desde finales de la década de los años 60 y principios de los 70. Sin embargo, no será hasta finales de los 80, principios de los 90, cuando se comiencen a aplicar de una forma generalizada y con procedimientos regulados de EIA. Como es lógico, esto coincide con la entrada en vigor del Real Decreto de EIA en 1986 y su correspondiente reglamento en 1988. Tras este período de aplicación, son múltiples los análisis realizados acerca de las repercusiones de este nuevo trámite en el procedimiento administrativo de aprobación de un proyecto, sobre el grado de cumplimiento de los objetivos de las evaluaciones de impacto ambiental, así como sobre la viabilidad de las metodologías empleadas. Se recoge a continuación una síntesis de la crítica que hasta la fecha se ha realizado:

- Para promotores y proyectistas, las Evaluaciones de Impacto Ambiental (en adelante EIA) significan un nuevo obstáculo para la aprobación de sus proyectos, un coste añadido, una prolongación del plazo de ejecución con las consiguientes pérdidas económicas y en ocasiones incluso un motivo de conflicto con la administración competente, así como con grupos sociales sensibilizados con los valores ambientales.
- En muchos casos, los Estudios de Impacto Ambiental (en adelante EsIA) presentados carecen de rigor científico y técnico, llegando a ser considerados como un mero trámite administrativo que ha de pasar todo proyecto afectado por la normativa vigente en medioambiente.
- Las administraciones encargadas de dictaminar sobre la viabilidad de los proyectos desde un punto de vista medioambiental son relativamente recientes, estando escasamente dotadas de personal. En la mayor parte de los casos se encuentran colapsadas por el elevado número de EIA que han de tramitar. Esta situación ha dado lugar a numerosos problemas, entre los que cabe destacar la ralentización de la tramitación administrativa y una escasa capacidad para valorar los proyectos, al no existir funcionarios debidamente preparados para ello o no contar con el tiempo suficiente, incumplimiento de plazos, falta de conexión entre administraciones, etc.
- Con frecuencia se práctica una dinámica viciada que resta valor y eficacia a los EsIA. Esta dinámica sigue el siguiente desarrollo:

1º. No se tiene en cuenta la dimensión ambiental en el proceso de selección de alternativas.

2º. Se redacta el proyecto definitivo, con presupuesto.



3º. Se realiza el EsIA.

Evidentemente, la eficacia y las posibilidades reales de modificar el proyecto e incluso de la contemplación de las medidas correctoras son mínimas o nulas en la práctica.

- Por lo general, las administraciones con competencia en medio ambiente y con competencia sustantiva carecen de bases de datos donde puedan consultarse aspectos tales como: declaraciones de impacto ambiental publicadas, inventarios ambientales, legislación de aplicación a tipos de proyecto, información temática cartografiada, etc. La falta de acceso a este tipo de información, bien por que no esté procesada o porque no exista capacidad por parte del personal administrativo para ello, hace que en muchos casos se dupliquen los inventarios del medio realizados para una misma zona. De disponerse de esta información, los EsIA podrían reducirse en tiempo y en coste.

Conscientes de esta situación, científicos, administraciones y técnicos que trabajan en esta materia coinciden en la necesidad de un cambio en la gestión de los proyectos para conseguir que la consideración de los aspectos medioambientales sea real y deje de ser un mero trámite administrativo.

La necesidad de incorporar la dimensión ambiental desde las primeras fases de redacción del proyecto ha quedado patente en numerosas ocasiones. Tal es el caso de la metodología desarrollada por RENFE para la L.A.V. Madrid-Barcelona, a raíz de la experiencia adquirida en la L.A.V. Madrid-Sevilla (Pérez del Campo, 1992). Para el tipo de obras específicas que nos ocupan, se ha de hacer referencia a un trabajo desarrollado por el CEPYC (1989)¹ donde se diferencian claramente los tipos de estudios y tratamiento del EsIA en función de la fase de definición del proyecto: fase de estudio previo, fase de Anteproyecto y fase de proyecto.

Como metodología de trabajo más eficiente, se propone la aplicación a cualquier proyecto de ingeniería costera de un Modelo de Gestión Integral de Proyectos, que incorpore la dimensión ambiental en todas las fases que conlleven toma de decisiones en la elaboración de un proyecto (Figura 1.1). Es decir, desde que se decide realizar una actuación y hasta que ésta se encuentre en fase de explotación (en ocasiones también para la fase de abandono), se deberán tener en cuenta los condicionantes ambientales. Para ello, se propone la aplicación de diferentes estudios de impacto ambiental consecutivos de acuerdo con las fases de diseño y precisión del proyecto, cuyo grado de

¹ Centro de Estudios de Puertos y Costas (1989): *Propuesta de Guía Metodológica: Evaluación del impacto ambiental de obras marítimas*. CEDEX, 116 pp.



detalle será mayor a medida que se vaya avanzando en la definición de la obra o actividad. Los tipos de estudios que se proponen, son los siguientes (ver Tabla 1).

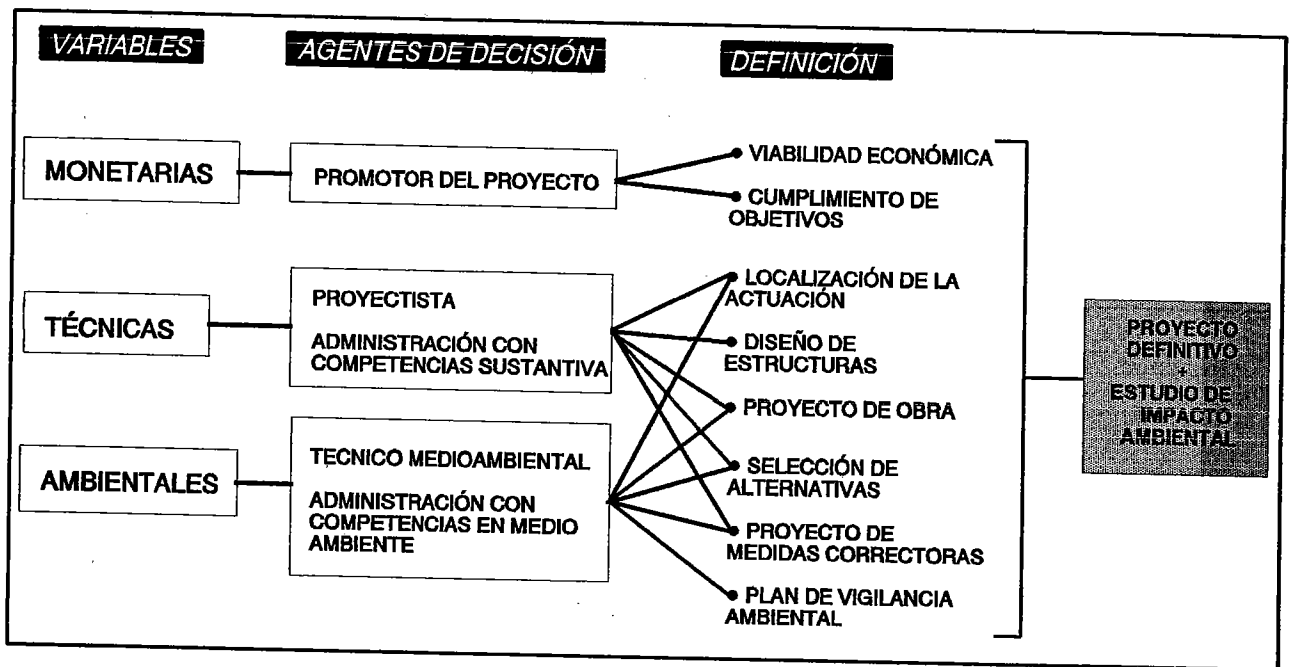


Figura 1.1. Partes implicadas en la gestión integral de proyectos

1. Estimación Inicial de Impacto Ambiental (EIIA)

Acompaña a la primera fase de definición del proyecto, en la que se marcan las soluciones alternativas desde un punto de vista técnico y de cumplimiento de los objetivos. Mediante un Estudio de EIIA se contemplará el medio ambiente a través de un primer análisis basado en la bibliografía y cartografía temática disponibles, tales como mapas de caladeros, corrientes, viento, oleaje, sedimentología de los depósitos



Tabla 1

GESTIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS

Incorporación de los condicionantes ambientales en cada fase de la toma de decisiones

FASE DE DISEÑO DEL PROYECTO	FASE DEL ESTUDIO DE I.A.	INFORMACIÓN	OBJETIVO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD E: 1/50.000	ESTIMACIÓN INICIAL DE IMPACTO AMBIENTAL E: 1/50.000 – 1/200.000	DISPONIBLE	Localización de zonas ambientales especialmente sensibles. Localización de impactos críticos en alternativas
ESTUDIO PREVIO E: 1/5.000	ESTUDIO PREVIO DE IMPACTO AMBIENTAL E: 1/50.000	DISPONIBLE	Valoración del impacto ambiental de cada alternativa y selección por comparación.
ANTEPROYECTO E: 1/5000	ESTUDIO DETALLADO DE IMPACTO AMBIENTAL E: 1/20.000	ESTUDIOS ESPECÍFICOS	Propuesta de medidas correctoras
PROYECTO CONSTRUCTIVO E: 1/100- 1/1.00	PROYECTO DE MEDIDAS CORRECTORAS PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL E: 1/500 – 1/10.000	ESTUDIOS ESPECÍFICOS	Diseño de medidas correctoras aplicables a la solución definitiva. plan de vigilancia ambiental.



superficiales, fauna bentónica marina, calidad de las aguas, espacios naturales protegidos, etc.. Dentro de las posibles actuaciones de ingeniería costera, esta fase adquiere especial relevancia en la definición de zonas aptas para el dragado de bancos arenosos, ya que el resto suelen estar bastante localizadas en el espacio geográfico (paseo marítimo, muro de contención, espigón, etc..). La dinámica del medio acuático litoral en el que se desarrollan las actuaciones, y su elevada capacidad para transmitir efectos, hace que la escala del estudio medioambiental sea mucho mayor que la del proyecto propiamente dicho.

El objetivo de este primer estudio es localizar las zonas especialmente sensibles tanto de la franja costera como del litoral y plataforma continental, para acotar la localización de las soluciones alternativas a partir de criterios medioambientales. Como resultado se obtiene una zonificación del litoral atendiendo a su capacidad de acogida para la actuación que se pretende diseñar. De esta forma, se puede evitar que el proyectista ubique la actuación en una zona con riesgos de sufrir **impactos críticos** y se asegura la viabilidad del proyecto a diseñar.

2. Estudio Previo de Impacto Ambiental (EPIA)

En este caso, también se parte de la información disponible, a la que se puede añadir la obtenida tras una primera prospección del territorio. El EPIA acompaña al estudio previo del proyecto y tiene como objetivo la valoración de los impactos ambientales de cada alternativa. En función de esta valoración, el EPIA deberá proporcionar una ordenación preferencial de las alternativas desde el punto de vista ambiental.

3. Estudio Detallado de Impacto Ambiental (EDIA)

Tiene como objetivo el EDIA la propuesta de medidas correctoras correspondiente a la alternativa definitiva sobre la que se ha redactado la fase de anteproyecto. La escala de trabajo conlleva una profundización de los estudios necesarios para la identificación y valoración de los impactos.

4. Proyecto de Medidas Correctoras y Plan de Vigilancia Ambiental (PMC y PVA)

Acompaña a la fase de proyecto constructivo. En esta etapa, el estudio ambiental se centra en la realización de los estudios específicos y de detalle necesarios para el diseño de cada una de las medidas correctoras definidas en la fase anterior. También incluye como objetivo esta fase la elaboración de un Plan de Vigilancia Ambiental.

El esquema de trabajo presentado se encuentra justificado si se tiene en cuenta que la propia Ley 22/1988, de Costas, establece en su artículo 42 que "cuando las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo terrestre, se requerirá además una previa evaluación de sus efectos sobre el mismo". Es decir, independientemente de que una obra en el litoral esté obligada a tramitar el procedimiento de EIA, el proyecto de construcción de la misma



deberá ir acompañado de una evaluación ambiental. Luego la propia legislación sectorial de costas reconoce la necesidad de incorporar la dimensión ambiental al proceso de toma de decisión en las distintas fases de diseño de los proyectos en el litoral.

La aplicación de todas las fases que componen la gestión integral de un proyecto, así como la extensión y grado de detalle de los estudios que los componen, dependerá de varios factores, entre los que cabe destacar:

- El tipo de proyecto a evaluar
- La información disponible
- El presupuesto
- El plazo
- **Tipo de proyecto a evaluar**

No todos los proyectos necesariamente se disgregan en estas cuatro fases de diseño. Atendiendo a la envergadura y tipología del proyecto, así como a los objetivos del mismo, hay diseños que requieren desde las cuatro fases hasta sólo dos, las de anteproyecto y proyecto constructivo. Dentro de las obras de infraestructura y defensa del litoral existe una variedad de actuaciones muy amplia con requerimientos de estudios a escalas diferentes y con diversos grados de detalle. Como ejemplo de un procedimiento simplificado estaría un dique de protección para un puerto deportivo, cuyas alternativas de ubicación no sobrepasan la escala 1:10000 ya que su fin es ofrecer un servicio a una demanda muy localizada en el espacio. En este caso, las fases de diseño del proyecto serían la de anteproyecto y la de proyecto constructivo, con sus correspondientes estudios ambientales: Estudio Detallado de Impacto Ambiental (EDIA) y proyecto de Medidas Correctoras y Plan de Vigilancia Ambiental (PMC/PVA); es decir, la toma de decisiones se centra más en las soluciones de diseño que en las de ubicación. También es aplicable a proyectos tales como la construcción de un paseo marítimo, la regeneración de dunas, la construcción de un muro de protección, canalización de una ría, etc... Por el contrario, para un proyecto de mayor envergadura, tal como pueda ser la regeneración de una playa, la construcción de un puerto comercial, la construcción de grandes diques y espigones, etc, caben diseños comprendidos por tres y cuatro fases para la toma de decisiones y con diferente grado de detalle y escala. En la regeneración de una playa mediante la aportación de arenas de préstamo, la actuación más perceptible es el recrecimiento de la superficie de playa seca en un tramo de costa muy localizado para su protección o bien para atender una determinada demanda de uso recreativo, lo cual no da lugar a muchas soluciones alternativas de localización. Sin embargo, existe otra actuación no menos importante pero sí menos perceptible, como es el dragado de arenas de yacimiento de la plataforma continental como préstamo para el relleno de la playa. En este caso, se puede hablar de



cuatro fases de diseño, con sus correspondientes estudios ambientales, en las que toman especial relevancia las relacionadas con la toma de decisiones en cuanto a la localización del depósito sedimentario a explotar.

- **Información disponible**

En ausencia de un inventario nacional de recursos que aúne los valores medioambientales de cada tramo de nuestra costa, así como de una base de datos actualizada, con los inventarios de zonas de especial valor ecológico del litoral y franja costera, la fase de caracterización del medio es una de las que más tiempo y recursos económicos requiere. La calidad de los EsIA depende en gran medida de la información básica sobre el medio físico, biológico y social con que se cuente en la fase de partida. La riqueza de información es muy variable y heterogénea en el conjunto de la costa española, dependiendo de múltiples factores. Por ejemplo, suele ser más amplia cuanto mayor sea el grado de desarrollo del tramo costero. Depende también del nivel de desarrollo de la comunidad autónoma a la que pertenezca (existen notables diferencias respecto a fuentes, trabajos monográficos de investigación, procesado y unificación de la información, etc.), la localización estratégica del tramo costero para el interés nacional (defensa, pesca, aduanas, comercio, etc.), etc.. Conscientes de estas desigualdades, los órganos competentes están haciendo un gran esfuerzo para unificar la información.

En las siguientes fases de la Gestión Integral del proyecto, la información ambiental disponible dependerá en gran medida del presupuesto y los plazos de tiempo disponibles.

- **Presupuesto**

Obviamente el presupuesto disponible para un proyecto condiciona su calidad. Para conseguir llevar a cabo una gestión integral de un proyecto, en el que se incorporen los estudios de afecciones ambientales correspondientes a cada fase de la toma de decisiones, se ha de contar con una dotación presupuestaria específica. A la vez que los estudios ambientales van tomando relevancia y peso en el diseño de los proyectos, las partidas presupuestarias asignadas a este capítulo van siendo mayores. Las fases de mayor peso presupuestario son aquellas que dependen de los resultados de estudios específicos. Máxime en el ambiente litoral debido, lógicamente, a la dificultad de acceso al medio y a la complejidad de las técnicas que es necesario emplear (grabación en video de los fondos submarinos, batimetría de fondos móviles, medidas de corrientes, muestreos de las comunidades bentónicas en fondos inter y submareales, analítica de aguas y sedimentos, etc).



Cuanto menor sea la información disponible al inicio del diseño del proyecto o fase de partida, mayor será el número de estudios específicos a realizar y, por lo tanto, el coste de los capítulos ambientales.

Por otra parte, la Gestión Integral de un proyecto deseablemente conlleva la participación de equipos multidisciplinares. Cuanto mayor sea el número de técnicos participantes, mayor será el presupuesto del proyecto. Como esto no siempre interesa, la amplitud del trabajo y equipo se simplifica con la consiguiente reducción de calidad del estudio.

- **Plazos**

Con frecuencia, el tiempo disponible para la realización de los estudios ambientales es excesivamente reducido. Esta situación se vuelve especialmente crítica en las fases iniciales de EIIA y de EPIA. Los plazos son tan reducidos que se ha de contar con la información existente. En ocasiones, el acceso a la información se constituye en un problema burocrático insalvable, por la lentitud en los trámites administrativos necesarios para su adquisición.

Son raros los casos en los que el factor tiempo no supone una dificultad añadida al estudio. Este factor y el presupuesto disponible son los que terminan condicionando la calidad del estudio. En muchos casos, se conoce la localización de la información que es útil; sin embargo, el acceso a la misma generalmente es lento e incluso requiere numerosos trámites burocráticos. A las dos fases finales, la de estudio detallado de impacto, proyecto de medidas correctoras y plan de vigilancia ambiental, es necesario acompañarlas de estudios específicos, cuya realización en muchas ocasiones requiere un período de tiempo mayor al disponible. Tal es caso de los estudios biológicos en un ciclo anual para conocer su comportamiento natural, al igual que estudios morfodinámicos de fondos blandos, cuyos rangos de variación están marcados por variables estacionales e incluso anuales.



Capítulo 2. IMPACTO AMBIENTAL

2.1 CONCEPTO Y DEFINICIONES

El concepto de Impacto Ambiental nació a partir de la percepción por el hombre de una relación causa-efecto entre sus actuaciones y la pérdida de recursos naturales, reducción de la calidad ambiental del medio que habita y la repercusión de estos cambios sobre su bienestar, calidad de vida, salud e intereses económicos.

En sentido amplio, el impacto ambiental se define como la alteración o cambio que provoca en el medio ambiente una determinada actividad. Esta actividad puede ser un proyecto de ingeniería, un plan, una ley o una disposición administrativa. La alteración o cambio puede afectar a cualquiera de los componentes que integran el medio ambiente, es decir, tanto al medio natural como al medio humano. Por otra parte, el cambio puede interpretarse como adverso (impacto negativo) o como beneficioso (impacto positivo).

El impacto ambiental supone, por tanto, un juicio de valor sobre la alteración provocada por una actuación del hombre. Se mide como el cambio de la evolución de la calidad ambiental del medio entre la situación anterior a la actuación y la posterior a dicha actuación (Figura 2.1).

La expresión impacto ambiental se utiliza cuando el sujeto de la actuación es el hombre. En este sentido, es conveniente definir los siguientes conceptos:

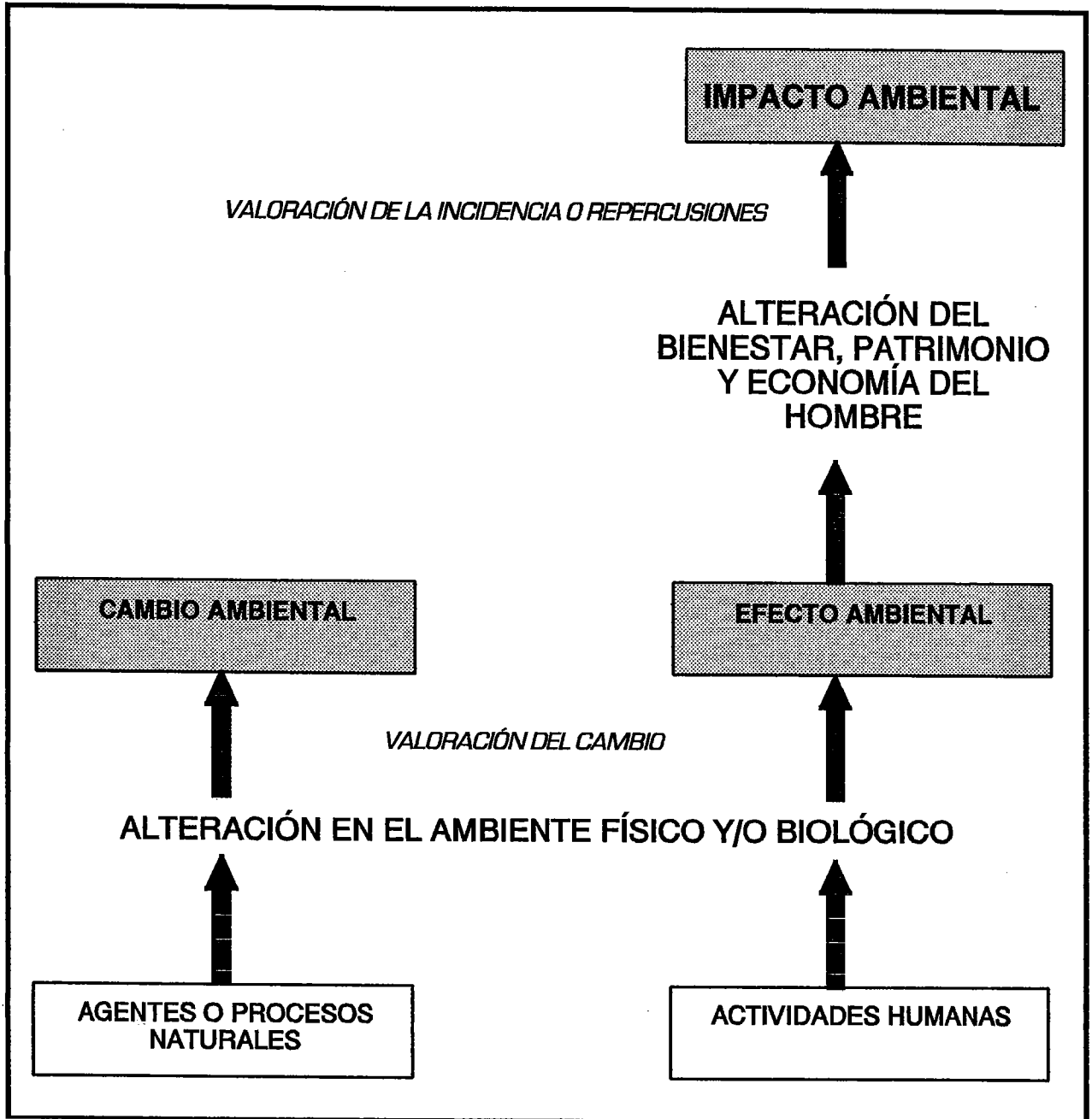


Figura 2.1. Marco conceptual del impacto ambiental



- Cambio ambiental: alteración del medio causada por un agente o por el hombre.
- Efecto ambiental: consecuencias de un cambio ambiental inducido por el hombre.

De esta manera, el impacto ambiental se define como el juicio de valor, por parte de una sociedad, sobre la importancia de un efecto ambiental. Por tanto, la consideración de impacto ambiental requiere:

1. Un cambio ambiental producido por una actuación humana.
2. Que de tal cambio ambiental se derive un efecto ambiental.
3. Que el efecto ambiental provoque un juicio de valor por parte de la sociedad: como beneficioso o como adverso.

En la bibliografía se puede encontrar múltiples definiciones de impacto ambiental. Según Estevan Bolea (1982), se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración en el medio o en algunos de los componentes del medio. La óptica del antiguo MOPU (1984) es antropocéntrica, al entender por impacto ambiental la alteración que produciría un proyecto sobre la salud y el bienestar del hombre. Ramos *et al.* (1979), denominan genéricamente impacto ambiental al juicio de valor que la sociedad emite sobre las consecuencias y transformaciones causadas por la incidencia de las actividades humanas sobre el medio. Según Gómez Orea (1992), este término indica la alteración que la ejecución de un Proyecto induce en el medio, expresada por la diferencia entre la evolución de éste "sin" y "con" Proyecto, cuyo significado viene interpretado en términos de salud y bienestar humano. La medida de la alteración se refiere a la variación de la calidad de un factor ambiental antes y después de la actuación. La definición de los valores que marcan los diferentes niveles de calidad ambiental depende de la escala de valores de una sociedad determinada, que a su vez es en función de numerosas variables (nivel cultural, económico, cantidad de recurso disponible, etc.).

En síntesis, y recogiendo los diferentes matices dados al concepto de impacto ambiental, éste se define de la siguiente manera: Alteración inducida en el ambiente por una determinada actuación del hombre, tal y como es y tal y como se percibe.

La alteración tal y como es (valoración objetiva) se refiere al efecto ambiental provocado por la actuación. La alteración tal como se percibe (valoración subjetiva) se refiere al juicio de valor que la sociedad hace sobre el efecto ambiental provocado por la actuación.



2.2 NATURALEZA Y ATRIBUTOS DEL IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental provocado por una determinada actuación da lugar a un efecto ambiental que queda caracterizado por:

- El signo.
- La magnitud.
- La importancia del impacto
- La importancia del elemento alterado.

El signo puede ser positivo (cuando representa un cambio beneficioso en la calidad del medio) o negativo (cuando representa un cambio adverso en la calidad del medio).

La magnitud se refiere a la cantidad de alteración producida en el elemento del medio afectado por la actuación.

La importancia del impacto depende de las características del efecto ambiental causado. Estas características (definidas en el R.D. 1131/88, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del R.D.L. 1302/86, de Evaluación de Impacto Ambiental) son las siguientes:

- Efecto directo: aquel que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.
- Efecto indirecto o secundario: aquel que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.
- Efecto simple: aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia.
- Efecto acumulativo: aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.
- Efecto sinérgico: aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.



- Efecto a corto, medio y largo plazo: aquel cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o en período superior.
- Efecto permanente: aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.
- Efecto temporal: aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestarse que puede estimarse o determinarse.
- Efecto reversible: aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento natural de la sucesión ecológica, y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- Efecto irreversible: aquel que supone la imposibilidad, o la “dificultad extrema”, de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.
- Efecto recuperable: aquel en el que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.
- Efecto irrecuperable: aquel en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.
- Efecto periódico: aquel que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.
- Efecto de aparición irregular: aquel que se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional.
- Efecto continuo: aquel que se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.
- Efecto discontinuo: aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.

La vigente legislación sobre Evaluación de Impacto Ambiental establece la siguiente tipología de impactos por la gravedad de sus efectos:

- Impacto ambiental compatible: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.



- Impacto ambiental moderado: aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto ambiental severo: aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- Impacto ambiental crítico: aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

2.3 ACCIONES DE IMPACTO

Las posibles acciones generadoras de impacto ambiental que se consideran en esta Memoria son las que conllevan la ejecución de un **Proyecto de Ingeniería Litoral**. Se define este último como el documento técnico cuya finalidad es describir suficientemente todas las actuaciones necesarias, principales, complementarias y accesorias para la realización, explotación e incluso el desmantelamiento de obras, instalaciones o actividades en el litoral.

Las posibilidades de realizar una actividad o proyecto dependen, en parte, de la capacidad de acogida que tenga el medio. Es decir, de la cualidades y propiedades que tenga el medio y que sean necesarias para acoger a la actividad o proyecto.

Por otra parte, las probabilidades de que la actuación pueda afectar a la calidad del medio (producir impacto) dependen también de las propiedades intrínsecas del medio, que definen su mayor o menor grado de vulnerabilidad frente a la actividad. Así, por ejemplo, no se producirá el mismo impacto si se construye un paseo marítimo al borde de un cordón dunar, facilitando con ello el acceso de las personas a las dunas, que si se construye en una costa erosionada carente de cordón dunar. En el primer caso, el medio es mucho más frágil y la pérdida de calidad ambiental será mayor que en el segundo caso.

Es decir, el impacto ambiental tiene su causa en una determinada actuación, pero la magnitud y la importancia del mismo dependen de la relación entre la naturaleza y tipo de actuación y la fragilidad del medio. En función de esta relación, Ramos *et al.* (1979) distinguen tres tipos de actividades:



- Actividades compatibles: aquellas que no producen impactos negativos sobre los componentes de la calidad ambiental, o si las producen pueden ser absorbidas sin merma de la calidad.
- Actividades que producen impactos que se traducen en pérdida de calidad mientras se ejercitan. Cuando el ejercicio cesa, se recobra el nivel de calidad anterior.
- Actividades que provocan pérdidas irreversibles de calidad ambiental.

Desde otra perspectiva, las actividades o acciones que componen un Proyecto de ingeniería, susceptibles de producir impactos ambientales, se diferencian atendiendo al momento en que se ejecutan. Comúnmente se agrupan en las siguientes etapas o fases: prospección, construcción y funcionamiento. En algunos proyectos cabría también diferenciar además la fase de abandono.

2.4 FACTORES AMBIENTALES

Son los elementos y/o procesos del medio que pueden ser alterados por una actuación o por las acciones de un Proyecto. La legislación vigente contempla los siguientes factores ambientales genéricos: población humana, fauna, flora y vegetación, gea, suelo, agua aire, clima paisaje y Patrimonio Histórico Español.

Para la identificación específica de los factores ambientales afectados por un Proyecto en concreto, es conveniente proceder de una manera sistematizada, descomponiendo el medio afectado en categorías, componentes y elementos y/o procesos. No obstante, en la identificación de los factores ambientales se tendrá en cuenta los siguientes criterios (Gómez Orea, 1992):

- Que sean relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre el estado y funcionamiento del medio.
- Que sean excluyentes, evitando solapamientos y redundancias que puedan dar lugar a repeticiones en la identificación de impactos.
- Que sean medibles/cuantificables, en la medida de lo posible pues muchos de ellos serán intangibles, directamente o indirectamente a través de algún indicador.
- Que sean fácilmente identificables, es decir, de fácil y nítida percepción sobre el campo, mapas o información estadística.

En el capítulo 4 se presenta una clasificación de los factores ambientales que integran el medio litoral.

Las variables que caracterizan a cada factor ambiental pueden ser múltiples, lo que hace inabordable definir el estado de cada una de ellas para poder diagnosticar un



cambio significativo en el factor. Por ello, para estimar la magnitud de un impacto se utilizan solo las variables más sensibles del factor afectado y que pueden medirse de forma cuantitativa (preferentemente) o de forma cualitativa. Estas variables se denominan indicadores de impacto.



Capítulo 3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

3.1 CONCEPTO

La evaluación de Impacto Ambiental constituye un instrumento de la Gestión Ambiental de carácter preventivo. Tiene como finalidad la incorporación de la variable ambiental en la toma de decisiones sobre proyectos con incidencia importante en el medio ambiente. A través de la EIA lo que se pretende es proporcionar al “Decisor” la dimensión ambiental, el “coste ecológico” que conllevaría la realización del mismo. Esta dimensión ecológica debe ser tenida en cuenta en el mismo plano de igualdad que las dimensiones social, económica y técnica.

Para tal fin, la EIA ha tenido que introducirse en dos campos distintos: el científico-técnico y el jurídico-administrativo. Dentro del ámbito científico es donde más ha evolucionado, desarrollando un cuerpo de doctrina conceptual y metodológico para la identificación, predicción y valoración de los impactos ambientales. Dentro del ámbito jurídico se ha reglamentado su aplicación mediante una legislación específica que determina:

- Qué proyectos tienen que ser evaluados.
- El momento o enfoque de la EIA.
- El procedimiento de la EIA.



El procedimiento administrativo de la EIA se fundamenta en la participación de los tres actores implicados en un proyecto:

- Promotor.
- Administración.
- Ciudadanos.

Compete al Promotor la financiación del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto (cuando sea necesario) y a la Administración con competencia en Medio Ambiente la organización del procedimiento de la evaluación del mismo, con el pronunciamiento final sobre la viabilidad del proyecto (Declaración de Impacto Ambiental), a los solos efectos ambientales.

El procedimiento administrativo contempla la participación ciudadana mediante una consulta institucional y mediante alegaciones al EsIA en la fase de exposición pública del mismo.

La Evaluación de Impacto Ambiental puede definirse en los siguientes términos: Procedimiento administrativo que se deriva de una norma jurídica y que tiene por objeto conocer y valorar las alternativas que un proyecto produciría - en el caso de que se llevara a cabo - con el fin de establecer su aceptabilidad, modificación o rechazo por la Administración.

Este procedimiento de EIA finaliza, como se ha indicado, con una Declaración de Impacto Ambiental, que redacta el órgano administrativo con competencia en medio ambiente. La Declaración de impacto ambiental determina la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada. Esta Declaración deberá contener como mínimo lo siguiente:

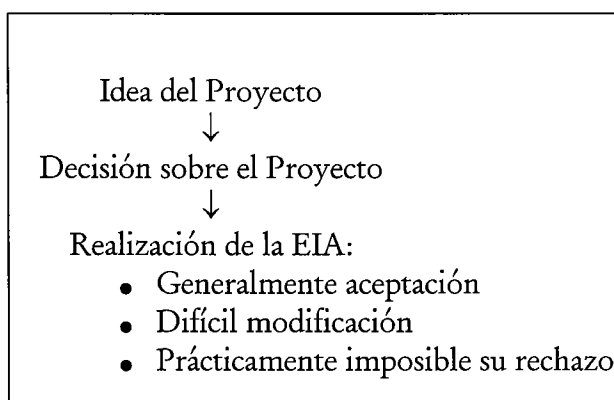
- Resumen del Estudio de Impacto Ambiental.
- Resultado de la consulta a instituciones.
- Resultado de los trámites de información y participación pública.
- Resolución administrativa y el condicionado con que se otorga.

3.2 MOMENTO DE REALIZAR LA EIA

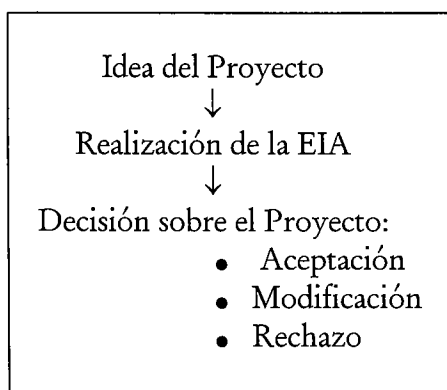
En función del momento en que se realice la EIA en el proceso de toma de decisión sobre un proyecto, son posibles los siguientes tres enfoques (Gómez Orea, 1992):



- Enfoque reactivo: cuando la EIA se sitúa después de haber decidido la ejecución del proyecto. Es una práctica no recomendable. No es esta la manera correcta de considerar la variable ambiental en la toma de decisión, puesto que en la práctica resulta difícil la modificación del proyecto para su mejor adecuación ambiental y totalmente imposible su rechazo. Este enfoque pasa por las siguientes fases:



- Enfoque semiadaptativo: cuando la EIA se sitúa antes de decidir la aceptación y ejecución del proyecto. Este es el enfoque que recoge la vigente legislación española y la Unión Europea. Las fase de este enfoque son:

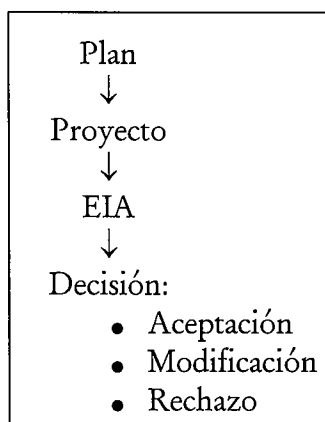


Sin embargo, es frecuente que en la selección de alternativas no se tenga en cuenta a la dimensión ambiental. Se redacta el proyecto constructivo de la alternativa finalmente seleccionada con criterios técnicos y económicos y se somete a la EIA.

- Enfoque adaptativo: este enfoque considera que todo proyecto debe estar contemplado en un plan previo, en su normativa o en su programa de actuaciones y,



por tanto, o bien se encuentra ambientalmente integrado o el Plan especificará, en su caso, el alcance y contenido de la EIA, orientándola hacia los aspectos más importantes o conflictivos. En este caso, las fases del proceso de toma de decisiones son las siguientes:



3.3 MARCO LEGISLATIVO DE LA EIA

La normativa sobre EIA se encuentra regulada por una legislación específica que determina los tipos de proyectos que deben someterse a ella, el contenido y alcance de los estudios de impacto y el procedimiento administrativo para realizar la evaluación ambiental.

Además de esta legislación específica, se cuenta con una legislación de carácter sectorial que puede obligar a someter a un proyecto al procedimiento de EIA.

Por el ámbito territorial, la legislación sobre EIA puede estar dictada por:

- La Unión Europea.
- El Estado Español.
- Las Comunidades Autónomas.

En la Tabla 2 se clasifican los proyectos ejecutables en la franja costera, atendiendo al ámbito de aplicación de la normativa ambiental, señalando la modalidad de procedimiento a que está sometido cada uno de los mismos, en función de la norma que los regula: estatal, autonómica, específica o sectorial.

Según la legislación específica, el procedimiento administrativo de EIA lo realiza el órgano administrativo de medio ambiente, definiendo como tal al órgano que ejerza



estas funciones en la Administración Pública donde reside la competencia sustantiva para la realización o autorización del proyecto.

3.3.1 Legislación específica en la Unión Europea

La Directiva 85/337/CEE, sobre evaluación de los impactos sobre el medio ambiente de ciertas obras públicas y privadas (JOCE nº L175, de 5 de julio de 1985), establece el marco jurídico en la Unión Europea. Su proceso de elaboración se inició con una propuesta de la Comisión al Consejo el 16 de junio de 1980. En los programas de acción comunitario sobre medio ambiente II y III se insiste en la necesidad de la prevención de los problemas, indicándose que el procedimiento más adecuado para la identificación y prevención de los daños en el medio ambiente es la Evaluación de Impacto Ambiental.

El ámbito que establece esta Directiva es el de los proyectos públicos y privados que puedan tener una incidencia notable sobre el medio ambiente y exceptúa los proyectos relacionados con la defensa nacional y los aprobados por un acto legislativo específico.

Comprende 14 artículos y tres anejos. El anejo I incluye la lista de proyectos que deberán ser sometidos a EIA y el anejo II la lista de proyectos para los que se recomienda la evaluación cuando los Estados miembros consideren que sus características los exigen. El anejo III incluye el contenido de la información que debe aportar el responsable del proyecto.

Esta normativa ha sido modificada por la Directiva 97/11/CEE, de 3 de marzo de 1999. Los países miembros tienen un plazo de dos años para realizar la transposición de la misma. Las principales modificaciones que introduce esta nueva Directiva se refieren a la incorporación de nuevas actividades al anejo I, que sistemáticamente deben ser sometidos a EIA, y en el Anejo II, para las que se define un sistema de selección previo para determinar en que casos deben ser objeto de sometimiento a EIA. Además, se refuerza las disposiciones relativas a la evaluación de impacto sobre el medio ambiente en un contexto transfronterizo de acuerdo con el Convenio sobre la materia firmado por la Comunidad el 25 de febrero de 1991.

3.3.2 Legislación específica en el Estado Español

El marco legal sobre las Evaluaciones de Impacto Ambiental en el Estado Español se establece en el Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, y en el Real Decreto 1131/88, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo anterior.



El citado Real Decreto Legislativo se promulgó en uso de la potestad delegada al Gobierno por la Ley 47/1985, de 27 de diciembre, de Bases de Delegación al Gobierno para la aplicación del derecho de las Comunidades Europeas, siendo la transposición al derecho interno español de la Directiva 85/337/CEE.

Los contenidos básicos de la normativa estatal son:

- Tipo de actuaciones o proyectos afectados.
- Autoridad que emite el dictamen
- Definición previa del contenido que debe tener el Estudio de Impacto Ambiental
- Participación pública y Procedimiento Administrativo de E.I.A.
- Contenido del Estudio de Impacto ambiental.

En los apartados siguientes se enumeran y se comentan los tipos de proyectos afectados por esta legislación y las etapas que componen el procedimiento administrativo de EIA. De esta normativa emanan conceptos específicos, cuyo manejo ha de ser fluido y bien entendido por los técnicos en esta materia.

3.3.2.1. Tipos de proyectos sometidos a procedimiento de E.I.A

En general, son proyectos de construcción de magnitudes importantes, quedando los de menor magnitud regulados por las normativas específicas de cada Comunidad Autónoma. Las actuaciones y actividades en el litoral contempladas por esta normativa estatal son los siguientes:

- Vías navegables y puertos de navegación interior que permitan el acceso a barcos superiores a 1.350 toneladas de desplazamiento en estado de máxima carga.
- Puertos comerciales
- Puertos deportivos

3.3.2.2. Procedimiento administrativo

El procedimiento de EIA se inicia con la presentación por el titular del proyecto o promotor de una Memoria-resumen¹ del proyecto que pretende realizar, ante los órganos ambiental² y con competencia sustantiva³ sobre la materia (Fig. 3.1).

¹ MEMORIA RESUMEN del Proyecto: Es el documento donde se recogen las características más significativas del Proyecto o actividad que se pretende realizar. Se envía por el promotor al Órgano



El órgano ambiental, después de realizar las consultas y estudios pertinentes, comunica al promotor los aspectos significativos que deben ser tenidos en cuenta en la redacción del Estudio de Impacto Ambiental.

El promotor debe presentar el proyecto que pretende realizar y el Estudio de Impacto Ambiental ante el órgano con competencias sustantivas por razón de la materia, quien somete dicho Estudio al trámite de información pública, conjuntamente con el proyecto, siempre y cuando este trámite esté previsto en la legislación sectorial que le afecte. En caso de no ser así, es el Órgano donde resida la competencia en medio ambiente el encargado de realizar este trámite de exposición pública.

El Órgano ambiental, considerando las alegaciones, las observaciones realizadas en el período de información pública y el contenido del correspondiente EsIA, formula la Declaración de Impacto Ambiental.

Ambiental y al órgano con competencias sustantivas sobre la materia para iniciar el procedimiento de la E.I.A.

² ORGANISMO AMBIENTAL: También denominado Autoridad Ambiental, es el organismo de la Administración responsable de dictaminar sobre el impacto ambiental que produce un Proyecto, plan o actividad. Debe ser distinto del que tenga las competencias sustantivas. El Organismo Ambiental que ha de intervenir en una actuación concreta será el de la Administración del Estado, si es ésta la que tiene también las competencias sustantivas sobre la materia objeto de la actuación, o será el de la Comunidad Autónoma en la que la actuación se localiza en caso contrario. Así pues, aunque la obligación de someterse a E.I.A. para una actividad o Proyecto proceda de la legislación estatal, el Órgano Ambiental puede ser el de la Comunidad Autónoma respectiva, si es ésta quien tiene las competencias sustantivas sobre la materia de que se trata.

³ AUTORIDAD COMPETENTE SUSTANTIVA: Aquella que, conforme a la legislación aplicable al Proyecto de que se trate, ha de conceder la autorización para su realización.

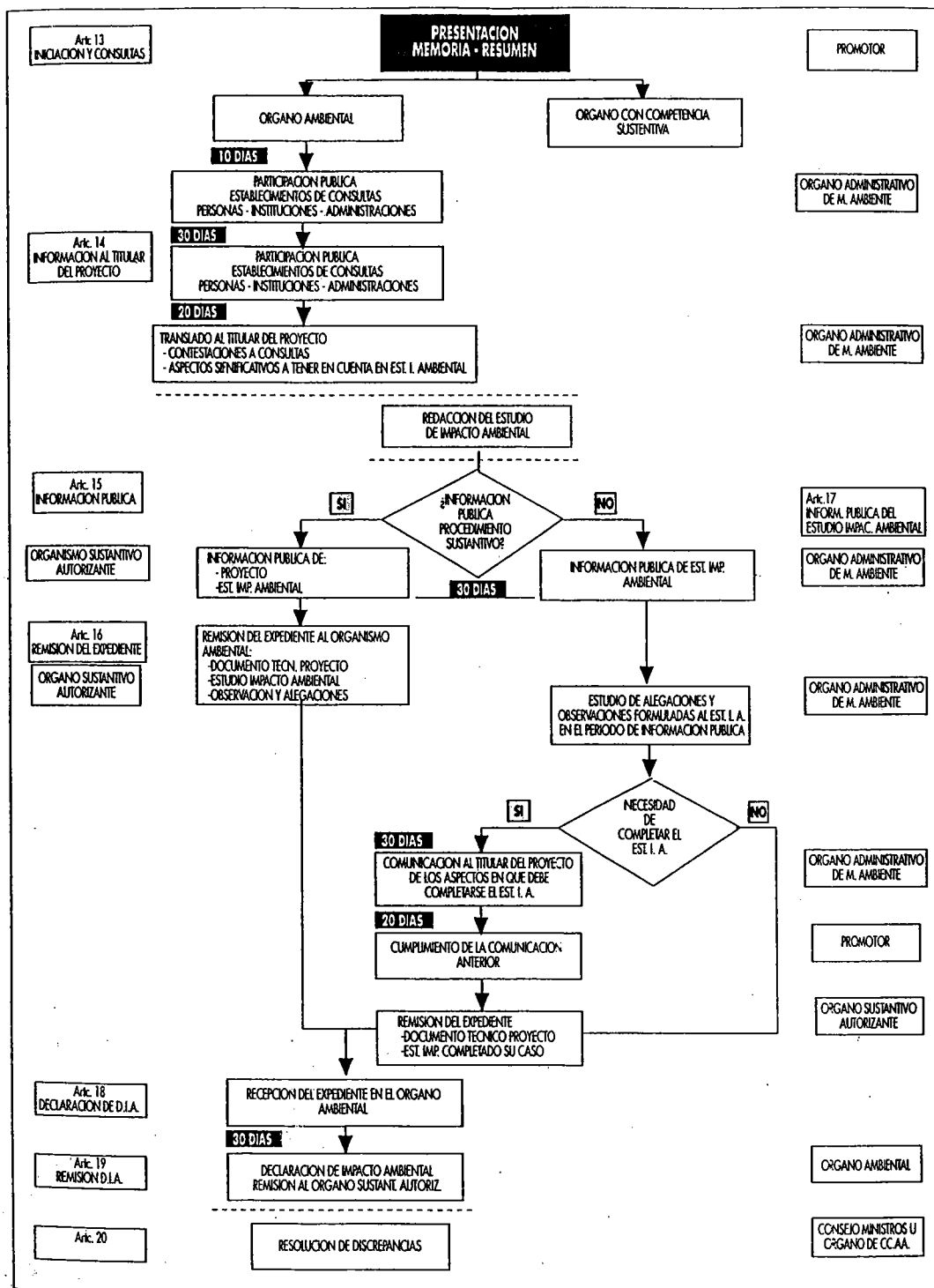


Figura 3.1. Esquema del procedimiento administrativo de evaluación de impacto ambiental (según guías de la Dirección General de Medio Ambiente)



La Declaración de Impacto Ambiental se remite al órgano con competencia sustantiva por razón de la materia y se publica en el Diario Oficial. Esta misma administración será la encargada de comunicar al peticionario el contenido de la Declaración de Impacto Ambiental.

3.3.2.3. Contenidos del estudio de impacto ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental debe contener, al menos, información sobre los siguientes aspectos:

- Descripción del proyecto y sus acciones.
- Examen de alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.
- Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en sus alternativas.
- Selección de la alternativa óptima desde el punto de vista técnico, ambiental y presupuestario.
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.

3.3.3 Legislación específica en las Comunidades Autónomas

La transposición de la normativa específica estatal sobre evaluaciones de impacto ambiental a la legislación de las Comunidades Autónomas ha dado lugar a una diversificación de las formas en las que se puede encontrar definida la obligatoriedad de realizar un EsIA o de iniciar un procedimiento igual o similar al de E.I.A. La multiplicidad no solo se queda en la forma legal sino también en el tipo de procedimiento aplicable y en la denominación asignada por cada Comunidad Autónoma, tanto al procedimiento administrativo como al tipo de EsIA a realizar o la Declaración de Impacto Ambiental. En la Tabla 2 se ha tratado de reunir los proyectos de ingeniería costera que están obligados a someterse al procedimiento de evaluación, indicándose la norma que lo regula, Órgano donde reside la competencia en Medio Ambiente, la modalidad del procedimiento administrativo y la denominación específica del estudio ambiental.



PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, ESTUDIOS Y NORMAS QUE LOS REGULAN APLICABLES A OBRAS DE INGENIERÍA COSTERA				
ÁMBITO DE APLICACIÓN	PROYECTOS EN EL LITORAL	MODALIDAD DE PROCEDIMIENTO Y TIPO DE ESTUDIO	NORMA QUE LO REGULA	ÓRGANO AMBIENTAL
TODO EL ESTADO ESPAÑOL	<ul style="list-style-type: none"> * Vías navegables y puertos de navegación interior que permitan el acceso a barcos superiores a 1.500 toneladas de desplazamiento en estado de máxima carga * Puertos comerciales * Puertos deportivos * Ocupación o utilización del dominio público marítimo-terrestre por actividades que puedan producir una alteración importante del mismo. * Proyectos de ampliación que modifiquen sustancialmente la configuración y los límites exteriores de los puertos estatales * Toda ejecución de obras de dragado que se realicen en el dominio público portuario * Dragados para la ampliación o modificación de puertos 	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental) * Idem. * Idem. * Estudio de la Incidencia Ambiental en el Dominio Público Marítimo-Terrestre. * Evaluación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental) * Estudio de evaluación de sus efectos sobre la sedimentología litoral, la dinámica litoral, la biosfera submarina y sobre la posibilidad de localización de restos arqueológicos * Idem 	<ul style="list-style-type: none"> * R.D.L. 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental y R.D. 1151/1986, que desarrolla su Reglamento * Idem * Idem * R.D. 1421/1983 que desarrolla el Reglamento de la Ley de Costas (Art.85) * Ley 27/1992 de 24 de noviembre de Puertos del Estado y de la Marina Mercante * Idem * Idem 	<ul style="list-style-type: none"> * Dirección General de Evaluación de Impacto Ambiental de la Secretaría General de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente). * Idem * Idem * Dirección General de Costas de la Secretaría de Estado de aguas y Costas (Ministerio de Medio Ambiente) * Autoridad Portuaria (Ministerio de Fomento) * Autoridad Portuaria y Administración competente en materia de Pesca y Arqueología * Idem
ANDALUCÍA	<ul style="list-style-type: none"> * Obras marítimo-terrestres, tales como: diques, emisarios submarinos, espigones y similares * Actividades de relleno, drenaje y desecación de zonas húmedas * Puertos pesqueros * Puertos de navegación interior * Canalización y regulación de cursos de agua * Actuaciones que requieran Calificación Ambiental, cuando se desarrollen total o parcialmente en terrenos de dominio público de titularidad estatal o autonómica, así como las que se pretendan ejecutar en suelo no urbanizable en los espacios naturales protegidos 	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental) * Idem * Idem * Idem * Informe Ambiental * Informe Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> * Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental * Idem * Idem * Idem * Idem * Idem 	<ul style="list-style-type: none"> * Agencia de Medio Ambiente, de la Consejería de Cultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía * Idem * Idem * Idem * Idem * Idem



ASTURIAS	<ul style="list-style-type: none"> * Canalizaciones y encauzamientos * Defensa de márgenes * Relleno, desecación y/o impermeabilización de zonas húmedas * Actividades y proyectos de desarrollo turístico * Inversiones financiadas total o parcialmente con fondos públicos en espacios protegidos o a proteger * Puertos comerciales o industriales 	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluación Preliminar de Impacto Ambiental (Estudio preliminar de Impacto Ambiental) * Idem * Idem * Idem * Idem 	<ul style="list-style-type: none"> * Ley 1/87, de 30 de marzo, de Coordinación y Ordenación Territorial desarrollada por el Decreto 11/91 de Directrices Regionales de Ordenación del Territorio; y Ley 3/1991, de 5 de abril, de Protección de los Espacios Naturales del Principado de Asturias * Idem * Idem * Idem * Idem 	<ul style="list-style-type: none"> * Consejería de Medio Ambiente y Urbanismo del Principado de Asturias * Idem * Idem * Idem * Idem
BALEARES	<ul style="list-style-type: none"> * Puertos deportivos con capacidad para 100 o más embarcaciones * Faros y balizas 	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluación de Impacto Ambiental Detallada (Estudio de Impacto Ambiental Detallado) 	<ul style="list-style-type: none"> * Decreto 4/1986, de 23 de enero, de implantación y regulación de los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> * Comité de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comisión Balear de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares
CANARIAS	<ul style="list-style-type: none"> * Diques y playas artificiales * Apertura de pistas mayores de 2 Km y asfaltado o remodelado de pistas preexistentes en tramos superiores a 3 Km, cuando se localicen en áreas de sensibilidad ecológica * Puertos deportivos con capacidad inferior a 100 embarcaciones * Zonas recreativas con capacidad mayor de 200 personas, si se localizan en áreas de sensibilidad ecológica * Todo proyecto de obras y trabajos financiado total o parcialmente con fondos de la Hacienda Pública Canaria, salvo en suelo urbano * Todo proyecto o actividad objeto de autorización administrativa que vaya a realizarse en áreas de sensibilidad ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental) * Evaluación Detallada de Impacto Ecológico (Estudio Detallado de Impacto Ecológico) * Idem * Idem * Idem * Idem * Evaluación Básica de Impacto Ecológico (Estudio Básico de Impacto Ecológico) * Idem 	<ul style="list-style-type: none"> * Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico * Idem * Idem * Idem * Idem * Idem * Idem 	<ul style="list-style-type: none"> * Comisión de Urbanismo y Medio Ambiente de Canarias (CUMAC) * Consejería competente en materia de conservación de la naturaleza, o la CUMAC si afecta a un área de sensibilidad ecológica * Idem * Idem * Idem * Idem * Organismo administrativo promotor o con competencias sustantivas, o la CUMAC cuando afecten a un área sensible * Idem



<p>* Construcción y/o ampliación de puertos de refugio y de pesca que no sean de interés general, siempre que la ampliación exceda de su delimitación actual y suponga una ganancia de terrenos al mar superior al 3% de su superficie actual</p> <p>* Construcción y/o ampliación de puertos deportivos siempre que la ampliación exceda de su delimitación actual y suponga una ganancia de terrenos al mar superior al 5% de su superficie actual</p> <p>* Toda actuación pública o privada que pueda suponer una alteración física notable o pérdida de los valores naturales, culturales, científicos o educativos de los valores naturales protegidos de Cantabria o a proteger</p> <p>* Obras de canalización y/o regulación de cursos de agua, cuando discurren en terrenos seminaturales, naturales o incultos, clasificados como suelo no urbanizable</p> <p>* Rellenos, desecación e impermeabilización de zonas húmedas</p> <p>* Faros y balizas</p> <p>* Dragados</p> <p>* Realización de obras de regeneración y defensa de la costa</p> <p>* Recuperación de tierras al mar</p> <p>* Instalaciones deportivas y áreas recreativas impulsadas por el desarrollo turístico</p> <p>* Emisarios submarinos y su ampliación</p>	<p>* Evaluación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental)</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Informe de Impacto Ambiental</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>	<p>* Decreto 50/1991, de 20 de abril, de evaluación de impacto ambiental, para Cantabria</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>	<p>* Consejería de Ecología, medio Ambiente y Ordenación del Territorio</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>
<p>* Obras de canalización y regulación de cursos de agua, cuando se localicen en los espacios del Plan de Espacios de Interés Natural</p> <p>* Diques y otras actuaciones de defensa y regeneración del dominio público marítimo-terrestre, siempre que el presupuesto por contrato exceda de 300 millones de pesetas</p> <p>* Recuperación de territorios al mar, cuando se localicen en los espacios del Plan de Espacios de Interés Natural</p> <p>* Puertos pesqueros</p> <p>* Puertos deportivos</p> <p>* Complejos recreativos y deportivos cuando se localicen en los espacios del Plan de Interés Natural</p> <p>* Todas las obras e instalaciones que puedan perjudicar notoriamente a los valores preservados en los espacios naturales protegidos de acuerdo con la Ley 12/83 de espacios naturales</p>	<p>* Evaluación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental)</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>	<p>* Decreto 114/1988, de 7 de abril, de Evaluación de Impacto Ambiental</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>	<p>* Comisión de Industrias y Actividades Clasificadas, adscrita al Departamento de Medio Ambiente</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>



<p>COMUNIDAD VALENCIANA</p>	<p>* Vías navegables cuyo itinerario discurre íntegramente en el territorio de la Comunidad Valenciana</p> <ul style="list-style-type: none"> * Transporte de agua por tubería de nueva construcción, cuando discurren por terrenos seminaturales, naturales o incultos clasificados como suelo no urbanizable * Obras de canalización y/o regulación de cursos de agua, cuando discurren en terrenos seminaturales, naturales o incultos, clasificados como suelo no urbanizable * Obras de regeneración y defensa de la costa * Construcción y/o ampliación de puertos deportivos siempre que la ampliación exceda de su delimitación actual y suponga una ganancia de terrenos al mar superior al 5% de su superficie actual * Construcción y/o ampliación de puertos de refugio y de pesca que sean de interés general, siempre que la ampliación exceda de su delimitación actual y suponga una ganancia de terrenos al mar superior al 5% de su superficie actual 	<p>* Evaluación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental)</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Estimación de Impacto Ambiental (Estudio de Impacto Ambiental)</p>	<p>* Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalidad Valenciana, de Impacto Ambiental y Decreto 162/1990, de 13 de octubre, del Consell de la Generalidad Valenciana, por el que se aprueba su reglamento</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>	<p>* Dirección General de Calidad Ambiental, de la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalidad Valenciana</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p> <p>* Idem</p>
<p>GALICIA</p>	<p>* Las modificaciones o ampliaciones de proyectos que figuren en el anexo del Decreto 442/1990 (son los mismos que el R.D. 1131/1988 estatal) y cuyo proyecto inicial haya sido objeto de declaración</p>	<p>* Evaluación de Efectos Ambientales (Estudio de Efectos Ambientales)</p>	<p>* Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental para Galicia</p>	<p>* Comisión Gallega de Medio Ambiente, adscrita a la Presidencia de la Xunta Gallega</p>

Tabla 2. Comparación del marco legal aplicable a las obras de ingeniería costera en las comunidades autónomas



Lógicamente, solo se incluyen las CCAA que tienen territorio costero, en las cuales cabe la aplicación de este Documento de Referencia. Debido a la intensa incorporación de normativa medioambiental, tanto en la Unión Europea como en el Estado y en las Comunidades Autónomas, esta Tabla tiene sólo un valor de referencia y deberá ser actualizada periódicamente. Máxime si se tiene en cuenta que para el año 1999 se ha de tener aprobada la transposición al derecho interno español de la Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997.

3.3.3.1. Las diferencias en los tratamientos de las Comunidades Autónomas

Tras el repaso de los procedimientos de EIA, estudios y normas que los regulan en cada Comunidad Autónoma aplicables a obras de ingeniería costera, se pueden apuntar los siguientes comentarios:

- De las once comunidades autónomas que integran la línea de costa española, nueve son las que regulan mediante normativas específicas o sectoriales la aplicación del procedimiento de EIA a obras de ingeniería costera. Quedan excluidos de tal procedimiento todos aquellos proyectos en el litoral diferentes a los recogidos en la legislación estatal realizables en las comunidades autónomas de Murcia, Ceuta y Melilla.
- La aplicación del procedimiento de EIA es desigual para las comunidades autónomas que lo contemplan, mientras algunas comunidades lo aplican a proyectos en el litoral de magnitudes variables, otras solo lo aplican a proyectos de gran envergadura (Baleares y Galicia).
- La creación de playas artificiales solo está contemplada por la Comunidad Autónoma de Canarias.
- La modalidad de procedimiento varía para cada Comunidad Autónoma y dentro de cada una, generalmente es diferente en función de la envergadura del proyecto a evaluar. Los proyectos recogidos en el anexo del R.D.L. 1302/86 mantienen el procedimiento de evaluación de impacto ambiental común a dicho decreto. Será para los proyectos incorporados por cada Comunidad donde se incorpora la particularidad territorial de procedimiento. Así, se encuentra una diversidad de procedimientos y tipologías de estudios bastante amplia: evaluaciones de impacto ambiental, informe ambiental, evaluación preliminar de impacto ambiental, evaluación de impacto ambiental detallada, evaluación detallada de impacto ecológico, evaluación básica de impacto ecológico, informe de impacto ambiental, estimación de impacto ambiental y evaluación de efectos ambientales. Como se puede comprobar, existen nueve modalidades diferentes de procedimiento de



evaluación de los impactos ambientales de un proyecto de ingeniería costera. Como ya ha sido indicado, en la Tabla 2. se puede encontrar para cada Comunidad y tipo de proyecto la norma que regula el procedimiento y el tipo de estudio de impacto ambiental que hay que realizar. En García Álvarez (1994) se puede encontrar un análisis más detallado de todas las normativas autonómicas específicas y sectoriales.

- La denominación de los estudios e informes correspondientes a los anteriores procedimientos también son diferentes y generalmente se suelen adaptar a la denominación del procedimiento.
- En cuanto a las normas que regulan dicho procedimiento también son variables: desde normativas autonómicas específicas de EIA hasta normativas sectoriales que incorporan la aplicación del procedimiento de EIA a determinados proyectos de ingeniería costera, tales como la ley de Coordinación y Ordenación Territorial del Principado de Asturias.
- Los órganos ambientales encargados de emitir el dictamen final sobre la viabilidad ambiental del proyecto, son las Agencias, Consejerías, Comités, Comisiones y Direcciones con competencias reconocidas en Medio Ambiente.

3.3.3.2. Modalidades de estudios de impacto ambiental

Como se ha podido comprobar, los tipos de estudios que contemplan las distintas normativas autonómicas son muy variados. Atendiendo a su grado de detalle, los que más comúnmente se manejan son los que a continuación se enumeran:

- Informe de Impacto Ambiental
- Estudio Preliminar de Impacto Ambiental
- Estudio Simplificado de Impacto Ambiental
- Estudio Detallado de Impacto Ambiental

Aunque las denominaciones sean iguales o similares a las asignadas a los estudios que componen la Gestión Integral de Proyectos, los estudios ambientales que se contemplan en las legislaciones tienen generalmente una aplicación finalista, es decir, se realizan cuando el Proyecto de obra ya está diseñado.

• Informe de Impacto Ambiental

Son documentos donde se recoge una valoración sencilla y cualitativa de la incidencia de un plan o proyecto sobre el medio ambiente. Aplicable en aquellos planes o proyectos que por sus características se presume van a producir una incidencia ambiental baja. No obstante, resulta conveniente la



elaboración del informe para tener en cuenta en la ejecución del proyecto pequeñas incidencias ambientales que pudieran, por sinergia, desembocar en afecciones de mayor significado. Si tras esta evaluación resultasen impactos ambientales inaceptables, se debería proceder a la realización de un Estudio Simplificado de Impacto Ambiental.

- **Estudio Preliminar de Impacto Ambiental**

Es un estudio que se realiza siguiendo la metodología de una evaluación detallada, pero con la profundidad que permite la información existente en cuanto al medio y a las interacciones proyecto-medio. Su utilización es interesante para seleccionar alternativas, así como para decidir si es necesaria una evaluación posterior, detallada o simplificada, y para definir, asimismo, el contenido de éstas.

- **Estudio Simplificado de Impacto Ambiental**

Son estudios que teniendo un mismo desarrollo y contenido que un estudio detallado de impacto ambiental se realizan con una grado de profundización menor. Procede su realización en aquellos proyectos en los que habiéndose realizado un Informe de Impacto Ambiental existen dudas acerca de la aceptabilidad del proyecto.

- **Estudio Detallado de Impacto Ambiental**

Es aquel que procede realizar en el caso de proyectos de gran incidencia ambiental. Su realización deberá llevarse a cabo con el mayor grado de profundización posible. También procede la realización de este tipo de estudio cuando después de haber realizado una Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental existen dudas acerca de la aceptabilidad del proyecto.

3.3.4 Legislación sectorial

Las evaluaciones de impacto ambiental y estudios sobre las repercusiones ambientales de los proyectos localizados en el dominio costero se han regulado en dos legislaciones sectoriales, ambas promulgadas con posterioridad al Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental y al Reglamento que lo desarrolla. A continuación, se comenta brevemente algunos de los aspectos contemplados por cada una de éstas.

3.3.4.1.- *Legislación sobre costas*

La Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas se aprobó para poner fin a la degradación del litoral. A través de esta Ley se protege de manera muy especial la zona más delicada y frágil de la costa: el dominio público marítimo-terrestre, cuyos límites



quedan definidos en el art. 3 de la Ley de Costas y del Reglamento que la desarrolla. Intenta incidir sobre los casos que negativamente influían sobre una costa cada vez más deteriorada, mediante el desarrollo del mandato constitucional para la regulación de los bienes de dominio público⁴.

Para ello define el dominio público marítimo terrestre añadiendo a los que explícitamente identifican el artículo 132.2 de la constitución, aquellos otros que incorpora en virtud de lo previsto en el punto 1 del mismo precepto.

También en el punto 1 del mismo artículo declara como bienes de dominio público aquellos para los que las leyes establezcan este carácter. Asimismo, recoge los principios del artículo 45 de la carta Magna en cuanto el derecho de todos a disfrutar en un medio ambiente adecuado, el deber de conservarlo, así como el deber de los poderes públicos de proteger y mejorar la calidad de vida, sancionando, penal o administrativamente a los que infrinjan estas normas de conducta y obligando a reparar el daño causado.

De otro lado, la Ley tiene en cuenta los criterios contenidos en la Recomendación 29/19743 del Consejo de Europa sobre protección de las zonas costeras y en la Carta del Litoral de 1981 de la Comunidad Económica Europea, entre otros planes y programas de la misma (Montoya, 1995).

En relación con esta Ley, se destacan los artículos que están relacionados con la protección del medio ambiente, el impacto ambiental y la competencia legislativa en razón de la titularidad de la zona portuaria.

Según su art.2, dentro de los fines de la administración competente en materia de Costas, se encuentra *"asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección y restauración necesarias"* así como, *"regular la utilización racional de estos bienes en términos acordes con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico"*.

De forma clara y específica, establece en su artículo 42.1 y 42.2 que *"cuando las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo-terrestre, se requerirá además una previa evaluación de sus efectos sobre el mismo"*. Este precepto se recoge y amplía ligeramente en el Reglamento de la Ley de Costas, en su artículo 85.3: *"La evaluación comprenderá el estudio de la incidencia de las actividades proyectadas sobre el dominio público marítimo-terrestre, tanto durante su*

⁴ El artículo 132 de la constitución Española remite a la ley para regular el régimen jurídico de los bienes de dominio público, que en todo caso son inalienables, imprescindibles e inembargables. Asimismo dicho precepto otorga el carácter de bienes de dominio público a la zona marítimo-terrestre, las playas, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica y de la plataforma continental.



ejecución como durante su explotación, debiendo incluir, en su caso, las medidas correctoras necesarias". Además, y según el art. 89.d en el estudio económico-financiero que acompaña al proyecto se deberán incluir "los costes derivados de las medidas correctoras a imponer, así como los gastos derivados del plan de seguimiento para la comprobación de la efectividad de dichas medidas".

Por otra parte, la Ley exige que las construcciones en las servidumbres de tránsito y protección, y en la zona de influencia, se adapten al entorno y así prevenir efectos negativos (Fig. 3.2 y Fig. 3.3).

Estas consideraciones ambientales se plasmarán en la entrega, por parte del promotor de un proyecto en el litoral, de un Estudio de la Incidencia Ambiental en el Dominio Público Marítimo-Terrestre, que acompañará al mencionado proyecto de Obra. La regulación de dicho Estudio se recoge en los artículos mencionados de la Ley de Costas y su Reglamento. Sin embargo, estos artículos no definen el contenido del Estudio, por lo que puede seguirse para su elaboración el contenido definido para el Estudio de Impacto Ambiental por el R.D. 1131/1988.

El Estudio de la Incidencia Ambiental se presenta, junto con el proyecto correspondiente, ante la Administración competente para otorgar la ocupación o utilización del dominio público marítimo-terrestre, según el tipo de ocupación o uso.

Otras consideraciones que incorpora esta misma reglamentación son las de carácter ambiental, territorial y de la dinámica marina que se recogen en los siguientes artículos de la Ley de Costas:

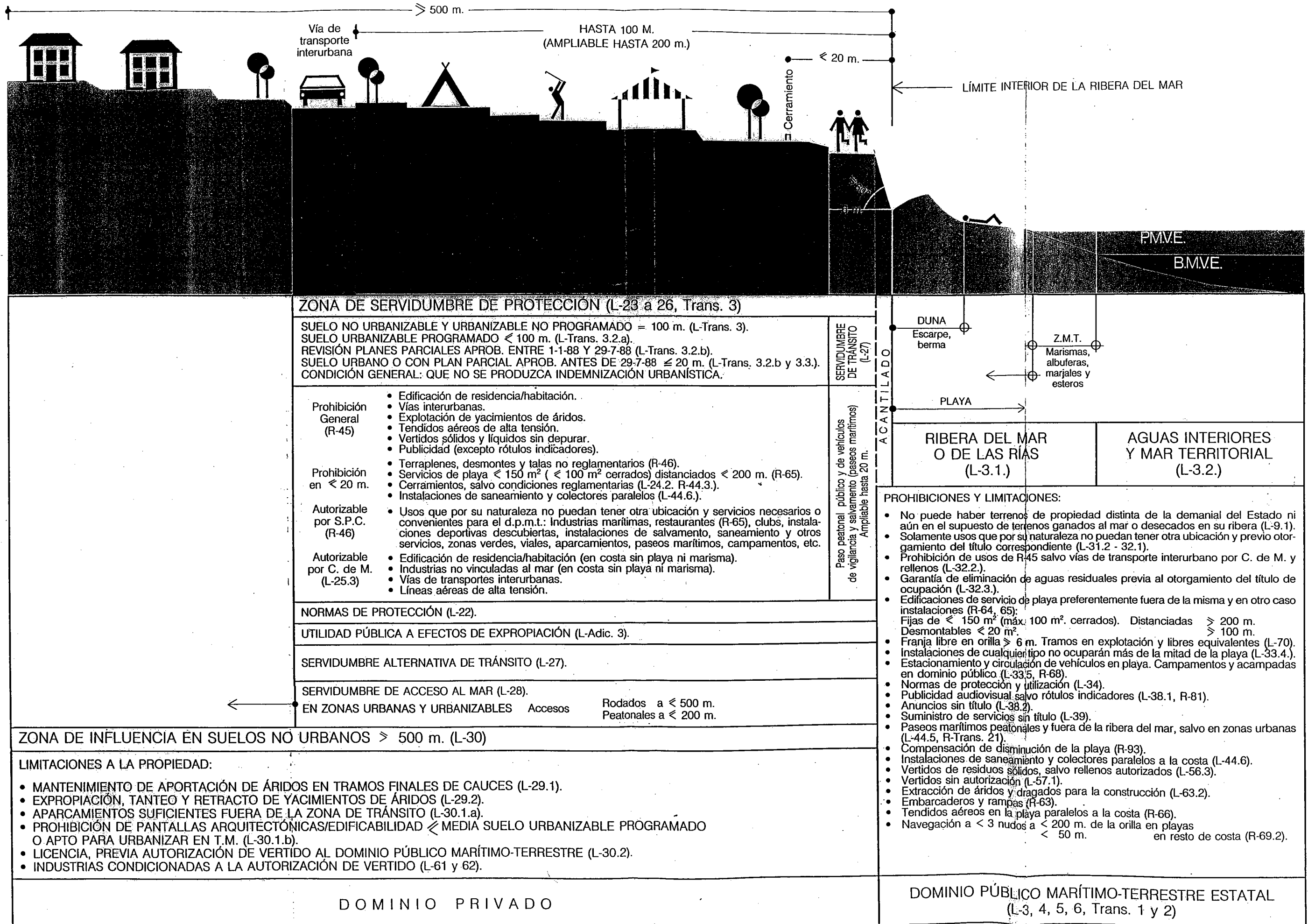
* Artículo 44

2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta.

DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE ESTATAL	ZONA DE TRÁNSITO	ZONA DE PROTECCIÓN	ZONA DE INFLUENCIA
<p>USOS PERMITIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Acceso público y gratuito para usos comunes: paseo, estancia, baño,... ● Actividades e instalaciones que por su naturaleza no puedan tener otra ubicación. 	<p>USOS PERMITIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Paso peatonal público y de vehículos de vigilancia y salvamento (paseos marílimos). 	<p>USOS PERMITIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Zonas verdes: áreas de juego, de pícnic... ● Instalaciones deportivas descubiertas. ● Instalaciones necesarias para el uso de la costa: aparcamientos, servicios públicos... ● Acampadas. ● actividades que por su naturaleza no puedan tener otra ubicación. 	<p>RECOMENDACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Evitar las pantallas arquitectónicas. ● Evitar la acumulación de volúmenes: edificabilidad no superior a la media de todo el municipio. ● Previsión de reserva de suelo para para aparcamientos y equipamientos al servicio del usuario de la costa.
<p>USOS PROHIBIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Residenciales de todo tipo. ● Estacionamiento y circulación de vehículos. ● Tendidos eléctricos aéreos. ● Publicidad. ● Vertidos sin depurar. ● Acampadas. ● Explotación de yacimientos de áridos: arena, grava.. 	<p>USOS PROHIBIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Obstrucción a el paso público peatonal. 	<p>USOS PROHIBIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Residencia en todas sus modalidades. ● Carreteras de más de 500 vehículos al día. ● Tendidos eléctricos aéreos. ● Publicidad. ● Vertidos sin depurar. ● Explotación de yacimientos áridos. 	

Figura V2.C.3.2. Limitaciones a los usos y construcciones en las zonas afectadas por la Ley 22/1988 de Costas.

DOMINIO PÚBLICO, SERVIDUMBRES Y LIMITACIONES A LA PROPIEDAD PRIVADA



ZONA DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN (L-23 a 26, Trans. 3)	
SUELO NO URBANIZABLE Y URBANIZABLE NO PROGRAMADO = 100 m. (L-Trans. 3). SUELO URBANIZABLE PROGRAMADO < 100 m. (L-Trans. 3.2.a). REVISIÓN PLANES PARCIALES APROB. ENTRE 1-1-88 Y 29-7-88 (L-Trans. 3.2.b). SUELO URBANO O CON PLAN PARCIAL APROB. ANTES DE 29-7-88 < 20 m. (L-Trans. 3.2.b y 3.3.). CONDICIÓN GENERAL: QUE NO SE PRODUZCA INDEMNIZACIÓN URBANÍSTICA.	
Prohibición General (R-45)	<ul style="list-style-type: none"> Edificación de residencia/habitación. Vías interurbanas. Explotación de yacimientos de áridos. Tendidos aéreos de alta tensión. Vertidos sólidos y líquidos sin depurar. Publicidad (excepto rótulos indicadores).
Prohibición en < 20 m.	<ul style="list-style-type: none"> Terraplenes, desmontes y talas no reglamentarios (R-46). Servicios de playa < 150 m² (< 100 m² cerrados) distanciados < 200 m. (R-65). Cerramientos, salvo condiciones reglamentarias (L-24.2. R-44.3.). Instalaciones de saneamiento y colectores paralelos (L-44.6.).
Autorizable por S.P.C. (R-46)	<ul style="list-style-type: none"> Usos que por su naturaleza no puedan tener otra ubicación y servicios necesarios o convenientes para el d.p.m.t.: Industrias marítimas, restaurantes (R-65), clubs, instalaciones deportivas descubiertas, instalaciones de salvamento, saneamiento y otros servicios, zonas verdes, viales, aparcamientos, paseos marítimos, campamentos, etc.
Autorizable por C. de M. (L-25.3)	<ul style="list-style-type: none"> Edificación de residencia/habitación (en costa sin playa ni marisma). Industrias no vinculadas al mar (en costa sin playa ni marisma). Vías de transportes interurbanas. Líneas aéreas de alta tensión.
NORMAS DE PROTECCIÓN (L-22).	
UTILIDAD PÚBLICA A EFECTOS DE EXPROPIACIÓN (L-Adic. 3).	
SERVIDUMBRE ALTERNATIVA DE TRÁNSITO (L-27).	
SERVIDUMBRE DE ACCESO AL MAR (L-28).	
EN ZONAS URBANAS Y URBANIZABLES	Accesos Rodados a < 500 m. Peatonales a < 200 m.

<p>SERVIDUMBRE DE TRÁNSITO (L-27)</p> <p>Paso peatonal público y de vehículos de vigilancia y salvamento (paseos marítimos) Ampliable hasta 20 m.</p>	
<p>RIBERA DEL MAR O DE LAS RÍAS (L-3.1)</p> <p>DUNA Escarpe, berma</p> <p>PLAYA</p>	<p>AGUAS INTERIORES Y MAR TERRITORIAL (L-3.2)</p> <p>Z.M.T. Marismas, albuferas, marjales y esteros</p>
<p>PROHIBICIONES Y LIMITACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> No puede haber terrenos de propiedad distinta de la demanial del Estado ni aún en el supuesto de terrenos ganados al mar o desecados en su ribera (L-9.1). Solamente usos que por su naturaleza no puedan tener otra ubicación y previo otorgamiento del título correspondiente (L-31.2 - 32.1). Prohibición de usos de R45 salvo vías de transporte interurbano por C. de M. y rellenos (L-32.2). Garantía de eliminación de aguas residuales previa al otorgamiento del título de ocupación (L-32.3). Edificaciones de servicio de playa preferentemente fuera de la misma y en otro caso instalaciones (R-64, 65): Fijas de < 150 m² (máx. 100 m² cerrados). Distanciadas > 200 m. Desmontables < 20 m². > 100 m. Franja libre en orilla > 6 m. Tramos en explotación y libres equivalentes (L-70). Instalaciones de cualquier tipo no ocuparán más de la mitad de la playa (L-33.4.). Estacionamiento y circulación de vehículos en playa. Campamentos y acampadas en dominio público (L-33.5, R-68). Normas de protección y utilización (L-34). Publicidad audiovisual salvo rótulos indicadores (L-38.1, R-81). Anuncios sin título (L-38.2). Suministro de servicios sin título (L-39). Paseos marítimos peatonales y fuera de la ribera del mar, salvo en zonas urbanas (L-44.5, R-Trans. 21). Compensación de disminución de la playa (R-93). Instalaciones de saneamiento y colectores paralelos a la costa (L-44.6). Vertidos de residuos sólidos, salvo rellenos autorizados (L-56.3). Vertidos sin autorización (L-57.1). Extracción de áridos y dragados para la construcción (L-63.2). Embarcaderos y rampas (R-63). Tendidos aéreos en la playa paralelos a la costa (R-66). Navegación a < 3 nudos a < 200 m. de la orilla en playas < 50 m. en resto de costa (R-69.2). 	
<p>DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE ESTATAL (L-3, 4, 5, 6, Trans. 1 y 2)</p>	

P.M.V.E. = Pleamar máxima viva equinoccial.
Z.M.T. = Zona marítimo-terrestre.
S.P.C. = Servicio Periférico de Costas

B.M.V.E. = Bajamar máxima viva equinoccial.
D.P.M.T. = Dominio público marítimo-terrestre.
C. de M. = Consejo de Ministros.

T.M. = Término municipal.
L = Art. Ley.
R = Art. Reclamato.

Figura V2.C3.3. Limitaciones de la franja costera y articulado que las regula



3. Cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo-terrestre; deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas.

4. Para la creación y regeneración de playas se deberá considerar prioritariamente la actuación sobre los terrenos colindantes, la supresión o atenuación de las barreras al transporte marino de áridos, la aportación artificial de éstos, las obras sumergidas en el mar y cualquier otra actuación que suponga la menor agresión al entorno natural.

5. Los paseos marítimos se localizarán fuera de la ribera del mar y serán preferentemente peatonales.

* Artículo 63

1. Para otorgar las autorizaciones de extracciones de áridos y dragados, será necesaria la evaluación de sus efectos sobre el dominio público marítimo-terrestre, referida tanto al lugar de extracción o dragado como al de descarga en su caso. Se salvaguardará la estabilidad de la playa, considerándose preferentemente sus necesidades de aportación de áridos.

2. Quedarán prohibidas las extracciones de áridos para la construcción, salvo para la creación y regeneración de playas.

Estos contenidos serán de gran utilidad al equipo redactor del Estudio, especialmente sobre la Incidencia Ambiental en el Dominio Público Marítimo-Terrestre, ya que, junto con la definición de las actuaciones que definen el proyecto, serán el soporte básico para la identificación de las incidencias ambientales.

3.3.4.2. *Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*

La Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, modificada por la Ley, también recoge varias especificaciones ambientales en lo relativo a obras comprendidas dentro de su ámbito de aplicación. Así, en su art. 21.2 referente a la realización de nuevas infraestructuras y la ampliación de los puertos existentes, establece que "*los Proyectos de ampliación que modifiquen sustancialmente la configuración y los límites exteriores de los puertos estatales deberán incluir un estudio de impacto ambiental y se sujetarán al procedimiento de declaración de impacto ambiental cuando por la importancia de la actuación sean susceptibles de modificar o alterar, de forma notable el medio ambiente*".



Según el punto 3 del mismo artículo, tanto las obras de dragado como los materiales empleados para la ampliación o modificación de puertos, no han de dar *"origen a procesos de contaminación que superen los niveles exigidos por la normativa aplicable de calidad de las aguas marinas"*.

De la misma manera que con la Ley de Costas, la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, exige presentar junto con la solicitud de permiso para realizar obras de dragado y vertido de los materiales de dragado, *"los informes, análisis o estudios necesarios que permitan valorar los efectos de la actuación sobre la sedimentología litoral y la biosfera submarina, así como, en su caso, la capacidad contaminante de los vertidos"* (art. 21.4). Además, las solicitudes para obras de dragado deberán acompañarse de *"un estudio de evaluación de sus efectos sobre la dinámica litoral y la biosfera marina, así como, cuando proceda, sobre la posible localización de restos arqueológicos"* (art. 62.2).

En cuanto al Órgano con competencias en la tramitación de licencias de obra en el dominio portuario, esta legislación establece lo siguiente:

- * La realización de nuevas obras de infraestructura y la ampliación de los puertos estatales existentes, exigirá la redacción y aprobación del correspondiente proyecto y estudios complementarios por la Autoridad Portuaria competente o, en su caso, por Puertos del Estado (art. 21.1).
- * Los dragados para la obtención de materiales que se realicen fuera de la zona interior de las aguas del puerto, con destino a rellenos portuarios, deberán ser autorizados por la Autoridad Portuaria, previo informe de la Capitanía Marítima y de la Dirección General de Costas (art. 21.4).
- * Los vertidos de productos procedentes de obras portuarias de dragado deberán ser autorizados por la Autoridad Marítima, previo informe de la Dirección General de Costas (art. 21.4).
- * La Administración competente en materia de pesca emitirá informe previo al otorgamiento de las autorizaciones a que se refiere el apartado anterior, y a la aprobación de obras nuevas o de modificación de las existentes, cuando éstas supongan la construcción de nuevos diques o escolleras fuera de la zona interior de las aguas del puerto (art. 21.5).
- * Toda ejecución de obras de dragado en el dominio público portuario requerirá la correspondiente autorización de la Autoridad Portuaria. Cuando las obras de dragado afecten a la seguridad de la navegación en los canales de entrada y salida a la zona de servicio portuario o a la determinación de las zonas de fondeo o maniobra, se exigirá informe previo y vinculante del Capitán Marítimo (art. 62.1).



* Para la otorgación de licencia de dragado también se solicitará informe de las Administraciones competentes en materia de pesca y de arqueología (art. 62.2).

3.3.5 Normativa complementaria

Todo proyecto de ingeniería costera se desarrolla por definición en el ámbito costero y litoral, ejerciendo inevitablemente algún efecto sobre las aguas marinas o litorales. En algunos casos, este efecto es el buscado, mientras que en otros no es así y se traduce en una reducción de la calidad de la obra. En cualquiera de los casos, será de obligado cumplimiento el atenerse a la normativa vigente, tanto estatal como comunitaria, en caso de no estar traspuesta a la estatal, en materia de calidad de las aguas marinas. No es objetivo de este capítulo el desarrollo de toda esta legislación complementaria la específica de EIA o sectorial de costas y puertos, por lo que sólo se hace una relación de la misma. En general, todas las normas aplicables se refieren a los diferentes aspectos de los vertidos al mar, principalmente los relativos al establecimiento de límites en los contenidos o en las concentraciones de sustancias contaminantes en el efluente y en las concentraciones de estas mismas sustancias en el medio receptor para diferentes usos.

Dentro de estas normas, son de carácter nacional las siguientes:

- R.D. 734/1988, de 1 de julio, por el que se establecen las normas de calidad de las aguas de baño (B.O.E. n°167, de 13 de julio de 1967) y que es transposición de la Directiva 76/160/CEE.
- Corrección de errores del R.D. 734/1988, de 1 de julio, por el que se establecen normas de calidad de las aguas de baño (B.O.E. n°169, de 15 de julio de 1988).
- R.D. 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general de vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar (B.O.E. n°64, de 16 de marzo de 1989).
- Orden de 31 de octubre de 1989, por la que se establecen normas de emisión, objetivos de calidad, métodos de medida de referencia y procedimiento de control relativos a determinadas sustancias peligrosas contenidas en los vertidos desde tierra al mar (B.O.E. n° 271, de 11 de noviembre de 1989).
- Orden de 13 de julio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de construcciones de vertido desde tierra al mar (B.O.E. n°178, de 27 de julio de 1993).



- R.D. 345/1993, de 5 de marzo, por el que se establecen las normas de calidad de aguas y de producción de moluscos y otros invertebrados marinos vivos (B.O.E. n°74, de 27 de marzo de 1993).

En cuanto a la legislación derivada del Derecho Comunitario, cabe destacar la siguiente:

- Directiva del Consejo, 76/160/CEE, de 8 de diciembre de 1975, referente a la calidad de las aguas de baño.
- Directiva del Consejo, 76/464/CEE, de 4 de mayo de 1976, referente a la contaminación producida por ciertas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.
- Directiva del Consejo, 76/923/CEE, de 30 de octubre de 1979, sobre la calidad requerida para las aguas de cultivos de moluscos.

Por otra parte, también cabe destacar la legislación derivada de Convenios Internacionales, tales como:

- Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desecho y otras materias o Convenio de Londres sobre vertimientos, firmado en 1972 y ratificado en 1974.
- Convenio de Oslo sobre vertidos, firmado en 1972 y ratificado en 1973, para la prevención de la contaminación marina, provocada por vertidos desde buques y aeronaves.
- Convenio para la prevención de la contaminación del mar de origen terrestre (París, 1974), cuyo ámbito incluye el Cantábrico y el Atlántico español.
- Convenio OSPAR (Oslo, 1993), por el que se produce la fusión de los Convenios de Oslo y París, para la prevención de la contaminación del mar de origen terrestre.
- Protocolo relativo a la Protección del Mar Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre (Atenas, 1980), que forma parte del Convenio para la Protección del Mar Mediterráneo contra la contaminación (Barcelona, 1976).



3.3.7 Recomendaciones para la gestión del material de dragado en los puertos españoles

Estas recomendaciones (se recogen íntegramente en el Anexo II) fueron aprobadas en 1994 y regulan el procedimiento para solicitud de autorización de vertido de los materiales procedentes de todas las obras de dragado realizadas en el dominio público portuario de los puertos españoles dependientes del Estado, incluso aquellas que estén incluidas como parte de un proyecto, esté sujeto o no a declaración de impacto ambiental (MOPTMA, 1994).

Se establecen tres categorías de material de dragado, en función de los efectos, de naturaleza química y/o bioquímica, que sobre la biota marina pudieran producir (categoría I, II, IIIa y IIIb⁵). Atendiendo a su clasificación se determinan las autorizaciones de vertido que las afectan (autorización normal y especial de vertido) así como el tipo de tratamiento que se les ha de dar en función de la concentración de sustancias tóxicas o indeseables (nivel de acción 1 y nivel de acción 2).

Asimismo, recoge unas líneas de estudio futuras denominadas Planes de Acción, cuya ejecución dará lugar a una base de datos muy útil para la elaboración de EsIA de obras marítimas. También se definen los estudios necesarios para la gestión del material de dragado, donde se da un peso importante a la evaluación del comportamiento sedimentológico de los sedimentos y su impacto biológico, a la elaboración de un Programa de seguimiento y vigilancia ambiental y al establecimiento de medidas correctoras.

⁵ Definidas a partir de la puesta en común y consenso de los Organismos con competencias en la materia (Puertos del Estado, D.G. de la Marina Mercante, Secretaría General de Pesca Marítima, Instituto Español de Oceanografía, D.G. de Política Ambiental, D.G. de Costas y CEDEX) y basadas en las directrices de la Comisión del Convenio de Oslo y París (OSPAR. Oslo Commission guidelines for the management of dredged material. Fifteenth Meeting of the Oslo and Paris Commission. Berlin, June 1993. Part A paragr. 7.2.).



Capítulo 4. LOS ESTUDIOS DE IMPACTO

4.1 INTRODUCCIÓN

Los Estudios de Impacto Ambiental son documentos técnicos, presumiblemente objetivos, de carácter multidisciplinar e interdisciplinar, dirigidos a predecir los efectos ambientales que la ejecución y posterior desarrollo de una actividad o proyecto pueda producir en su entorno. Su fin es dictaminar los impactos ambientales que potencialmente se puedan desencadenar y establecer medidas preventivas y de control que hagan posible el desarrollo de la actividad sin perjudicar, o perjudicando lo menos posible, al medio ambiente (ITGE, 1989).

No se han de confundir los conceptos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y de Estudio de impacto ambiental (EsIA). La EIA se refiere al procedimiento administrativo que desarrolla el organismo con competencia en medio ambiente y que finaliza con el pronunciamiento, por parte de dicho organismo, sobre la viabilidad del Proyecto a los solos efectos ambientales (Declaración de Impacto Ambiental). El EsIA es un documento técnico que ha de proporcionar la información necesaria para conocer la incidencia ambiental del proyecto en su entorno. Este documento lo ha de realizar o financiar el Promotor del Proyecto.

Los Estudios de Impacto Ambiental pueden ser más o menos detallados. En el Capítulo anterior se especifican y definen los diferentes tipos de estudios que se recogen en las legislaciones autonómicas.



Con independencia de lo anterior, el EsIA debe redactarse de forma paralela a la redacción del Proyecto. La redacción de un Proyecto es un proceso que se inicia con la definición de objetivos, continúa con la planificación de la actividad y recorriendo una serie de etapas se llega a un proceso constructivo a partir del cual se puede ejecutar. De la misma manera, el EsIA se compondrá de un conjunto de estudios que para cada fase del Proyecto tendrá una escala de trabajo y unos objetivos diferentes. Con esta filosofía se ha diseñado lo que se ha denominado en esta Memoria Gestión Integral de Proyectos (Tabla V.I).

4.2 CONTENIDO BÁSICO DE UN EsIA

El contenido básico de un EsIA está condicionado por:

- La fase de redacción del Proyecto.
- El tipo de Proyecto.
- La legislación de aplicación.
- La Información de partida disponible.

- **La fase de redacción del Proyecto**
La fase de redacción del Proyecto, como se ha indicado, determina los objetivos del documento de impacto ambiental. En fases iniciales, el estudio de impacto ambiental está dirigido a la selección de alternativas, o a la ordenación de las mismas en función del grado de impacto que puedan producir. En la fase de anteproyecto, el EsIA se centrará en la valoración de los impactos de la alternativa sobre la que se haya redactado el documento técnico y en la propuesta de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias. En la fase de proyecto constructivo, el EsIA tendrá como objetivo el diseño y presupuesto de las medidas encaminadas para minimizar los impactos y la propuesta del Plan de Vigilancia Ambiental.

- **El tipo de Proyecto**
El tipo de Proyecto condicionará la existencia o no de listas de revisión específicas, metodología de evaluación aplicable, marcos de referencia comparables y su accesibilidad, fase de diseño del Proyecto, complejidad de las operaciones y elementos que integran las principales actuaciones, tipo de procedimiento de EIA aplicable en cada caso, etc.

- **La legislación de aplicación**
El contenido y el alcance del EsIA de un Proyecto se encuentra determinado, de una manera general, en la legislación de aplicación al mismo. Por lo general, las legislaciones de las Comunidades Autónomas establecen diferentes categorías de



proyectos. Los grandes proyectos que *a priori* pueden tener una gran incidencia en el medio se incluyen en el Anejo I. Los proyectos de menor incidencia ambiental se relacionan en el Anejo II.

Los EsIA tendrán un alcance mayor, en cuanto a profundidad de los estudios sectoriales y precisión en la identificación y predicción de los impactos, para los EsIA de los proyectos incluidos en los Anejo I que para los incluidos en el Anejo II.

- **La información de partida disponible**

Una vez recopilada y procesada, se podrá definir el número y contenido de los estudios específicos a realizar.

Para poder maximizar el acercamiento de la valoración que se realice (tanto cualitativa como cuantitativa) a la respuesta real del medio, es necesario contar con una información de partida:

1. Las actuaciones y acciones que componen el Proyecto con el máximo grado de detalle, incluyendo las materias primas utilizadas, su procedencia y medio de transporte, así como el destino de todos los residuos del Proyecto.
2. Los elementos y procesos físicos litorales, de cuya distribución y funcionamiento depende la ordenación de usos del litoral. Constituyen el biotopo de las comunidades biológicas costeras, por lo que cualquier modificación de su funcionamiento o configuración repercutirá sobre la estabilidad del sistema biológico, así como del mantenimiento de ciertas actividades económicas. Por otra parte, las obras de defensa del litoral en algunas ocasiones pueden ser las precursoras de procesos con efectos indeseados en otras zonas de influencia cuyo estado de partida era bueno o aceptable, por lo que es indispensable tener un exhaustivo conocimiento de las variables físicas para poder predecir cambios en el futuro.
3. Los ecosistemas litorales. Junto con los elementos y procesos del medio físico, son los que potencialmente se pueden ver más afectados por las obras de defensa del litoral. El conocimiento de los diferentes ecosistemas que habitan los múltiples subambientes del litoral, su fragilidad y grado de vulnerabilidad, así como la definición de aquellos que sirvan como indicadores ambientales para poder evaluar la magnitud del cambio sufrido tras la actuación, es básico para cualquier estimación de los impactos ambientales.



4. El marco socio-cultural y económico. Las variables propias de esta categoría ambiental tienden, por lo general a menospreciarse. Incluye los recursos naturales, culturales, paisajísticos y económicos, cuya valoración depende en gran medida de la vinculación histórica de los elementos considerados con la sociedad directamente afectada.

Solo a partir de esta documentación se puede realizar un trabajo objetivo, por lo que cualquier carencia documental en cualquiera de los aspectos mencionados conlleva la necesidad de realizar estudios específicos que cubran los vacíos existentes, o en caso contrario se partirá de unas limitaciones que restarán valor al producto final.

Si bien, la caracterización del medio no forma parte de la metodología de un EsIA propiamente dicha, se impone su inclusión al constituir una información de partida imprescindible, sin la cual no se puede realizar ninguna valoración del cambio ambiental. Cuanto mayor sea el grado de conocimiento sobre estos aspectos, mayor será la probabilidad de acierto en la estimación de la respuesta real del medio frente a las acciones del Proyecto. Por otra parte, el interés de alcanzar unos resultados fiables no solamente redundará en compatibilizar el Proyecto con los intereses conservacionistas, sino que además permitirá reducir los costes económicos derivados de las medidas preventivas, correctoras, así como, la necesidad de diseñar y aplicar planes de vigilancia ambiental excesivamente complejos y en la mayoría de los casos de dudosa ejecutabilidad.

Como contenidos básicos de un EsIA, de forma general, se puede destacar los recogidos en la legislación básica de rango nacional de EIA, es decir, en el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, sobre evaluación de impacto ambiental. Según esta normativa específica, que no hace distinción entre las tipologías y alcance de los EIA, los contenidos mínimos han de contemplar los siguientes apartados:

- Descripción del Proyecto y sus acciones.
- Examen de alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de las alteraciones ecológicas o ambientales claves.
- Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en sus alternativas.
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.



Resulta conveniente añadir un primer apartado de *Introducción* en el que se reflejen los antecedentes, objetivos del EsIA, legislación de aplicación y la composición del Equipo Redactor del EsIA.

En los siguientes capítulos se profundiza con mayor detenimiento en estos contenidos básicos marcados por la legislación de rango estatal.

La amplitud y complejidad de la información y estudios necesarios para el desarrollo de estos contenidos no será igual cuando el estudio esté exclusivamente orientado a la selección de alternativas en un estudio de factibilidad de un Proyecto, que cuando el objeto sea definir el diseño de medidas correctoras y plan de vigilancia de un Proyecto constructivo ya diseñado (y totalmente inflexible a grandes modificaciones).

Por otra parte, atendiendo a los condicionantes comentados, el carácter del estudio también puede ser diferente. En este caso el abanico de posibilidades se encuentra entre dos extremos dados por los estudios meramente estimativos cuya valoración de impactos es cualitativa, hasta los estudios de detalle en los que la valoración es cuantitativa para casi todos los impactos identificados. Cuando se tenga la oportunidad de comenzar a evaluar los efectos ambientales de las alternativas en las primeras fases de definición de un Proyecto, se partirá de cero y los estudios específicos a realizar estarán determinados tanto por los criterios técnicos de obra como por los económicos y medioambientales.

Cuando la valoración ambiental se realice sobre un Proyecto ya diseñado, se podrá contar con la información que atañe a la dinámica litoral, y será de gran utilidad para elaborar el capítulo de medio físico. Es decir, se cuenta ya desde un principio con una información bastante completa, dado que la Ley de Costas obliga a presentar a los promotores del Proyecto un *estudio básico de la dinámica litoral* que ha de comprender los siguientes aspectos:

- a) Estudio de la capacidad de transporte litoral.
- b) Balance sedimentario y evolución de la línea de costa, tanto anterior como previsible.
- c) Clima marítimo, incluyendo estadísticas de oleaje y temporales direccionales y escalares.
- d) Batimetría hasta zonas del fondo que no resulten modificadas, y formas de equilibrio, en planta y perfil, del tramo de costas afectado.
- e) Naturaleza geológica de los fondos.
- f) Condiciones de la biosfera submarina.



- g) Recursos disponibles de áridos y canteras y su idoneidad, previsión de dragados o trasvases de arenas.
- h) Plan de seguimiento de las actuaciones previstas.
- i) Propuesta para la minimización, en su caso, de la incidencia de las obras y posibles medidas correctoras compensatorias.

No ocurre lo mismo con los aspectos concernientes al medio biológico, los cuales nunca han sido contemplados en el Proyecto porque no determinan en ningún caso la estabilidad de la estructura o de la unidad física a conservar (Ej. playa, acantilado, puerto, etc.). Es por lo que esta sección de Medio Ambiente dedica un capítulo particular a los Ecosistemas Litorales, con el objeto de cubrir un vacío existente en la redacción de los Proyectos de estas características y cuya consideración se impone cada día más, no sólo por la normativa específica sino por la demanda social.

4.3 CONTENIDOS BÁSICOS DEL EsIA Y PRESENTACIÓN

La estructura general de los EsIA se reparte normalmente en tres documentos, cada uno de los cuales se divide a su vez en varios bloques:

- Documento n°1: Informe principal:
 - Introducción.
 - Análisis del proyecto.
 - Análisis del medio.
 - Análisis de Impacto.
 - Medidas correctoras.
 - Plan de vigilancia ambiental.
- Documento n°2: Anejos:
 - Estudios específicos
 - Estudios técnicos
 - Planos
 - Fotografías
- Documento n°3: Memoria resumen



De todos los documentos que componen el EsIA se entregarán las copias necesarias para la tramitación administrativa del proyecto.

4.3.1 Informe principal

Contiene el desarrollo de cada uno de los temas que integran el EsIA, la información gráfica y estadística, las metodologías empleadas, análisis, valoraciones, diseños y conclusiones. Debe proporcionar la información más completa posible sobre el proyecto, el medio afectado y sus interacciones. Sólo se extraerán de este documento las partes del trabajo que por su detalle, extensión o especialización, formen parte de los Anejos.

4.3.2 Anejos

En este documento se recoge todos los estudios técnicos y específicos realizados sobre los distintos temas que se incluyen en el Informe Principal. Estos estudios técnicos serán los que requieran extensos trabajos de campo, aplicación de metodologías especializadas, campañas de estudio específicas, trabajos intensos de documentación y bibliografía o aplicación de técnicas de modelización.

Estos Anejos constituyen el soporte documental justificativo de las conclusiones recogidas en el Informe Principal. Podrán recoger detalladamente, entre otros, los siguientes aspectos:

- Fundamentos de la metodología empleada.
- Hipótesis previas y su justificación.
- Detalle de los métodos de trabajo de campo y/o gabinete, programas y campañas desarrolladas y equipos empleados.
- Datos recogidos y cuadernos de campo.
- Relación de bibliografía y fuentes documentales consultados.
- Elaboración y tratamiento de los datos.
- Cálculos y módulos realizados.
- Análisis de alternativas.
- Estudios específicos de la flora, fauna, calidad de las aguas, etc..
- Encuestas, criterios de selección de los encuestadores y la población de la muestra, resultados y análisis.



Un segundo bloque deberá incluir los anejos cartográficos donde pueden constar algunos planos y mapas como los siguientes:

- Mapa de situación de las alternativas.
- Mapa de localización de la solución definitiva.
- Mapa de localización de las fuentes de material de préstamo.
- Mapa de rutas de tráfico naval.
- Plano batimétrico.
- Mapas y planos de corrientes.
- Cartografías temática: recursos naturales, pesqueros, marisqueros, distribución de las comunidades vegetales y faunísticas, localización de transectos, procesos sedimentarios, litología, geomorfología, distribución de la población, unidades de paisaje, puntos de vertido de aguas residuales, puntos de captación de aguas, etc.
- Cartografía histórica y de evolución de la línea de costa.
- Planos de diseño de las nuevas infraestructuras, instalaciones provisionales y permanentes, etc.
- Planos de detalle de las medidas correctoras.
- Planos donde se localicen las zonas de monitoreo en el Plan de Vigilancia Ambiental.

Finalmente, todo EsIA debe ir documentado fotográficamente con imágenes de la zona de estudio y sus elementos más representativos, clasificables en panorámicas, fotografías aéreas a diferentes escalas y de diferentes épocas, y tomas detalladas de especies, fondos, línea de costa, maquinaria, etc..

4.3.3 Documento resumen

Documento donde se sintetiza las conclusiones del Informe Principal, incluyendo la documentación gráfica y datos estadísticos más relevantes. Será un volumen condensado cuyo manejo y comprensión no requiera una formación ambiental especializada. Por ello, se recomienda se complemente con información gráfica, tal como un mapa de localización y un detalle del medio litoral con y sin proyecto (este último será una idealización que oriente sobre las formas, magnitud y adaptabilidad del proyecto al medio sobre el que se instala).



4.3.4. Presentación

La documentación gráfica que acompañe a cada apartado de todos y cada uno de los documentos se puede localizar en el mismo, sin perjuicio de que exista un anejo específico que recopile toda la documentación gráfica a mayor escala y con mayor detalle.

Las escalas a emplear serán las adecuadas al tipo y detalle de la información que hayan de contener en cada caso. Se podrán emplear tramas o trazos, o sombreados a color cuando ello redunde en una mayor claridad a la hora de interpretar la información contenida en dicha documentación gráfica.

Es recomendable disponer, para el Área del Proyecto y cada una de las Áreas de Estudio, de una representación gráfica reducida a tamaño UNE-A-3 o UNE-A-4, a emplear como soporte sintético de la información gráfica temática, con independencia de que esta información se muestre más detalladamente en planos a mayor escala.

Es también recomendable entregar una copia de los documentos en soporte magnético donde se recoja la información escrita del EsIA y de toda aquella documentación gráfica que se haya digitalizado para su elaboración.



Capítulo 5. EsIA: INTRODUCCIÓN

Los aspectos a considerar en este capítulo son los siguientes:

- Promotor del proyecto.
- Legislación de aplicación al proyecto.
- Tipo, alcance y objetivos del Est.I.A.
- Metodología.
- Equipo redactor.

Cuando sea conveniente, se añadirá un punto de Antecedentes, que recogerá aquellas circunstancias previas que se considere de interés para el posterior desarrollo del Est.I.A. o para las administraciones que intervengan en el procedimiento de E.I.A.

PROMOTOR DEL PROYECTO

Desde el primer momento, debe quedar constancia del Promotor del proyecto. Se identifica, por tanto, al titular del proyecto objeto del Est.I.A., que podrá ser persona física o jurídica, pública o privada y que en su momento presentó la Memoria-Resumen ante el órgano administrativo con competencia en Medio Ambiente (con copia remitida asimismo al órgano con competencia sustantiva), según el art. 13 del Real Decreto 1121/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental.



LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN AL PROYECTO

Se hace una exposición sobre la legislación de aplicación al proyecto, tanto específica como sectorial y atendiendo a los diferentes ámbitos: de la Unión Europea, del Estado Español y de las Comunidades Autónomas.

El conocimiento de esta legislación resulta básico para:

- a) La identificación del tipo de Est.I.A.
- b) La definición del alcance que debe tener el Est.I.A.
- c) La determinación de los órganos con competencia sustantiva y con competencia en medio ambiente.
- d) El conocimiento del tipo de procedimiento administrativo de E.I.A. al que se verá sometido el proyecto en cuestión.
- e) El conocimiento de la legislación específica que pueda utilizarse para la valoración del medio (entorno del proyecto). Por ejemplo, niveles de inmisión en calidad del aire, normativa de calidad de aguas, especies y espacios naturales protegidos por ley, etc.

TIPO, ALCANCE Y OBJETIVOS DEL Est.I.A.

La legislación vigente en materia ambiental, tanto la del Estado como la de las Comunidades Autónomas, hace posible una variedad de procedimientos de E.I.A. que, a su vez, dan origen a una diversidad de Est.I.A.

Se hace, por tanto, necesario fijar el tipo de Est. I.A. que requiere el proyecto en cuestión, su alcance y sus objetivos. Para ello, además de la legislación ambiental, se tiene en cuenta:

- El nivel de redacción del proyecto.
- La contemplación o no de alternativas por parte del proyecto.
- La existencia o no de consulta institucional (a la que se refiere el citado artículo 13 del Real Decreto 1131/1988).



METODOLOGÍAS

Conocido el tipo de Est.I.A., resulta conveniente diseñar una sistemática de actuación que garantice la consecución de los objetivos definidos en el Est.I.A..Este procedimiento sistematizado debe diseñarse teniendo en cuenta:

- El carácter iterativo y cíclico que tienen los estudios ambientales.
- La necesidad de integrar conocimientos que emanan de distintas fuentes y que se originan en distintos momentos.
- La necesidad de realizar consultas con los actores de la E.I.A.: promotor, administración y ciudadanos.
- La coordinación de los conocimientos sectoriales desarrollados por los especialistas.
- La secuencia en el tiempo o cronograma de las tareas teniendo en cuenta el consumo relativo de tiempos.

Esta metodología se presenta de forma sucinta y con la ayuda de organigramas.

Aunque todo Est.I.A. constituye un estudio único, puede plantearse, con carácter general, un organigrama que permita el orden necesario para sistematizar los conocimientos. En la Figura 5.1 se muestra, a modo de ejemplo, un organigrama metodológico.

En una primera fase se lleva a cabo:

- Consultas con el Promotor del proyecto.
- Consultas con expertos y con el organismo con competencia en materia ambiental.
- El análisis de la legislación de aplicación.
- La recopilación de la información existente, relativa tanto al proyecto como al medio de afectación por el mismo, así como de opiniones de sectores sociales, etc.

En una segunda fase se define:

- El tipo, alcance y objetivos del Est.I.A.
- Los estudios sectoriales a realizar.

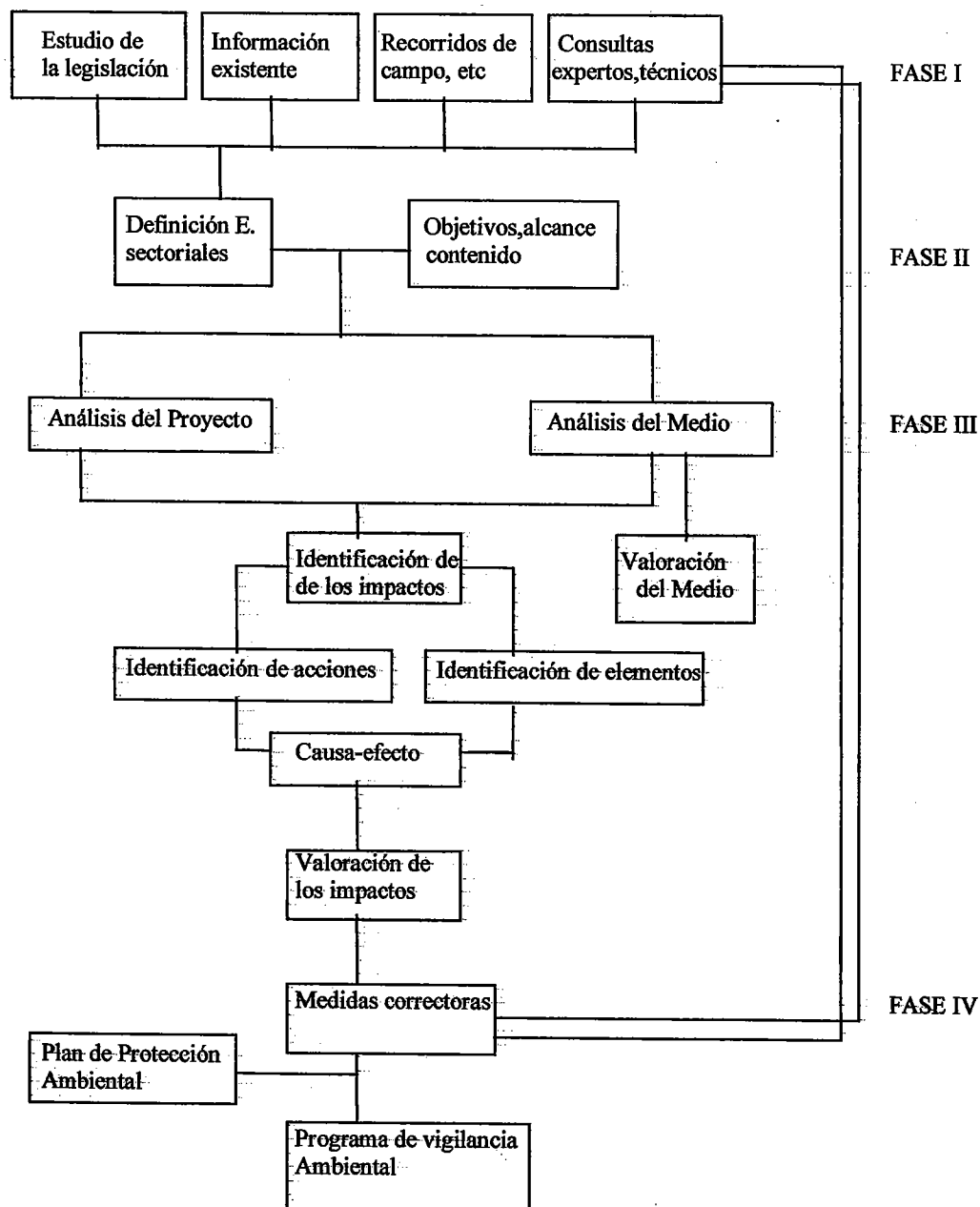


Figura 5.1. Organigrama metodológico

La tercera fase se dedica al desarrollo de los estudios y análisis sobre:

- El proyecto.
- El medio de afectación o entorno del proyecto.
- La identificación y valoración de los impactos.

En la fase cuarta, última, se desarrolla:

- La propuesta de medidas correctoras.
- La selección de alternativas (cuando proceda).
- El plan de seguimiento ambiental.

La metodología debe ser flexible, permitiendo en todo momento la ampliación o reducción de los planteamientos iniciales (especialmente de los límites del entorno, estudios sectoriales y de la identificación previa de impactos), en función de los conocimientos que se vayan obteniendo a lo largo del desarrollo del Est.I.A.

La consulta a expertos y a la administración ambiental resulta esencial para la determinación del tipo de Est.I.A., alcance y objetivos; así como en la propuesta de medidas correctoras y en el Plan de vigilancia y control ambiental.

EQUIPO REDACTOR

Se cumplimenta este punto atendiendo a la legislación específica sobre E.I.A. de aplicación al proyecto en cuestión.

En todo caso, se identifica al director responsable del Est.I.A. y a cada uno de los participantes en el mismo, especificando la titulación profesional y el aspecto concreto que cada uno haya desarrollado.

Capítulo 6. EsIA: ANÁLISIS DEL MEDIO

6.1 INTRODUCCIÓN

En los estudios de impacto ambiental, resulta esencial el conocimiento del estado inicial de conservación del medio que acogerá al proyecto. El alcance y profundidad del estudio estará condicionado por la fase de redacción en la que se encuentre el proyecto:

- Estudio de factibilidad
- Estudio preliminar
- Anteproyecto
- Proyecto constructivo.

Por otra parte, se tendrá en cuenta también el resultado de la consulta institucional que el organismo con competencia en medio ambiente puede realizar en virtud del artículo 13 del Real Decreto 1131/88, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del real decreto legislativo 1302/86, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

El estudio del medio se basa en la elaboración de un inventario ambiental. El inventario recogerá los factores ambientales más significativos del medio y que puedan verse afectados por el proyecto. Constituye el punto de partida para la

caracterización del medio y para conocer su calidad y su fragilidad ante las acciones del proyecto.

La realización del inventario requiere de un equipo multidisciplinar. Cada factor ambiental deberá ser analizado por un especialista, siendo responsabilidad del director del EsIA que el inventario proporcione datos:

- Relevantes
- Operativos
- Fiables
- Suficientes para el nivel de detalle y el alcance del EsIA
- Homogéneos en el nivel de detalle.

Un procedimiento adecuado para abordar el estudio del medio es el siguiente:

1. Concreción del nivel de detalle y de la escala de trabajo acorde con el alcance del EsIA.
2. Recopilación de la información existente.
3. Análisis de la información recogida y definición de los estudios sectoriales a realizar, en relación con los factores ambientales más significativos del medio y que puedan verse afectados por el proyecto.
4. Realización de los estudios sectoriales definidos por los especialistas.
5. Expresión de la información de forma conveniente: cartografía, cuadros, gráficas, etc.

Dados los objetivos de este Documento de Referencia, se aporta, más adelante, un listado de los factores ambientales más representativos del medio litoral. Su exposición es meramente indicativa y tiene como finalidad servir de lista de chequeo aplicable de forma genérica a cualquier proyecto de ingeniería del litoral.

6.2 OBJETIVOS

El estudio del medio tiene los siguientes objetivos:

1. Conocer el estado preoperacional o “estado cero” del medio para determinar la calidad del mismo y su evolución en el tiempo en la situación sin proyecto. Esto permitirá:
 - Evaluar el cambio de calidad del medio en la situación futura con proyecto.

- Evaluar los resultados que se obtengan durante el seguimiento ambiental. Es decir, seguir la evolución de la calidad ambiental durante las distintas fases del proyecto.
2. Facilitar la identificación de los factores ambientales susceptibles de ser alterados por el proyecto, entendiendo por factor ambiental cualquier elemento o proceso que forma parte del medio ambiente.

El estudio del medio comprende las siguientes fases:

1. Delimitación del entorno.
2. Inventario ambiental.
3. Valoración del entorno.
4. Fragilidad del entorno.

6.3 DELIMITACIÓN DEL ENTORNO

La parte del medio ambiente que interactúa con el proyecto se denomina entorno (Gómez Orea, 1992). Esta interacción puede establecerse en términos de entradas (recursos, espacio, mano de obra, etc.) y de salidas (productos, efluentes, renta, infraestructuras, etc.). En definitiva, el entorno es el medio donde se expresan los impactos ambientales.

La delimitación del entorno es, por tanto, la definición de afectación del proyecto. Esta delimitación constituye una tarea compleja, pues cada elemento del medio alterado tendrá su correspondiente espacio geográfico de afectación que deberá ser definido. La envolvente de todos estos espacios forma el medio de afectación o entorno del proyecto.

Conforme se avanza en el conocimiento del medio (y del proyecto), a lo largo del EsIA, la delimitación del entorno podrá modificarse. Se comienza con una delimitación previa, basada en la experiencia del Equipo Redactor, en el estudio del proyecto y en “escenarios de comparación”, y en la medida en que se va adquiriendo un mayor conocimiento de la relación Proyecto↔Medio, esta delimitación inicial podrá ampliarse o reducirse.

En la delimitación del entorno es conveniente destacar dos aspectos:

- Los distintos espacios geográficos de afectación por el proyecto pueden coincidir o no, solaparse o constituir espacios disjuntos.

- Con frecuencia, los impactos positivos recaen sobre áreas geográficas distintas que los impactos negativos.

6.4 INVENTARIO AMBIENTAL

Definido el entorno, se procede a su estudio mediante la realización de un inventario ambiental que recogerá los factores ambientales más representativos del medio litoral y que puedan verse afectados por el proyecto, tanto de una manera directa como indirecta.

El Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de EIA, dice en su artículo 9 que el inventario ambiental comprenderá:

Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamiento de otros recursos naturales teniendo en cuenta las actividades preexistentes.

Identificación, censo, inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía, de todos los aspectos ambientales definidos en el artículo 6º, que puedan ser afectados por la actuación proyectada.

Descripción de las interacciones ecológicas claves y su justificación.

Delimitación y descripción cartografiada del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto para cada uno de los aspectos ambientales definidos.

Estudio comparativo de la situación ambiental actual y futura, con y sin la actuación derivada del proyecto objeto de la evaluación, para cada alternativa examinada.

El artículo 6º mencionado dice que deberá tenerse en cuenta:

La estimación de los efectos sobre la población humana, la fauna, la flora, la vegetación, la gea, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje, y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada. Asimismo, debe comprender la estimación de la incidencia que el proyecto, obra o actividad tiene sobre los elementos que componen el Patrimonio Histórico Español, sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, tales como ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas, y la de cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución.

Se presenta, a continuación, la relación de factores ambientales que se propone para los proyectos de ingeniería litoral. Esta relación se ajusta a lo dispuesto en el

Reglamento y debe ser entendida como una lista general de comprobación o chequeo. Se ha desagregado el medioambiente en los siguientes cuatro grandes sistemas:

- Medio natural:
 - Sistema físico.
 - Sistema biológico.
 - Sistema perceptual.
- Medio humano:
 - Sistema social.

A su vez, cada uno de estos sistemas se ha desagregado en sus componentes y éstos en factores ambientales:

Sistema físico:

- Franja continental costera:
 - Suelos: calidad de suelos y grado de ocupación.
 - Unidades morfosedimentarias: zona de influencia costera, zona supramareal, zona intermareal, zona submareal y plataforma continental externa.
 - Litología y formaciones superficiales.
 - Formas costeras (litorales y estuarinas): acantilados, playas, campos dunares, estuarios, islas, flechas de arena, barras, penínsulas, cabos, bahías, albuferas, deltas de flujo y reflujo, rasas, playas fósiles, valles colgados, zonas húmedas (marismas, humedales de agua dulce), llanuras intermareales, canales, rías, arrecifes, etc.
 - Erosión costera.
 - Recursos minerales.
 - Naturaleza de los fondos.
 - Procesos sedimentarios.
 - Morfología de los fondos.
 - Morfología de la línea de costa.
 - Estabilidad de fondos y borde costero.
 - Exposición al oleaje.
 - Distribución de los submedios sedimentarios sub, inter y supramareal de playa activa, de plataforma continental proximal o externa, de estuario y de *lagoon*.

- Aguas marinas:
 - Calidad.
 - Hidrodinámica: corrientes costeras, de deriva litoral, de resaca, mareal, oleaje, vientos, dinámica fluvio-estuarina, etc.
 - Gradiente termocéánico.
 - Gradiente de salinidad.
 - Puntos de vertido de aguas residuales.
 - Usos.

- Aguas de estuario o fluvio-mareales:
 - Calidad.
 - Hidrodinámica: corrientes de marea, oleaje, descargas fluviales, amplitud y carrera de marea, etc.
 - Gradiente de salinidad.
 - Gradiente termestuárico.
 - Tasa de renovación.

- Aguas continentales:
 - Calidad: parámetros fundamentales del agua, tanto químicos como biológicos.
 - Acuíferos, interfase agua dulce-salada.
 - Hidrodinámica: fluvial, fluvio-estuarina, hipógea.
 - Puntos de vertido de aguas residuales y captación de aguas potables.

- Atmósfera:
 - Calidad.
 - Nivel de ruidos.
 - Fuentes y niveles de contaminación atmosférica.
 - Clima: régimen de precipitaciones, humedad, presión atmosférica, temperatura, régimen local de vientos, insolación nieblas, etc.

- **Sistema biológico:**
 - Flora y vegetación terrestre:
 - Distribución de unidades de vegetación: playa, acantilado, costa.
 - Diversidad.
 - Vulnerabilidad.
 - Distribución de las comunidades fitosociológicas.
 - Relación con los suelos, humedad, comunidades faunísticas, etc.

- Flora y vegetación acuática:
 - Distribución: bentónica, planctónica, nectónica y de marisma; intermareal, supramareal, submareal y de plataforma.
 - Diversidad.
 - Vulnerabilidad.
 - Distribución de las comunidades fitosociológicas.
 - Relación con la granulometría de los fondos, iluminación, energía de las corrientes, comunidades faunísticas, etc.

- Fauna terrestre:
 - Distribución: playa, dunas, acantilado y costa.
 - Diversidad.
 - Abundancia.
 - Distribución estacional y movimientos.
 - Ciclos biológicos y épocas de cría.
 - Vulnerabilidad.

- Fauna acuática:
 - Distribución: bentónica, planctónica, nectónica y de marisma; intermareal, supramareal, submareal y de plataforma.
 - Diversidad.
 - Abundancia.
 - Distribución estacional y movimientos.
 - Ciclos biológicos y épocas de cría.
 - Vulnerabilidad.

- Avifauna:
 - Diversidad.
 - Abundancia.
 - Distribución estacional, movimientos y movimientos.
 - Nidificación y épocas de cría.
 - Vulnerabilidad.

- Explotaciones biológicas (recursos):
 - Terrestres.
 - Marítimas.
 - Fluviomareales.

Sistema perceptual:

- Calidad visual.
- Grado de naturalidad.
- Arquitectura litoral.

Sistema social:

- Usos del territorio:
 - Natural.
 - Asentamientos urbanos: vivienda y planeamiento.
 - Turístico-residencial.
 - Comercial.
 - Industrial.
 - Estratégico.
 - Minero.
 - Cultural.
 - Marisquero.
 - Pesca.
 - Conservación de la naturaleza.
 - Rutas de navegación.
 - Infraestructuras: transporte y servicios públicos.
- Actividades lúdicas:
 - Deportes náuticos.
 - Pesca deportiva.
 - Recreo.
 - Camping.
 - Deportes terrestres.
 - Deportes acuáticos.
- Valores culturales:
 - Parques y jardines.
 - Patrimonio artístico y monumental.
 - Espacios protegidos.
 - Puntos singulares (monumentos naturales, puntos de interés geológico, etc.).
 - Restos arqueológicos (faros, torres balleneras, molinos de marea, restos de naves hundidas, yacimientos arqueológicos, etc.).
 - Elementos de identificación social.
 - Artes tradicionales.

- Calidad socioeconómica:
 - Estructura productiva y actividad económica.
 - Nivel económico.
 - Sanidad.
 - Empleo.
 - Seguridad.
 - Población.
 - Actividad social.
 - Propiedad.

- Nivel de dotación:
 - Transportes terrestres.
 - Transporte aéreo.
 - Transporte marítimo.
 - Vivienda.
 - Red de servicios (aparcamientos, gasolineras, merenderos, accesos peatonales, accesos para tráfico rodado, puertos deportivos, amarraderos, hoteles, comercios, farmacias, hospitales, abastecimiento de agua, red de saneamiento, etc.).
 - Eliminación de residuos.

- Planeamiento:
 - Ordenación del territorio.
 - Límites administrativos.
 - Cumplimiento de los objetivos.
 - Compatibilidad con otros planes de ordenación.

La información proporcionada por el inventario deberá ser expresada de forma conveniente, mediante cartografía, mapas, cuadros, gráficos, etc. según las características y naturaleza del factor ambiental.

6.5 VALORACIÓN DEL ENTORNO

Realizado el inventario ambiental del entorno, se procede a su valoración, a través de la valoración de los sistemas, componentes y factores ambientales que lo componen.

Se asocia aquí el concepto de valor al de calidad. De esta manera, se llama valor ambiental (de un sistema, componente o factor) a la medida de su calidad. Y por

calidad ambiental se entiende el mérito o grado de excelencia que posee un sistema (componente o factor) para ser conservado.

La valoración de un factor ambiental implica una medida (o un conjunto de medidas) y una interpretación de la misma. Esta interpretación se hace en función de criterios que determinan su calidad. Desde este punto de vista, hay factores ambientales que pueden medirse de forma:

- Directa
- Indirecta
- No convencional

Factores como la salinidad, las corrientes, ruidos, etc. son directamente cuantificables. Sin embargo, la vulnerabilidad de hábitat, el clima, el grado de organización de un ecosistema, etc. son factores que han de medirse de forma indirecta mediante indicadores adecuados.

Por último, hay factores ambientales de carácter cualitativo que no son susceptibles de ser medidos, al menos con métricas convencionales. La calidad de estos factores se mide directamente utilizando escalas de rango. De esta manera se valora a la vegetación, al paisaje, a las especies faunísticas, una formación geológica, etc. Cabe aquí diferenciar entre:

- Factores para los que existen criterios objetivos o criterios subjetivos pero universalmente aceptados para el manejo de estas escalas de valoración de orden (este es el caso de la vegetación, fauna, patrimonio histórico, etc.).
- Factores cuya valoración se hace manejando las escalas de orden con criterios subjetivos basados exclusivamente en la experiencia personal de los componentes del equipo redactor. El paisaje constituye el ejemplo más significativo.

Para los factores cuya valoración se basa en medidas directas o indirectas, se puede utilizar diferentes criterios de valoración. Entre los más utilizados figuran los siguientes:

- Legislativo: referente a aquellos aspectos en los que existe una legislación sectorial vigente, tal como niveles de inmisión en calidad del aire, normativas de calidad del agua (baño, cultivo de moluscos, vida piscícola, etc.), vertido de sustancias peligrosas en aguas, etc. Asimismo, la legislación de protección de espacios (hábitats) y de especies.

- **Rareza:** se refiere a la escasez de un determinado recurso (factor ambiental, componente o sistema) dentro de un ámbito geográfico (local, regional, nacional, internacional).
- **Singularidad:** hace mención al carácter de excepcionalidad que pudiera presentar un factor ambiental (sistema o componente). Esta excepcionalidad puede deberse a diferentes motivos. Así, por ejemplo, en el caso de la flora y de la fauna se utilizarán criterios tales como: endemismo, grado de protección legal, interés cultural, científico o educativo, etc.
- **Naturalidad:** que indica el grado de alteración del factor o del sistema por acciones antrópicas.
- **Diversidad:** define la probabilidad de encontrar un elemento distinto dentro de un conjunto. Tiene en cuenta, por tanto, el número de elementos distintos y la proporción entre ellos. Cuando se aplica a los medios naturales, la diversidad da una idea del grado de organización de los ecosistemas.
- **Productividad:** se aplica tanto al medio agropecuario y forestal como al ecológico, medido este último por la energía y la biomasa fijada por unidad de superficie y tiempo.
- **Proximidad a la comunidad climax:** criterio que se aplica a los ecosistemas naturales y que valora el grado de madurez de los mismos.

6.6 FRAGILIDAD DEL ENTORNO

La probabilidad de alteración de un factor ambiental depende tanto de las características de la acción como de las propiedades intrínsecas del mismo. De hecho, las mismas acciones proyectadas en zonas litorales de características distintas dan lugar a impactos diferentes.

Las propiedades intrínsecas que determinan la capacidad de alteración de un factor ambiental definen su fragilidad o grado de vulnerabilidad.

En consecuencia, para cada factor ambiental (componente o sistema) que integra el entorno hay que seleccionar los indicadores adecuados para conocer el grado de vulnerabilidad frente a las acciones del proyecto.

En los sistemas naturales, el concepto de fragilidad está relacionado con el concepto de estabilidad. La estabilidad de un ecosistema tiende a incrementarse a lo largo de la sucesión ecológica. Esto se debe al incremento de la diversidad específica que permite, a su vez, un mayor número de mecanismos de regulación. De esta manera, el ecosistema mantiene una regularidad en su funcionamiento y es capaz de

asimilar las alteraciones que el proyecto pueda ocasionar. Naturalmente, esta “capacidad de aguante” tiene un límite, cuando se sobrepasa este límite se produce la alteración y la posibilidad de impacto ambiental.

En este sentido, para conocer la fragilidad de un medio natural se debe tener en cuenta los siguientes conceptos (Hill, 1987):

- Resistencia: posibilidad de un ecosistema de mantenerse en su estado inicial después de una alteración.
- Resiliencia: posibilidad de recuperar el estado inicial después de una alteración.
- Elasticidad: se refiere a la rapidez de retorno al estado inicial después de la alteración.
- Histéresis: grado en el que el modelo de recuperación difiere del de degradación.
- Maleabilidad: grado en el que el nuevo estado permanente establecido después de la alteración difiere del estado inicial.

Se relaciona, a continuación, un listado de indicadores de fragilidad para algunos factores ambientales. La lista solo tiene un sentido orientador. Los especialistas que estudien los factores ambientales deberán determinar la fragilidad de los mismos frente a las acciones del proyecto (de la misma manera que deberán determinar el valor o calidad de los mismos):

- Agua: capacidad de autodepuración, por fenómenos biológicos y físicos: dispersión, acción de mareas, corrientes, oleaje, dilución, etc.
- Aire: capacidad de dilución de contaminantes.
- Geomorfología y suelo: inestabilidad y erosionabilidad, grado de madurez del suelo.
- Fauna y flora: grado de conservación de las especies; el ICONA diferencia los siguientes estados para las especies: extinguida, en peligro, vulnerable, rara, indeterminada, no amenazada.
- Espacios de interés: por sus características biológicas, ecológicas, geológicas, educativas, culturales o paisajísticas, reconocidas en la legislación o no. El medio litoral es un medio sensible por la interacción de procesos continentales y marinos. Rías, bahías y estuarios en general constituyen medios costeros especialmente vulnerables cuando se alteran los procesos físicos que los caracterizan. Además, los sedimentos pueden almacenar microcontaminantes (metales pesados, PCBs, etc.) que pueden pasar a las cadenas tróficas. Este proceso se facilita por la abundancia de organismos filtradores bentónicos. Por otra parte, la menor tasa de renovación de

las aguas de los estuarios hace que estos ecosistemas sean más sensibles que los restantes ecosistemas litorales.

- Paisaje: la fragilidad depende de los siguientes factores (Aguilo, 1981):
 - Factores de visualización, derivados de la configuración del entorno; entran aquí el tamaño y la forma de la cuenca visual, así como el grado de susceptibilidad de la cuenca (número de observadores).
 - Factores histórico-culturales que tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes en función del proceso histórico que los ha producido y son, por tanto, determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio.
- Medio social: la fragilidad puede venir determinada por distintas causas, tales como:
 - Las tendencias demográficas y económicas del entorno.
 - Grado de especialización de la economía.
 - Grado de aceptación social del proyecto, en la medida en que el proyecto puede afectar a intereses contrapuestos.
 - Gestión de recursos naturales: importancia social y económica de los recursos afectados por el proyecto.
 - Calidad de vida: dependerá la fragilidad del grado de sensibilidad y de respuesta de la población afectada por el proyecto; así como del cambio que se pueda introducir en aspectos como los siguientes:
 - Cambio o reafirmación en el estilo de vida.
 - Incremento o mejora de servicios.
 - Grado de marginalidad de la población.
 - Grado de afectación a la economía, generación de empleo, etc.
 - Condiciones iniciales de la calidad ambiental.
- Patrimonio: probabilidad de afectación al patrimonio, riesgo de hallazgos arqueológicos.



Capítulo 7. EsIA: ANÁLISIS DEL PROYECTO

7.1 INTRODUCCIÓN

El análisis del proyecto se hace desde una perspectiva ambiental y consiste en un proceso mediante el cual se identifican y caracterizan las acciones del proyecto que pueden ser causa de alteraciones en el medio.

Según la vigente legislación sobre EIA, proyecto es “Todo documento técnico que define o condiciona de modo necesario, particularmente en lo que se refiere a la localización, la realización de planes y programas, la realización de construcciones o de otras instalaciones y obras, así como otras instalaciones en el medio natural o en el paisaje, incluidas las destinadas a la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables.”

En relación con esta fase del EsIA, el Reglamento que desarrolla el Real Decreto Legislativo sobre EIA, en su art. 8º dice que se deberá realizar una “descripción del proyecto y de sus acciones”.

En este contexto, se define como acción de proyecto a toda obra, tarea, actividad o actuación, de carácter estático o dinámico, contemplada en el proyecto o necesaria para la finalidad o realización del mismo. Extracciones de arena, vertidos de materiales, emisiones de ruidos, ocupación de suelo, diques, etc, son ejemplos de acciones de proyecto.



Estas acciones de proyecto al tener su expresión en el medio pueden ser causa de impactos ambientales. El análisis del proyecto deberá investigar todas las acciones del mismo susceptibles de ser causa de impactos ambientales.

Por otra parte, el análisis debe comprender las distintas fases de la vida del proyecto. En los proyectos de ingeniería litoral, se puede diferenciar hasta cuatro fases, cada una de ellas generadora potencial de impactos específicos (CEDEX, 1989):

- Fase de planeamiento y prospección.
- Fase de construcción.
- Fase de existencia.
- Fase de funcionamiento o explotación.

La identificación de las acciones de proyecto se encuentra condicionada por el grado de definición del mismo. Además, hay que tener en cuenta que las condiciones legales de los proyectos de construcción permiten que no se condicionen los procesos constructivos, para los cuales el contratista tiene libertad, siempre y cuando, al final, se obtenga la obra tal y como está definida en los documentos del proyecto de construcción. De estos documentos, los que obligan a un contratista son los planos (definición gráfica de todos los elementos constructivos), el pliego de prescripciones (definición técnica de los materiales y componentes) y el presupuesto (definición económica de todas las unidades de obra).

Debido a esto, a veces las acciones del proyecto aparecen con una cierta imprecisión, lo que dificulta su identificación como posible acción de impacto y la valoración del mismo.

7.2 OBJETIVOS Y CONTENIDO

Los objetivos del análisis del proyecto vienen claramente marcados en la legislación vigente. El citado Reglamento que desarrolla el R.D.L. sobre EIA en su art.8º fija los siguientes objetivos:

- Descripción del proyecto.
- Descripción de las acciones del proyecto.
- Examen de alternativas.

Así pues, el análisis del proyecto constituye la base para la posterior identificación de las acciones susceptibles de producir alteraciones en los factores



ambientales, en todas las fases del mismo y en las diferentes alternativas que pueda tener.

El contenido básico de este análisis incluirá los siguientes aspectos:

- Objetivo y justificación del proyecto.
- Análisis de alternativas.
- Situación del proyecto en su contexto.
- Descripción física del proyecto.
- Estudios preliminares de base realizados.
- Programa del proyecto.
- Identificación de acciones de proyecto.

7.2.1 Objetivo y justificación del proyecto

El conocimiento de los objetivos del proyecto y de su justificación permite establecer la adecuada relación entre las distintas dimensiones en las que se basa la toma de decisión sobre la aceptabilidad de un proyecto: social, técnica, económica y ambiental.

Resulta esencial realizar una reflexión sobre la prioridad de los objetivos socioeconómicos en la zona de ubicación del proyecto en relación con el coste ecológico y ambiental del mismo.

7.2.2 Análisis de alternativas

Una forma eficaz de evitar los impactos negativos de un proyecto o de disminuir sus efectos consiste en la elección de una adecuada alternativa, en relación con las características del medio. Desafortunadamente, en numerosos casos, la variable ambiental interviene cuando ya se ha decidido la alternativa sobre la cual se redactará el proyecto. Este proceder, que constituye una mala práctica, resta eficacia al proceso de EIA y al EsIA.

Atendiendo a la estructuración de la evaluación de impactos ambientales, la exposición de alternativas se podrá hacer de dos formas diferentes:

1. Cuando se evalúa un proyecto de obra ya diseñada:



- Alternativas presentadas por el promotor del proyecto, cuya selección atiende a criterios de viabilidad técnica y monetaria.
 - Alternativas ofrecidas por el equipo de evaluación ambiental atendiendo a criterios medioambientales.
2. Cuando se evalúa un proyecto teniendo en cuenta las variables ambientales desde su concepción (los criterios de selección atienden a criterios medioambientales, técnicos y económicos):
- Alternativas de localización.
 - Soluciones técnicas alternativas.
 - Alternativas de diseño.
 - Alternativas de medidas correctoras.

Al objeto de no incluir datos repetitivos, en el análisis que se realice, es importante considerar una alternativa básica y señalar de forma muy esquemática las parcelas o áreas del proyecto susceptibles de una variante, indicando para estas partes los aspectos que significa una modificación sustancial y que son relevantes para el EsIA. Cada alternativa se descompone en sus acciones de impacto y se examina y analiza las razones por las que se seleccionó la alternativa final, objeto de redacción del proyecto.

Cuando resulte conveniente (en fases iniciales de redacción del proyecto, cuando se dispone de un amplio abanico de alternativas), se puede proceder a establecer un orden de prioridad ambiental de las distintas alternativas.

7.2.3 Situación del proyecto en su contexto

Se debe analizar aquí aspectos como los siguientes:

- Cumplimiento legislativo.
- Localización geográfica del proyecto.
- Relación del proyecto con los planes, directrices y políticas existentes.
- Proyectos asociados.

Los proyectos a desarrollar en la costa deben cumplir con una determinada legislación en materia ambiental y sectorial. Esta legislación puede suponer limitaciones en algunos aspectos del proyecto, tales como localización del proyecto,



utilización de determinados recursos, vertidos, etc. El proyecto, en sus distintas alternativas, deberá contemplar el cumplimiento de aspectos como los siguientes: protección de suelos, índices de calidad de agua, hábitats y/o especies protegidas, legislación sobre vertidos, ruidos y sobre actividades molestas, insalubres y peligrosas, etc.

El incumplimiento de esta legislación supondrá la causa más que probable de impactos ambientales, tanto en el medio social como en el medio natural.

Es frecuente que las obras de infraestructura en el litoral se enmarquen dentro de planes sectoriales de desarrollo, tales como los Planes de Costas definidos por unas directrices comunes para todo el litoral español. De esta manera, no resulta difícil valorar la cabida que tiene el proyecto objeto de estudio dentro de este marco general. También se puede, y se debe, analizar la compatibilidad del proyecto con otros planes sectoriales o territoriales, tales como Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, Planes de Ordenación urbana, Planes Integrales de Saneamiento, Planes de Ordenación Turística, Planes Hidrológicos, Planes de Desarrollo Regional y Local, etc. Conviene recordar que la incompatibilidad de proyectos en una misma zona suele ser causa y origen de múltiples impactos negativos y en muchas ocasiones de difícil solución.

Además, se pueden efectuar previsiones del desarrollo futuro del proyecto, basadas en el análisis de los siguientes aspectos:

- Previsiones de actuación que obedezcan a un plan estructurado en diversas etapas a un plazo medio o largo.
- Previsiones de la repercusión que, sobre el proyecto, pudieran tener posibles cambios estructurales u orgánicos.

En el caso de que existan otros proyectos asociados al principal, objeto del estudio, por ejemplo: regeneración de una playa, construcción de paseo marítimo, urbanización de zonas portuarias sin uso actual, etc. se aportará las características básicas de los mismos. El interés de ello radica en los posibles efectos acumulativos y/o sinérgicos en un mismo entorno.

Normalmente, el elevado coste de las obras en el litoral hace que éstas se desarrollen por fases. Cuando el EsIA se realiza sobre una de estas fases, considerando que entre el diseño y ejecución de una fase y la siguiente pueden pasar varios años, se tendrá en cuenta su continuidad estructural y/o estética con las anteriormente desarrolladas, así como su peso dentro del conjunto del proyecto, las posibilidades de



efectos acumulativos y sinérgicos, la capacidad de acogida del medio y la vulnerabilidad del mismo para la totalidad de las actuaciones proyectadas.

7.2.4 Descripción física del proyecto

Esta descripción debe llevar al conocimiento y comprensión de todas las acciones del proyecto. A modo de orientación se indican los siguientes aspectos:

- Área de ubicación del proyecto.
- Partes o elementos de que consta el proyecto y exigencias de utilización del suelo en las fases de construcción y de funcionamiento.
- Descripción de los materiales a utilizar y medios técnicos que se prevé utilizar, en cualquiera de las fases del proyecto.
- Descripción de los recursos naturales y usos del litoral cuya eliminación o afectación se contemple en el proyecto, tales como:
 - Caladeros de pesca.
 - Cultivos marinos.
 - Zonas de cría o desove.
 - Rutas migratorias conocidas.
 - Zonas de crecimiento de fanerógamas marinas.
 - Préstamos.
 - Espacios protegidos o de especial belleza.
 - Playas de especial belleza.
 - Playas de interés turístico.
 - Zonas recreacionales (náutica, pesca, etc.).
 - Construcciones submarinas (emisarios, cables, tuberías, etc.).
 - Zonas militares.
- Descripción de los tipos, cantidades y composición de los residuos, vertidos, emisiones o cualquier otro elemento derivado de la actuación, tanto sea de tipo temporal durante la realización de las obras, o permanentes cuando ya esté realizada y en operación, en especial: residuos, vibraciones, olores, emisiones luminosas, emisiones de partículas, etc.
- Medios personales, mano de obra y cualificación de la misma.
- Cualquier otro aspecto del proyecto que conlleve la realización de acciones que puedan motivar alteraciones en el medio, en cualquiera de las fases del proyecto.

7.2.5 Estudios preliminares

Se analiza, y se incorpora de forma resumida, la información generada por el proyecto, en cuanto a estudios de viabilidad técnica, económica y social, cuando aporten información relevante en el aspecto ambiental.

De la misma manera, se analiza los estudios ambientales que se hayan realizado en fases anteriores a la redacción del proyecto objeto de estudio.

7.2.6 Programa del proyecto

Como se ha venido insistiendo, el análisis del proyecto comprende todas las fases del mismo:

- Fase de planeamiento y prospección
- Fase de construcción
- Fase de existencia
- Fase de funcionamiento o explotación

La última fase queda superpuesta en el tiempo sobre la anterior, pudiendo coincidir ambas para un mismo elemento del proyecto (por ejemplo la existencia y funcionamiento de un puerto deportivo), aunque normalmente la existencia se suele referir a una estructura o elemento, mientras que la explotación se encuentra asociada a un servicio o maquinaria.

La existencia de un elemento no siempre tiene por qué implicar un funcionamiento o explotación, siendo solo así cuando su instalación esté directamente relacionada con una acción o actividad (Ej. la existencia de un dique no conlleva actividad o explotación de este elemento); mientras que toda explotación o funcionamiento si implica la existencia de un elemento (por ejemplo la existencia de un puerto deportivo implica una explotación del mismo o funcionamiento).

Desde el punto de vista del impacto ambiental el carácter de la fase de existencia viene dado por la transformación efectiva del terreno producida por las obras inherentes al desarrollo del proyecto; así como, por la introducción en el medio de nuevos elementos que modifican las características del entorno ambiental. En la fase de explotación, son las actividades realizadas en el marco del proyecto las que determinan el potencial de impacto.



En la fase de construcción resulta, a veces, de interés conocer el calendario de obras. Una adecuada distribución de las obras en el tiempo puede evitar o minimizar impactos. Las alteraciones en la fauna pueden reducirse o evitarse realizando las obras en las épocas menos vulnerables (nidificación, migraciones de peces, etc).

7.2.7 Identificación y acciones de proyecto

A continuación se desarrolla una relación desglosada de aquellos elementos, obras y actividades a las cuales se les reconoce capacidad potencial para producir impacto sobre el medio. En la mayoría de los proyectos solo existirán algunas de ellas. En este listado se han agrupado todas las relacionadas con algún tipo de obra en el litoral siendo imposible la existencia conjunta de todas.

Fase de planeamiento y prospección:

- Actividades:
 - Estudios sobre el terreno:
 - Muestreos.
 - Sondeos.
 - Medida de parámetros oceanográficos e hidrológicos mediante trazadores.
 - Medidas especiales.
 - Recolección de especies animales y/o vegetales.
 - Extracción de muestras.
- Elementos:
 - Estaciones de muestreo.
 - Estaciones de aforo.
 - Estacado topográfico.
 - Boyas.

Fase de construcción:

- Obras:
 - Preparación del terreno:
 - Retirada de la vegetación
 - Retirada de mobiliario urbano
 - Retirada de servicios de playa
 - Acondicionamiento de las instalaciones de obra:
 - Construcción de muros de cierre
 - Construcción de accesos



- Cierre de accesos
- Instalación de edificios de obra (oficinas, comedores, servicios, almacenes, etc.)

- Derribos:
 - Infraestructuras preexistentes
 - Edificaciones
 - Muros provisionales
 - Accesos

- Voladuras y excavaciones:
 - Excavación para cimientos
 - Excavación en zanja
 - Dragado en roca
 - Extracción de arenas
 - Voladuras y perforaciones

- Relleno y extendido:
 - Rellenos provisionales
 - Rellenos permanentes
 - Con arenas (playas)
 - Con tierras (Terraplenes)
 - Con bloques de escollera

- Vertidos sólidos:
 - En cauces
 - En mar abierto
 - Terrestres
 - En playas
 - En la zona litoral

- Vertidos líquidos
 - En cauces
 - En mar abierto
 - Terrestres

- Plantaciones:
 - En dunas
 - En ambientes mareales
 - En bancos de arena submareales
 - En fondos de la plataforma continental
 - En taludes



- En zonas urbanizadas
- Pavimentación
- Elementos:
 - Materiales almacenados:
 - Bloques de escollera
 - Pilas de áridos y arenas
 - Tuberías
 - Ladrillos y losas
 - Mobiliario (bancos, duchas, fuentes, elementos arquitectónicos, etc.)
 - Silos y tanques
 - Infraestructuras:
 - Caminos, sendas y carreteras
 - Diques provisionales
 - Conducciones
 - Señalización:
 - Faros y balizas
 - Vallas publicitarias
 - Muros y alambradas
 - Edificaciones:
 - Edificios de servicio de obra
 - Maquinaria y accesorios:
 - Grúas
 - Sistemas móviles de carga
 - Dragas
 - Plataformas flotantes
 - Maquinaria pesada
 - Camiones
 - Actividades:
 - Tráfico de maquinaria:
 - Camiones
 - Palas excavadoras y Grúas
 - Dragas



- Derivaciones:
 - De carreteras
 - De caminos
 - De canales

- Dragados:
 - En suelos no consolidados
 - En suelos consolidados
 - En cauces
 - En dársenas
 - En mar abierto
 - De construcción o de primer establecimiento
 - De mantenimiento
 - *Bypass*

- Cierre de accesos a la costa

- Actividades de la construcción y urbanización

- Explotación de canteras
 - Terrestres
 - Submarinas

Fase existencia y funcionamiento

- Elementos:
 - Infraestructuras de ordenación:
 - Caminos peatonales en primera línea de costa:
 - Paseos marítimos
 - Senderos o caminos rústicos
 - Accesos a la costa:
 - Escaleras
 - Rampas
 - Puertos deportivos
 - Encauzamiento de rías

 - De protección de la costa:
 - Estructuras de defensa
 - Muros de contención:
 - Malecones
 - Revestimientos



- Estructuras de abrigo y contención de arenas:
 - Diques en talud
 - Diques verticales
 - Diques sumergidos
 - Diques especiales
 - Rompeolas
 - Espigones
- Playas:
 - Regeneradas
 - Artificiales
- Arrecifes artificiales
- Bermas en mar abierto
- Dunas:
 - Restauradas
 - De nueva creación

- Estructuras de protección de vías de navegación, atraque y carga:
 - Estructuras de abrigo de puertos
 - Diques
 - Estructuras de atraque:
 - Muelles masivos
 - Muelles transparentes
 - Atraques singulares
 - Estructuras especiales:
 - Varaderos
 - Esclusas

- Estructuras para incrementar el calado de canales navegables:
 - Muros de guiado
 - Cierre de canales adyacentes
 - Rectificación de canales

- Infraestructuras de saneamiento:
 - Emisarios submarinos

- Comunicaciones:
 - Carreteras
 - Canales
 - Conducciones especiales



- Redes de servicio:
 - Eléctricas
 - Hidráulicas
 - Combustibles
- Señalización marítima:
 - Faros y balizas
- Elementos de embellecimiento
- Servicios y equipamientos
- Actividades:
 - Tráfico:
 - Marítimo
 - Terrestre
 - Actividades comerciales:
 - Operaciones:
 - Mercancía general
 - Contenedores
 - Graneles sólidos
 - Graneles líquidos
 - Mercancías peligrosas
 - Rollon/Roll off
 - Especiales
 - Pesca
 - Pasajeros
 - Comercialización:
 - Lonjas
 - Mercados
 - Avituallamiento
 - Náuticas
 - Repuestos
 - Actividades turísticas:
 - Ocio:
 - Excursiones marítimas
 - Baños de sol
 - Juegos y concursos de arena
 - Deportivas:
 - Pesca submarina



- Pesca en superficie
- Navegación a vela
- Navegación a motor
- Surf
- Windsurf
- Palas
- Boley-playa
- Otros deportes
- Urbanización:
 - En ámbito de playa
 - En ámbito de cantil
 - En ámbito portuario
 - En zonas anejas a la franja litoral
- Explotación de recursos:
 - Marisqueo
 - Pesca comercial
 - Extracción de arenas
 - Extracción de agua
 - Desalación de agua del mar
 - Comercialización del paisaje
- Mantenimiento:
 - Dragados de mantenimiento
 - Limpieza:
 - Paseos marítimos
 - Playas
 - Puertos
 - Mobiliario
- Actividades industriales:
 - Servicio al buque:
 - Limpieza de tanques
 - Desguace
 - Astilleros
 - Varaderos
 - Servicios del puerto:
 - Recogida de basuras
 - Emisarios

Capítulo 8. EsIA: ANÁLISIS DE IMPACTO

8.1 INTRODUCCIÓN

La formulación de los impactos ambientales que un proyecto puede ocasionar en su entorno constituye la esencia del EsIA. En este punto se identifican, predicen y valoran los impactos ambientales de un proyecto, considerando sus distintas alternativas, en función de su estado de definición.

Así pues, las tareas a desarrollar son las siguientes:

- Identificación de impactos
- Predicción de los impactos
- Valoración de los impactos

La identificación de los impactos se realiza teniendo en cuenta la repercusión de los efectos que en el entorno provoca la alteración de un factor ambiental por una o varias acciones del proyecto.

La valoración del impacto implica la necesidad de considerar el alcance de sus efectos, tanto en el medio natural como en el perceptivo y en el social.

La predicción de los impactos requiere el concurso de especialistas en cada sistema y/o componente del medio afectado. Como en el capítulo del Estudio del



medio, los especialistas deberán ser cuidadosamente seleccionados y estarán coordinados por el Director del EsIA.

8.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

El objetivo de esta identificación es realizar las hipótesis de impacto del proyecto, que posteriormente serán valoradas. Por tanto, esta fase de identificación tiene una importancia clave en el EsIA. La omisión de un impacto supone que no será valorado, no se tendrá en cuenta en la selección de alternativas y no se diseñarán medidas para evitar o minimizar sus efectos.

Por ello, la identificación de los impactos debe hacerse de forma cuidadosa, considerando todas las posibilidades de interacción entre las acciones del proyecto y los factores ambientales del entorno. Cuando un impacto no aparece se interpreta que la alteración producida no tiene consecuencias sobre la calidad del medio, o simplemente que no se producirá tal alteración.

De esta manera, la identificación de los impactos constituye una pre-valoración del alcance de los impactos que el proyecto produciría en su entorno.

En resumen, aunque la identificación debe hacerse con planteamientos amplios, debe seleccionar los impactos con la suficiente relevancia como para justificar su posterior valoración. Por ello, la identificación de los impactos se fundamenta en el conocimiento del proyecto (adquirido en el punto V.6) y en el análisis del entorno (realizado en el punto V.7).

Hay que tener presente que una actuación o actividad en el litoral precisa de un análisis estratificado debido a las múltiples variedades de obras, actividades y, en esencia, fines que puedan darse. Las combinaciones entre los diversos tipos funcionales y estructurales de actuaciones, unidos a la casi infinita variedad de características físicas, biológicas, sociales, económicas, estéticas y culturales de los posibles lugares de implantación, hacen aconsejable abordar cada caso de modo singular, y haciendo un especial énfasis en aquellas relaciones que cobren mayor relevancia. La selección de éstas requieren del Equipo Redactor un primer análisis que, a menudo, se verá complicado por la posible aparición de relaciones indirectas, o de segundo grado, entre acciones y factores ambientales.

En consecuencia, para sistematizar el proceso de la identificación, y reducir el riesgo de omisión de impactos que pueden ser relevantes, es recomendable la utilización de distintos métodos o sistemas de ayuda para esta labor. Entre los más utilizados se encuentran los siguientes:



- Listas de control
- Cuestionarios
- Diagramas de flujo
- Matrices interactivas
- Encuestas
- Consulta a paneles de expertos
- Escenarios de comparación

• LISTAS DE CONTROL

Entre los métodos iniciales y más sencillos se encuentran las denominadas listas de control simples. Estas listas pueden ser de varios tipos, según incluyan:

- Acciones asociadas con proyectos o propuestas de desarrollo.
- Factores ambientales susceptibles de ser alterados.
- Parámetros o indicadores de impacto.
- Impactos ambientales.

Por otra parte, las listas pueden ser extensivas o específicas. Las primeras tienen una aplicación de carácter general; es decir, se pueden utilizar para una gran variedad de proyectos. Las segundas están confeccionadas para tipos concretos de proyectos.

Cuando se manejan listas extensivas hay que efectuar una labor de selección de aquellos elementos apropiados al tipo de proyecto que se esté analizando y al tipo de medio donde éste se ubicará. Habrá que eliminar acciones de las listas que no contemple el proyecto objeto de estudio y añadir acciones que no estén en las listas. De la misma manera, habrá que adaptar el listado de factores ambientales al medio que le dará acogida.

Cuando la lista es específica del proyecto que se estudia, este ejercicio reflexivo de quitar e introducir acciones y factores ambientales es menor. También será menor el “riesgo de olvido” y, en cambio, será mayor la sistematización y acierto en la identificación de los impactos.

Las listas de revisión o de chequeo constituyen una eficaz ayuda en la identificación de los impactos. Para la Administración resulta útil disponer de listas para determinados tipos de proyectos. Además, las listas constituyen el punto de partida de métodos más sofisticados. No obstante, sólo son un “recordatorio” de los posibles impactos, acciones o factores ambientales de un proyecto.

Las listas de control se comenzaron a elaborar a principio de la década de los 70. De las simples enumeraciones y de acciones, factores e impactos se fue pasando a objetivos de mayor alcance. Por el grado de complejidad, se distinguen las:

- Listas descriptivas
- Listas escalonadas

Las listas descriptivas proporcionan una orientación para una evaluación de los impactos. Es decir, pueden llevar una apreciación grosera de los impactos, señalando si son positivos o negativos y algún indicador de referencia (de 1 a 3 por ejemplo) sobre la valoración de los mismos; se proponen medidas de mitigación de los impactos, referencias bibliográficas o casuísticas, etc.

Las listas escalonadas consisten en una lista de elementos ambientales acompañadas de criterios que expresan el valor de esos recursos, así como otra información susceptible de ser puesta en una escala de valores. En otras palabras, para cada impacto posible, se adelanta una estimación por niveles de la calidad ambiental (mayor o menor) que deriva de cada acción y sus alternativas.

Las listas de control, en general, tienen ventajas y desventajas que pueden resumirse así:

- Son útiles para estructurar las etapas iniciales de un EsIA. Se limitan a identificar sin proporcionar resultados cuantificables.
- Proporcionan un enfoque estructurado para identificar los impactos claves y factores ambientales pertinentes que han de ser considerados en los EsIA.
- Las listas de control se pueden modificar con facilidad para hacerlas más apropiadas a un determinado proyecto en una ubicación determinada.
- Las listas de control demandan una cantidad reducida de recursos para su aplicación y estimulan el trabajo multidisciplinar.

- Con las listas, resulta difícil detectar efectos secundarios originados por cadenas causa-efecto, al no proporcionar las listas interacciones entre componentes ambientales.
- No proporcionan indicaciones sobre la localización espacial del impacto.

- CUESTIONARIOS

Los cuestionarios se han generado normalmente en un intento de desarrollar procedimientos administrativos para emitir juicios rápidos sobre proyectos. Se presentan en forma de preguntas cuya respuesta obliga a hacer reconsideraciones sobre aspectos ambientales, permitiendo la detección de los aspectos conflictivos.

- DIAGRAMA DE REDES

Forman un tipo de métodos que pretende representar la cadena sucesiva de relaciones causa-efecto, entre las acciones del proyecto y los factores ambientales del entorno.

Existen diversas variantes del método. Se comenta aquí la desarrollada por Sorensen en 1971 para analizar los impactos en el medio litoral. La originalidad de este método está en la integración del sistema de matrices con el concepto de redes para la identificación de los impactos. El desarrollo del método, que emplea varias matrices y gráficos (Figura 8.1) es, tomando el caso original, el siguiente:

- 1º Matriz: Causas: Usos de recursos.
Actividades que comportan.
- 2º Matriz: Efectos: Condiciones ambientales iniciales o efectos primarios.
- 3º Matriz: Condiciones ambientales derivadas o efectos secundarios.
- 4º Matriz: Efectos finales o previsión en factores evaluables.
- 5º Matriz: Acciones correctoras o mecanismos de control.

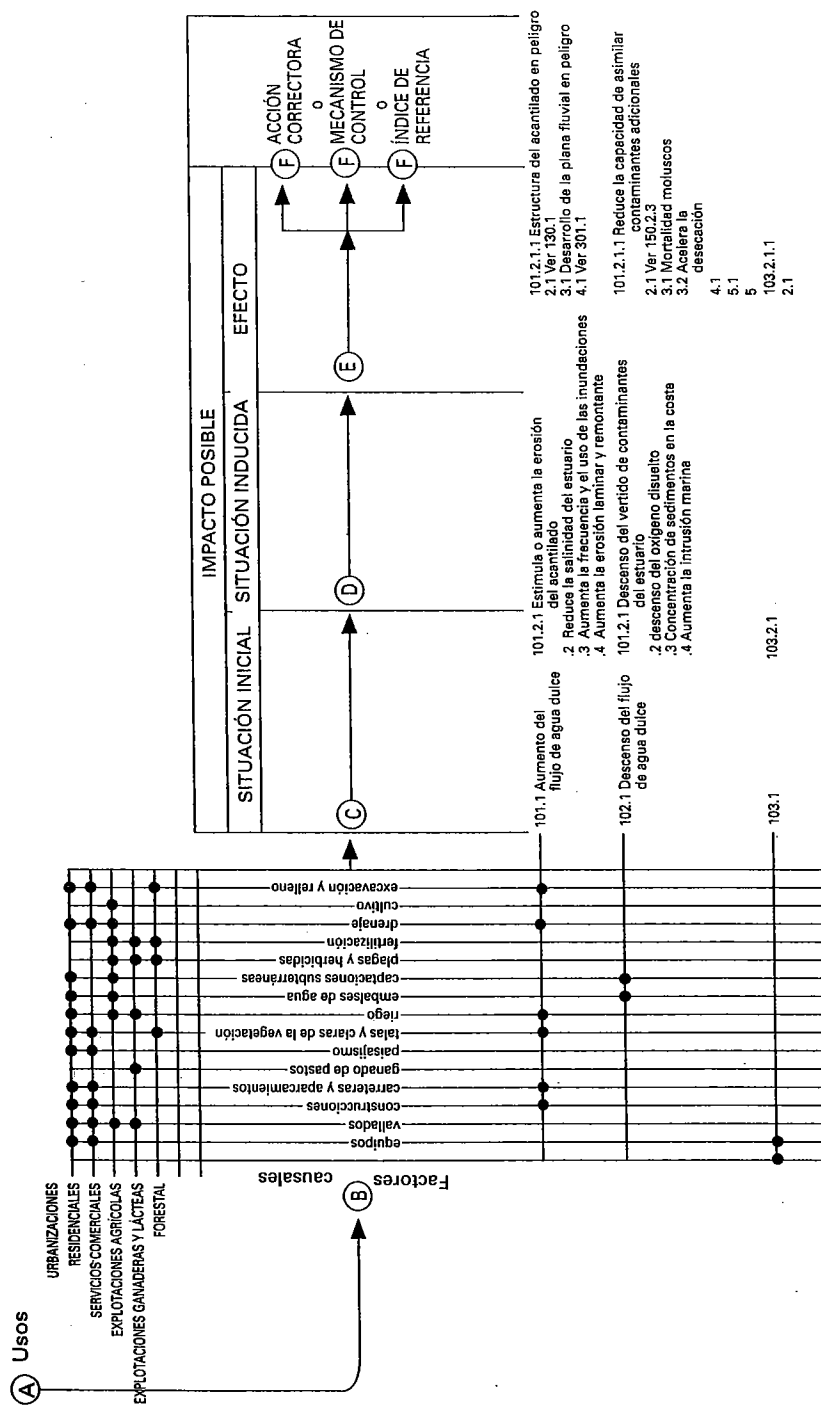


Figura 8.1. El diagrama de Sorensen (Bisset, 1983)

Las relaciones sucesivas se identifican por puntos en cada relación fila-columna, como se ha señalado en el método de las matrices.

Para la elaboración del diagrama de red hay que tener en cuenta dos requisitos para la inclusión de un eslabón en la cadena: causa-condición-efecto:

- Probabilidad de que se produzca el cambio ambiental por la acción de impacto.
- Entidad mínima del cambio ambiental producido para su inclusión en el diagrama de red.

Estas cuestiones han de ser resueltas por especialistas en cada campo de conocimiento.

Lo más destacable de los Diagramas de redes es que identifican los efectos primarios, secundarios y terciarios y las relaciones causa-efecto que originan esa cadena. Sin embargo, esa identificación se convierte en una tarea subjetiva, dado que se deja en manos de especialistas, pero sin un procedimiento normalizado para decidir las relaciones causa-efecto o su importancia relativa.

Los Diagramas de redes pueden ser elaborados manualmente o con ayuda del ordenador. Para proyectos que no son muy complejos, el método resulta útil y la estructura del mismo permite comunicar de forma sencilla la interacción entre las acciones y las condiciones del entorno.

• MATRICES INTERACTIVAS

Constituyen el método más utilizado en la identificación de los impactos de un proyecto. Las matrices interactivas (de causa-efecto) se estructuran en forma de cuadros de doble entrada, en donde se cruza una lista de acciones de un proyecto con otra de factores ambientales (o de indicadores de impacto). Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental se señala en el punto de cruce entre la columna y la fila correspondiente (Figura 8.2).

Se han desarrollado muchas variaciones de este método matricial: matrices simples, matrices sucesivas, matrices cruzadas.

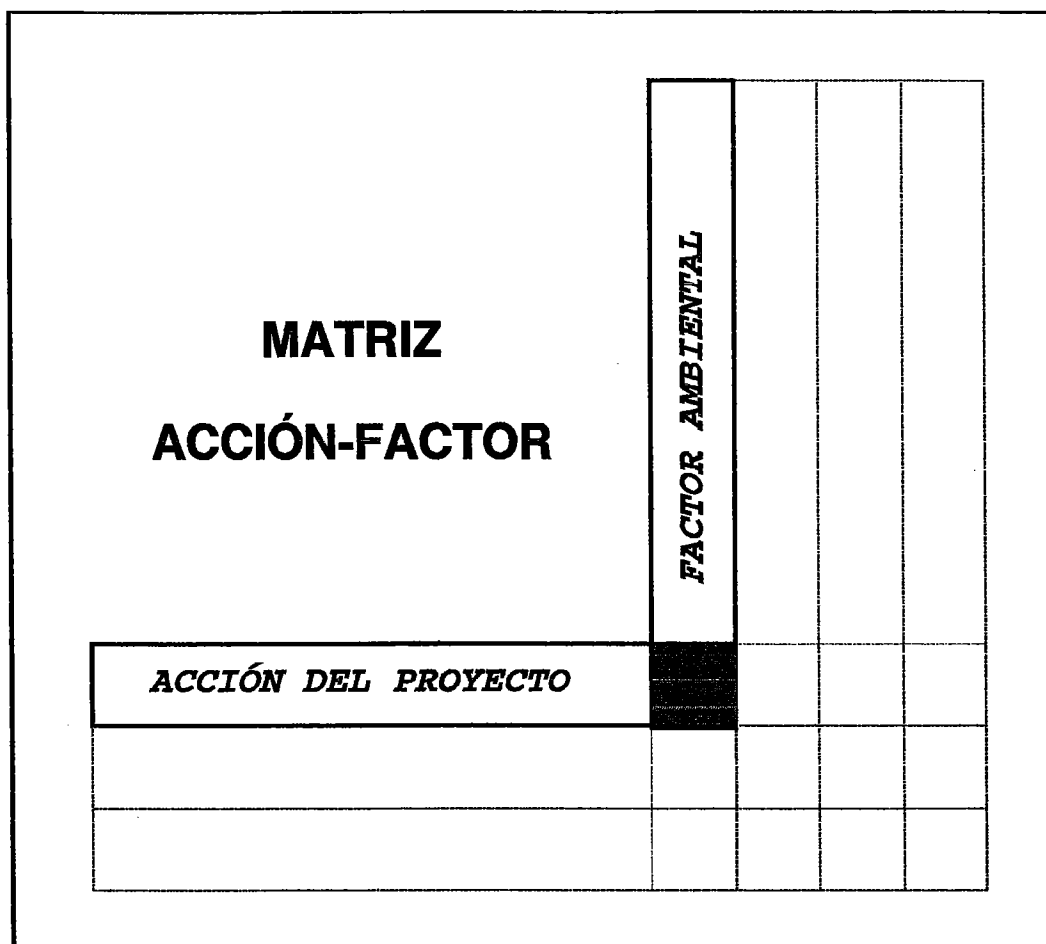


Figura 8.2. Construcción de la matriz acción del proyecto-factor ambiental

MATRICES DE INTERACCIÓN SIMPLES

Son matrices que relacionan las acciones del proyecto con los factores ambientales. Estas matrices están centradas en la relación causa-efecto derivada del binomio acción-factor. Por tanto, las matrices simples tienden a sobrevalorar los impactos directos que pueden o no ser los más relevantes.

Además de que los impactos indirectos pueden quedar al margen del proceso de identificación, el método matricial simple proporciona un modo de presentación de los impactos que puede llevar a conclusiones erróneas. Cada impacto queda identificado en la matriz con una señal o signo en la casilla de cruce entre la acción del proyecto y el factor ambiental alterado. Esta forma de identificación da la sensación de que los impactos constituyen sucesos aislados e independientes, cuando en la realidad, los impactos ambientales de un proyecto se encuentran relacionados, bien

debido a que diferentes efectos provocados por el proyecto alteran a un mismo factor ambiental, bien porque las alteraciones de un factor se constituyen en causa de nuevos impactos, o bien por fenómenos de sinergia entre diferentes efectos sobre un mismo factor ambiental.

La precisión o grado de detalle en la identificación de los impactos depende de la precisión o grado de detalle en la que se haya descompuesto las acciones del proyecto y los factores ambientales componentes del entorno o medio afectado.

Aunque el método matricial ofrece información asequible a un observador sobre la identificación de los impactos, la falta de referencia geográfica de los impactos resta posibilidad y eficacia en la importante faceta de la comunicación.

Las matrices de interacción simple se han utilizado para analizar los impactos de una gran diversidad de proyectos, tales como autopistas, tendidos eléctricos, escapes de petróleo mar adentro, minas de carbón, centrales de energía, industrias, polígonos industriales, oleoductos, promociones de viviendas, turismo y obras del litoral. Una matriz simple de interacción se ha desarrollado con carácter genérico para identificar los impactos claves de una variedad de proyectos en áreas litorales para el Banco de Desarrollo Asiático (1991).

MATRICES SUCESIVAS

Para la identificación de efectos de segundo, tercero,... grado se puede recurrir a matrices sucesivas (o escalonadas), una de cuyas entradas son los efectos primarios, secundarios, terciarios,... respectivamente sobre los factores ambientales dispuestos en la otra entrada. Se construyen de forma escalonada (Figura 8.3): la primera es la matriz simple de identificación acción-factor ambiental. La segunda se apoya en la primera al constituir los impactos identificados las nuevas causas de impacto, los cruces proporcionan ahora los impactos secundarios. La tercera matriz se apoya, a su vez, en ésta para que, de la misma manera, se puedan identificar los impactos de tercer orden. Se procede así hasta que se consideren los efectos como finales.

MATRICES CRUZADAS

Las matrices cruzadas o de acción recíproca utilizan también la técnica anterior de entradas-salidas. Se trata de matrices cruzadas en las cuales los factores ambientales aparecen dispuestos en filas como primarios y en columnas como secundarios, representando la interacción en los cruces. En la Figura 8.4 se muestra un ejemplo de este tipo de matriz elaborada por la "Central New York Development Board" de USA.

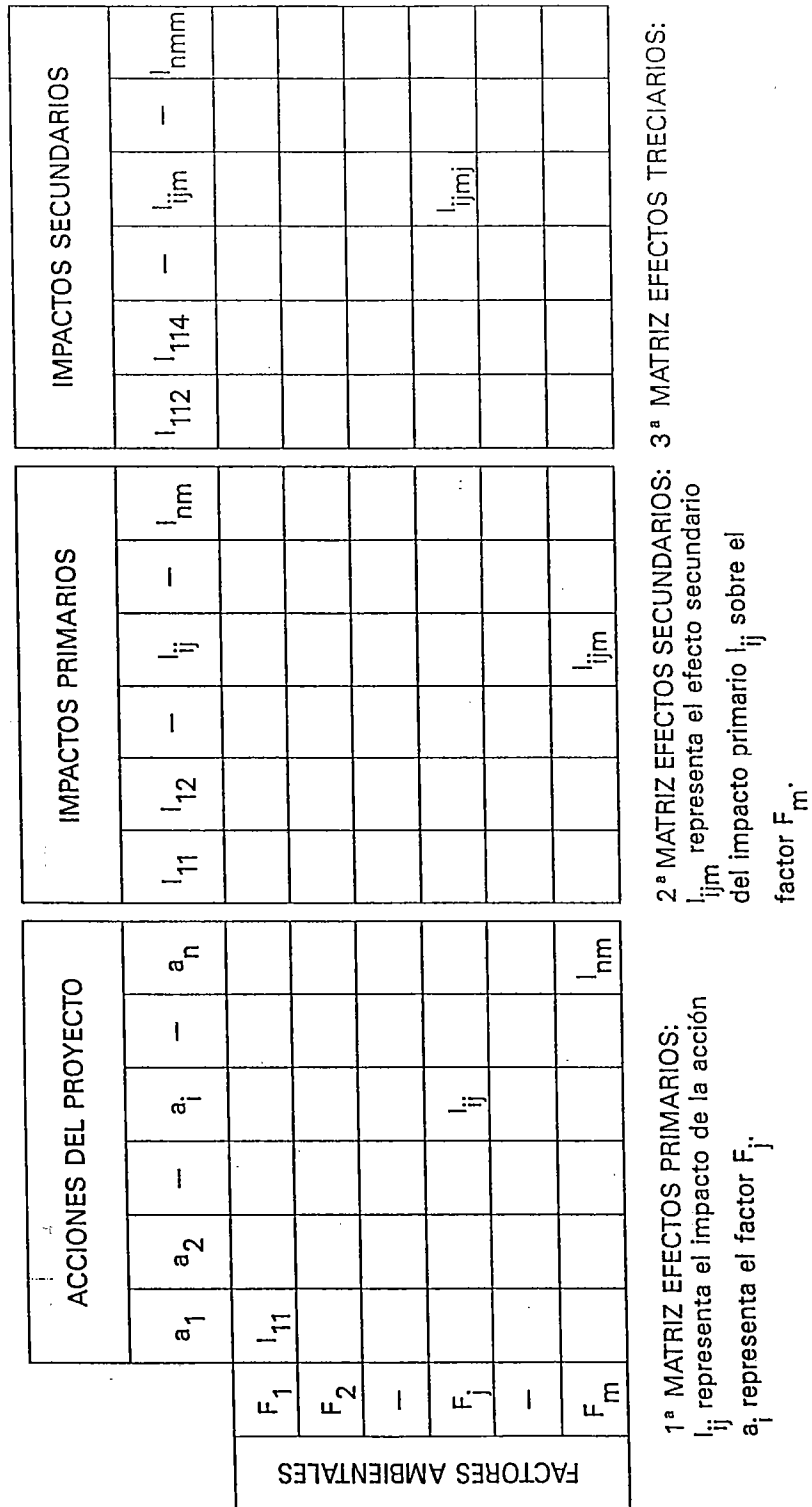
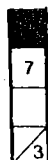


Figura 8.3. Matrices sucesivas: Matrices causa-efecto que se van deduciendo más de otras para identificar impactos primarios, secundarios, etc.



Impacto importante y directo.
 Impacto importantes e indirecto.
 Impacto menor y directo
 Impacto menor e indirecto.



RIESGO DE IMPACTO SECUNDARIO

- Aumento de la erosión en las pendientes de las riberas o del lecho de los ríos.
- Aumento de la turbiedad.
- Aumento de la sedimentación.
- Aumento de las superficies de escorrentía.
- Aumento de los planos de agua.
- Aumento del volumen y de la velocidad del flujo.
- Disminución de la capa y carga de las aguas subterráneas.
- Disminución de la altura de la capa y carga defectuosa de las aguas subterráneas.
- Disminución de la vegetación.
- Reducción de la infiltración.
- Pérdida de los elementos nutritivos del suelo.
- Polución de las aguas de superficie.
- Disminución del hábitat de los peces.
- Disminución del hábitat de los pájaros acuáticos.
- Disminución del hábitat animal.
- Aumento del crecimiento de las plantas acuáticas.
- Disminución del crecimiento de las plantas acuáticas.
- Interrupción del drenaje.
- Polución de las aguas subterráneas.
- Aumento de los riesgos de inundación.
- Aumento de los riesgos de corrimientos de tierras.

RIESGO DE IMPACTO PRIMARIO

- Aumento de la erosión en las pendientes de las riberas o del lecho de los ríos.
- Aumento de la turbiedad.
- Aumento de la sedimentación.
- Aumento de las superficies de escorrentía.
- Aumento de los planos de agua.
- Aumento del volumen y de la velocidad del flujo.
- Disminución del volumen y de la velocidad del flujo.
- Aumento de la altura de la capa y carga defectuosa de las aguas subterráneas.
- Disminución de la altura de la capa y carga defectuosa de las aguas subterráneas.
- Disminución de la vegetación.
- Reducción de la infiltración.
- Pérdida de los elementos nutritivos del suelo.
- Polución de las aguas de superficie.
- Disminución del hábitat de los peces.
- Disminución del hábitat de los pájaros acuáticos.
- Disminución del hábitat animal.
- Aumento del crecimiento de las plantas acuáticas.
- Disminución del crecimiento de las plantas acuáticas.
- Interrupción del drenaje.
- Polución de las aguas subterráneas.
- Aumento de los riesgos de inundación.
- Aumento de los riesgos de corrimientos de tierra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1	2	11	4	3	11	4	11	4	2	13	10	3	10	3	8	1	3	6		
2		2	11	4	3	9						3	3							3	
3												16									
4		1	2	11		3	11	1	19	1	1	1	1	1	1	12	3	2			5
5																					
6		3	1								1	12	1	1							
7																					
8	6																	8	6		5
9													7	7	10	10					
10		1	1		4			11		4	4	4	1		1	12	3	1		4	
11	4	1	4		4				9		4	4	1	1	1	1	12	3		4	
12		1										4	3		10						
13																	13	8			
14																					
15																					
16	10	1	1		10	4		11			1	1	1	1	10			2			
17																					
18		1																			
19	4	1	1	11		4	6	6	11	1	4	6	1	7		1	1				
20																19	17	15	13		
21		1																			
22		1	1	11																	

Figura 8.4. Matriz cruzada. Central New York Development Board

• ENCUESTAS

Las encuestas pueden realizarse entre expertos, personal de la administración, organizaciones, público afectado y/o interesado ...

La participación de los ciudadanos en esta fase del EsIA tiene aspectos interesantes:

- Puede revelar aspectos del entorno difíciles de detectar o de interpretar por los técnicos.
- Puede ayudar a identificar con mayor rapidez las alternativas a rechazar.
- Ayuda a mantener una adecuada relación entre los tres actores del proceso de la EIA: administración, ciudadano, promotor del proyecto, lo cual facilita la comunicación y, por tanto, la identificación de los impactos.
- Ayuda a identificar impactos de tipo sociológico, como las barreras psicológicas que frenan la aceptación de un proyecto, por los cambios que pueda introducir en las formas y estilos de vida.

Por el contrario, a veces, la participación ciudadana puede introducir “ruido de fondo” por falta de información de los participantes, falta de representatividad adecuada de los ciudadanos o de los grupos sociales, etc.

CONSULTA A PANELES DE EXPERTOS

Las reuniones de expertos, en seminarios, paneles, etc., permiten la discusión y el análisis por especialistas en distintos campos. De esta manera se facilita la identificación de los impactos.

Hay métodos que intentan sistematizar el procedimiento de la participación y facilitan el contraste de las distintas opiniones. Uno de los más utilizados es el método Delphi (PyVe, 1970) que está basado en el desarrollo de los siguientes pasos:

1. Presentación de lista de puntos objeto de revisión a cada individuo, por separado y anónimo para el resto.
2. Cada participante emite un juicio anónimo, que va al coordinador.
3. El coordinador va eliminando áreas en las que hay acuerdos básicos y devuelve los puntos en los que hay discordancia, incluyendo los juicios, criterios y razones distintas al respecto.



4. Se repiten los ciclos, normalmente en tres o cuatro vueltas, hasta que se alcance el acuerdo, o queden claras las razones del desacuerdo.

- ESCENARIOS DE COMPARACIÓN

Se basa este método en la comparación del proyecto objeto de estudio con otros de similares características y ubicados en entornos semejantes.

8.3 PREDICCIÓN DE IMPACTOS

La estimación de la magnitud (o cantidad de alteración) que los impactos ambientales identificados puedan alcanzar requiere del empleo de métodos predictivos.

Existen diferentes métodos de predicción que ayudan a estimar situaciones futuras. La dispersión de contaminantes, los niveles sonoros generados por un proyecto, la capacidad de autodepuración de las aguas, etc. son fenómenos cuya predicción puede hacerse mediante modelos matemáticos.

Los modelos analógicos basados en la experiencia profesional de especialistas o en el conocimiento de impactos en condiciones similares ayudan a predecir las condiciones futuras con cierto grado de exactitud (Español, 1995). El efecto de un vertido sobre la fauna puede deducirse del conocimiento que se tiene de la autoecología de las especies. Las alteraciones sobre la avifauna se pueden extrapolar de los conocimientos de la etología y ecología de las especies.

Los impactos cuyos indicadores ambientales son de tipo social suelen ser difíciles de predecir. Por ejemplo: el efecto que la creación de una playa artificial pueda tener sobre el desarrollo económico, turístico, grado de aceptación social, etc. resulta muy complejo de predecir.

8.4 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

La valoración de un impacto consiste en determinar el alcance de la significación o importancia que tendrán los efectos ambientales que la acción correspondiente provocará en el medio.

Para establecer la valoración de los impactos, se ha de tener presente la definición de impacto ambiental, que contempla el juicio de valor de la sociedad sobre los efectos de la alteración. Es decir, la valoración ha de tener una base científica

objetiva pero también ha de incorporar planteamientos sociales. Por ejemplo, los diferentes desarrollos turísticos en el litoral pueden condicionar la valoración de los recursos costeros. Las sociedades urbanas sobrevaloran los factores naturales: fauna, vegetación, paisaje natural, frente a las sociedades rurales, que tienen otras preferencias. El modo y estilo de vida afecta a la valoración de los impactos; así, las expropiaciones en Galicia causan mayores impactos que en otras regiones porque la sociedad gallega sobrevalora la propiedad de la tierra. En Levante, la escasez del agua hace que los impactos sobre este recurso adquieran una mayor importancia que en otras regiones.

La diversidad de métodos que se han desarrollado para la valoración de los impactos demuestra la dificultad que este proceso conlleva. En realidad, cada proyecto termina desarrollando un método propio de valoración.

En líneas generales, la valoración de un impacto requiere la contemplación (y el planteamiento) sobre los siguientes aspectos o atributos (definidos en el punto...):

- Signo
- Magnitud del impacto
- Importancia del impacto
- Importancia del elemento impactado

Se hace a continuación una breve exposición sobre los principales métodos desarrollados. Se han agrupado según el modo de plantear la agregación de los impactos y la comparación de las alternativas.

8.4.1 Métodos de comparación desagregada

Estos métodos proceden a valorar individualmente los impactos para cada alternativa, pero no obtienen un valor global de impacto. Por tanto, la comparación entre las distintas alternativas se efectúa de forma directa, impacto por impacto. Los métodos basados en matrices de valoración, como el de Leopold, son los más empleados.

Leopold elaboró en 1971 para el Servicio Geológico de los EE.UU una de las primeras metodologías para la valoración de los impactos. La base del método es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del proyecto que pueden alterar el medio y las entradas según filas son factores ambientales.



Cada interacción de la matriz indica una relación (y un posible impacto) de una acción del proyecto sobre un factor ambiental. La matriz original tiene definidas 100 acciones y 88 elementos ambientales, que permite 8800 interacciones.

Como es lógico, en la práctica no se utiliza completa, sino que se selecciona las acciones y los elementos ambientales, obteniéndose de esta manera una matriz reducida para el proyecto es cuestión.

Una vez confeccionada la matriz reducida se procede a la identificación causa-efecto de los impactos, marcando en la matriz las interacciones de impacto. Realizada la identificación, la valoración de los impactos se realiza atendiendo a dos criterios:

- Magnitud del impacto, o cantidad de impacto, según un número de 1 a 10, en el que el 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado y 1 a la mínima.
- Importancia, o ponderación del impacto, que da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones. Como en el caso anterior se valora con un número de 1 a 10, donde 10 significa la máxima importancia y 1 la mínima.

Los valores de magnitud van precedidos de un signo + o de un signo -, según se trate de un impacto que se considere beneficioso (mejora la calidad ambiental) o de un impacto que se considere adverso (empeora la calidad ambiental).

El método de Leopold ha sido ampliamente analizado por diferentes autores: Calderón (1984), Clark (1978), Gómez Orea (1978), Estevan (1977, 1986) que destacan las siguientes ventajas e inconvenientes:

- Ventajas:
 - Se requieren pocos medios para su desarrollo.
 - El formato matricial permite ofrecer un resumen de la evaluación con indicaciones sobre la magnitud y el peso relativo de cada impacto.
 - Aunque no hace una integración de los impactos, sirve para comparar alternativas, comparando entre si cada una de las casillas de las matrices desarrolladas para cada alternativa.
- Desventajas:
 - No da relación espacial ni temporal de los impactos.
 - Señala sólo las relaciones de primer orden.

- No proporciona indicaciones para obtener las valoraciones de magnitud e importancia, por lo que estas valoraciones tienen un alto grado de subjetivismo.

Algunos aspectos pueden subsanarse haciendo matrices en las que se indiquen algunos aspectos característicos del impacto, tales como:

- Duración:
 - Temporal
 - Permanente
- Plazo:
 - Inmediato
 - A corto plazo
 - A largo plazo
- Grado de certidumbre:
 - Cierto
 - Probable
 - Desconocido

8.4.1 Métodos de comparación por agregación sintética

El problema de la agregación de los valores de los impactos de una alternativa radica en que cada uno está expresado en una métrica diferente.

Una forma de solucionar este problema consiste en establecer una unidad de valor común de impacto. Es decir, una misma unidad de medida para estimar el valor de cualquier impacto que pueda producirse. Por ejemplo, una unidad de valor común que sirva tanto para medir los efectos de un dragado sobre la fauna bentónica y los efectos que dicha acción producirá en el ámbito socioeconómico.

Se han desarrollado métodos basados en las siguientes unidades de valor común:

- Coste energético
- Coste económico
- Calidad ambiental



COSTE ENERGÉTICO

La utilización de las unidades de coste energético exige la interpretación de todas las alteraciones de un proyecto (o alternativa) en términos de aprovechamiento o consumo de las diversas fuentes de energía.

Este sistema de valoración y agregación de impactos presenta grandes críticas, al desvirtuarse el objetivo mismo de la EIA, al interpretar los impactos en términos energéticos, además de la dificultad que para muchos impactos supone su expresión en términos de energía, como la desaparición de una comunidad biológica por la extracción de materiales de un depósito litoral.

COSTE ECONÓMICO

Las técnicas para la valoración económica de los impactos ambientales se agrupan bajo los siguientes métodos:

- Métodos basados en el mercado.
- Métodos basados en valores sustitutivos del mercado.
- Métodos basados en erogaciones potenciales o voluntad para pagar.

Los métodos basados en el mercado se fundamentan directamente en la productividad o los precios de mercado. Son aplicables cuando un cambio en la calidad ambiental afecta a la producción real o a la capacidad de producción.

Los métodos basados en valores sustitutivos emplean la información del mercado de forma indirecta. Estos métodos toman en cuenta el valor de las propiedades, las diferencias de los sueldos, el uso de productos comercializados como sustitutos de productos no comercializados (por ejemplo, el valor de una variedad de pescado no comercializado puede valorarse al precio del pescado más similar que se vende en los mercados locales).

Los métodos basados en erogaciones potenciales o voluntad de pagar (Costos de sustitución, Proyecto sombra, Valoración contingente) se fundamentan en la estimación de lo que se estaría dispuesto a pagar por proteger un bien ambiental.

CALIDAD AMBIENTAL

El Battelle Memorial Institute desarrolló en 1971 un método de valoración basado en el concepto de calidad ambiental como un factor adimensional que mide la "distancia" de un medio determinado a su óptimo ambiental. La referencia para este



óptimo ambiental se sustenta en el concepto ecológico de Climax (comunidad madura de alta diversidad como producto final de la sucesión ecológica), pero incluyendo también a los restantes aspectos que integran el medio ambiente (los componentes del medio social).

La esencia del método consiste en la determinación de la magnitud de los impactos mediante la utilización de indicadores de impacto adecuados en las dos situaciones ambientales: “sin” y “con” proyecto. Posteriormente, las distintas métricas en que se han medido estas magnitudes son transformadas en unas mismas unidades de calidad ambiental. Cada indicador de impacto está ponderado por un valor que indica su importancia relativa. De esta manera, el impacto global de cada alternativa se obtiene mediante la suma de cada uno de los valores de los impactos parciales expresados en unidades de calidad ambiental y ponderados por sus correspondientes valores de importancia. Se trata pues de un método de valoración cuantitativo.

Este método fue inicialmente diseñado para proyectos relacionados con los recursos hidráulicos. En esencia, el método consiste en:

1. Establecimiento de una lista jerárquica de indicadores.
2. Ponderación de los impactos.
3. Medida de los indicadores en la situación sin proyecto.
4. Predicción de los valores de los indicadores para la situación sin proyecto.
5. Transformación de esos valores en unidades de calidad ambiental (funciones de transformación).
6. Suma ponderada de calidad ambiental en la situación sin proyecto.
7. Suma ponderada de calidad ambiental en la situación con proyecto.
8. Comparación: determinación del impacto global por diferencia entre los puntos 6 y 7.

El método elaboró una lista jerárquica de indicadores ambientales partiendo de las cuatro grandes áreas de impacto siguientes:

- Ecología
- Contaminación
- Estética
- Medio social

Partiendo de estas grandes áreas se dedujeron 18 componentes ambientales: 3 en el área de Ecología, 4 en Contaminación, 6 en Estética y 5 en el Medio social. A su vez, cada componente fue disgregado en indicadores de impacto, resultando un total



de 78: 18 para los componentes de Ecología, 24 para los de Contaminación, 17 para los de Estética y 19 para los del Medio social (Figura 8.5)

La ponderación de los 79 indicadores de impacto se realizó mediante la distribución de 1000 puntos de valor, empleándose para ello el método de Ordenación y Comparación por pares, mediante la técnica de consulta Delphi.

La expresión en unidades conmensurables de unidades de calidad ambiental de las diferentes métricas en que se obtienen las medidas de los indicadores de impacto queda resuelto por las llamadas funciones de valor. Estas funciones son curvas (Figura 8.6) de transformación que relacionan las unidades de los indicadores (eje de las x) con una escala decimal que expresa las unidades de calidad ambiental (en el eje de las Y).

Función de evaluación de índice de calidad

(Suponiendo saturación con 9 mg/2)

$$I_n = f(\bar{M}_n)$$

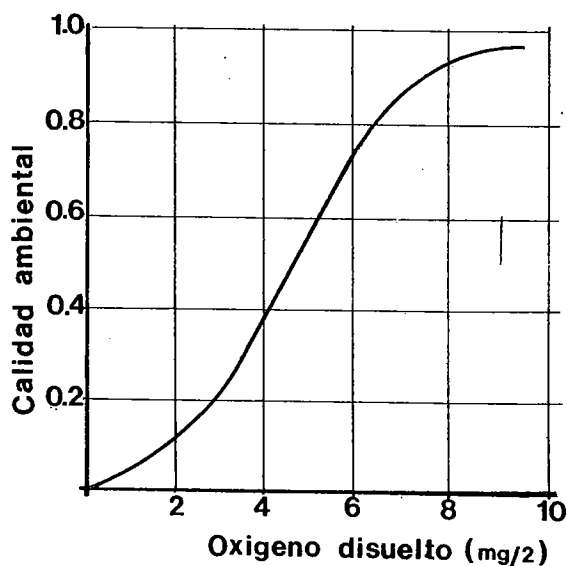


Figura 8.6. Curva de transformación para el indicador oxígeno disuelto en agua.

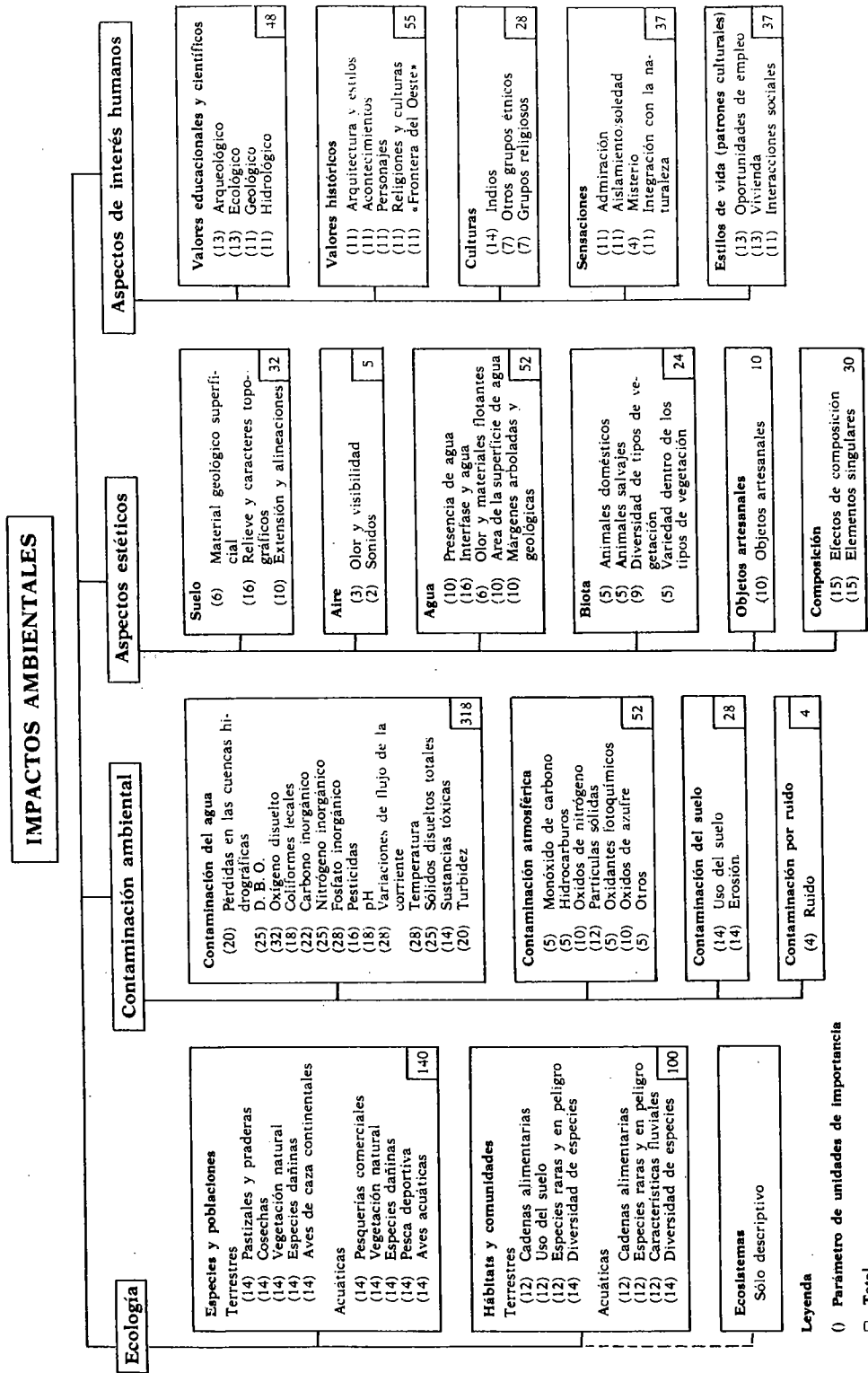


Figura 8.5



El resultado final de la aplicación del método conduce a una valoración de la calidad del ambiente en las siguientes situaciones:

1. Calidad ambiental máxima teórica (1000).
2. Calidad ambiental sin proyecto.
3. Calidad ambiental con proyecto.
4. Impacto global de la alternativa: diferencia entre 2 y 3.

El método dispone además de un “sistema de alerta” por considerar que hay que destacar ciertas situaciones críticas. Es decir, aunque el impacto global de un proyecto sea admisible, puede haber ciertos parámetros afectados de forma inadmisibles.

Las ventajas que se le atribuyen a este método son las siguientes:

- Es un método sistematizado para la comparación de alternativas. De alguna manera, fuerza a la decisión, dado que se obtiene la cifra de alteración de calidad ambiental para cada alternativa.
- Tiene la posibilidad de destacar impactos inadmisibles mediante el sistema de alerta (bandera roja).
- Estevan (1984) destaca la validez del método “para apreciar la degradación del medio como resultado del proyecto tanto totalmente como en sus distintos sectores”.
- La asignación de pesos se realiza mediante un procedimiento que minimiza la subjetividad de un solo individuo o un grupo dominante.

Las desventajas que presenta el método, analizado por diferentes autores, son las siguientes:

- La lista de indicadores es limitada, fija (cerrada) y no tiene en cuenta las relaciones entre componentes ambientales o las interacciones causa-efecto.
- La asignación de los pesos a los indicadores da una excesiva rigidez al método.
- Respecto a las funciones de valor:
 - Son rígidas y no admiten la consideración de la dinamicidad de los sistemas ambientales. Los valores de los indicadores pueden variar a lo largo del tiempo.
 - Las funciones de valor (curvas de transformación) pueden dar una errónea sensación de objetividad, cuando en su elaboración puede haberse introducido factores subjetivos.

- Las funciones de valor no tienen un valor universal.

La aplicación de este método requiere de:

- La elaboración de una lista jerárquica y específica de indicadores de impacto para el proyecto objeto de evaluación.
- Realización de la ponderación de los indicadores de los impactos.
- Revisión y adaptación de las funciones de valor, en relación con los indicadores de impacto y teniendo en cuenta las características del entorno afectado.

8.4.3 Sistemas de selección cartográfica

Son sistemas que consiguen una agregación de los impactos sobre una base espacial o geográfica. Resultan métodos especialmente adecuados en las fases previas de planificación, cuando no hay limitaciones para la ubicación del proyecto o éstas resultan muy escasas.

Este tipo de métodos fue inicialmente propuesto por Mc Harg en 1968. El método Mc Harg o de las transparencias se basa en el desarrollo de los siguientes puntos:

- División del área de estudio en unidades:
 - Regulares: mallas poligonales.
 - Homogéneas: respecto de uno o varios elementos ambientales.
 - Inventario de los elementos del medio para cada unidad.
 - Elaboración de mapas temáticos (en transparencias).
 - Elección de los factores ambientales susceptibles de impacto por el proyecto.
 - Valoración de los impactos mediante una escala de tonos de colores que indican la gravedad del impacto (desde tonos claros a más oscuros). Se obtiene un mapa de impacto para cada uno de los factores elegidos en papel transparente.
- Integración de los impactos por superposición de transparencias.

Las ventajas que ofrece este tipo de métodos son las siguientes:

- Llevan implícito cierto grado de agregación o suma de impactos, aunque grosera, mediante la superposición de transparencias.

- Ayudan de manera directa a la decisión, pues detectan “corredores de mínimo impacto”.
- Son útiles para localizar geográficamente el impacto, diferenciándolo sustancialmente del resto de métodos que no prestan atención a esa localización espacial.
- Son útiles en la comunicación de resultados, tanto en la forma agregada final como parcialmente, transparencia a transparencia. Ayudan a la comunicación del número, tipo y localización de los receptores del impacto.

El inconveniente de este método está en la propia naturaleza del método, que exige superponer transparencias, lo que limita el número de impactos que pueden ser considerados. No obstante, esta limitación puede salvarse sustituyendo el sistema de superposición de transparencias manual por sistemas de información geográfica.