



PROYECTO: **METHODOLOGICAL GUIDELINES FOR THE ENVIRONMENTAL AND SOCIO ECONOMIC IMPACT ASSESSMENT OF OFFSHORE WINDFARMS IN TOURISTIC AREAS**
 UNIDAD: **CONSULTORÍA MEDIOAMBIENTAL (MEDA)**
 TÍTULO: **D4 REPORT**
 IDENTIFIC.: **SA11HZ-IN-02.000775.00012**

Informe



REV.: **0** FECHA: **21/5/03**

ID CLTE: ID SAP: HOJA 1 de 140
 VERIFICACIÓN DE DISEÑO Nivel 1 Nivel 2 No aplica

CONTROL DE REVISIONES

<u>REVISIÓN</u>	<u>FECHA</u>	<u>MOTIVO</u>	<u>HOJAS REVISADAS</u>
0	05/12/02	Edición inicial	N/A



Este documento ha sido desarrollado como parte de un proyecto financiado por el Programa ALTENER de la Comisión de las Comunidades Europeas:

WINDTOUR

METHODOLOGICAL GUIDELINES FOR THE ENVIRONMENTAL AND SOCIOECONOMIC
 IMPACT ASSESSMENT OF OFF-SHORE WINDFARMS IN TOURISTIC AREAS

ALTENER PROGRAMME 2001

Project Nº 4.1030/Z/01-036/2001

El contenido de este documento es responsabilidad del autor y no representa el punto de vista de la Comisión o sus servicios.

Preparado
MVES, ARB

Revisado
EVG

Aprobado
EPA



ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN	3
2. INTRODUCCIÓN	8
3. ENERGÍA EÓLICA OFFSHORE	12
4. PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	17
5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	19
5.1 Evaluación de Impacto Ambiental	19
5.2 Estudio de Impacto Ambiental	20
5.3 Consideración de Impactos Acumulados	22
6. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	25
7. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO E INVENTARIO AMBIENTAL	26
8. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DEL PROYECTO	37
9. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	39
9.1 Medio Físico	39
9.2 Medio Biológico	46
9.3 Paisaje	51
9.4 Medio Socioeconómico	52
10. RESUMEN: MATRIZ DE ACCIONES-IMPACTOS	66
11. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	70
11.1 Medio Físico	72
11.2 Medio Biológico	83
11.3 Paisaje	92
11.4 Medio Socioeconómico	94
12. MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS	112
12.1 Medidas protectoras	112
12.2 Medidas correctoras	120
12.3 Medidas compensatorias	121
13. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	123
13.1 Fase de construcción	124
13.2 Fase de funcionamiento	125
13.3 Fase de desmantelamiento	129
14. BIBLIOGRAFÍA	130
15. GLOSARIO	136
ANEXO 1. ACCIONES DE PROYECTO EN TIERRA	138

REPORT COVER PAGE

Project title: **Methodological guidelines for the Environmental and Socio Economic Impact Assessment of offshore windfarms in touristic areas**

Project acronym: WINDTOUR

Contract Number: 4.1030 / Z / 01-036 / 2001

Work groups

Work Group No. 1: (Project co-ordinator)

Legal name: IBERDROLA Ingeniería y Consultoría. (IBERINCO)

Address: Av. Burgos 8-B. Edificio Genesis 28036 Madrid. SPAIN

Telephone / Fax: 34-91 3833180 / 34-91 3833311

e-mail: jmr@iberdrolaingenieria.es

Person in charge of the project: José Antonio Mieres. Environmental Department Director

Work Group No. 2:

Legal name: ECOSSISTEMA Consultores em Engenharia do Ambiente

Address: Rua Jorge Borges de Macedo 9ª, 2795-202 Linda-a-Velha PORTUGAL

Telephone / Fax: 351 214146010 / 351 214146019

e-mail: julio.jesus@ecosistema-lda.pt

Person in charge of the project: Julio José de Jesús. General Director

Reporting period: 4th activity: Methodological Guidelines.

Author of report: IBERDROLA Ingeniería y Consultoría (IBERINCO)

1. PRESENTACIÓN

La presente Guía Metodológica es resultado del proyecto:

WINDTOUR



Methodological Guidelines for the Environmental and Socio Economic Impact Assessment of Offshore Windfarms in Touristic areas



European Commission. DG TREN. Altener Programme

Contract number: 4.1030/Z/01-036/2001

El equipo que ha desarrollado el proyecto ha estado formado por técnicos de las siguientes empresas:



IBERINCO. Iberdrola Ingeniería y Consultoría
Dpto. de Energías Renovables y Medio Ambiente
Av. Burgos 8B
28036 –Madrid (España)
email contacto: evg@iberinco.es



**ECOSSISTEMA. Consultores em Engenharia do
Ambiente, Lda.**
Rua Jorge Borges de Macedo, 9ª
2795202 Linda-a-Velha (Portugal)
email contacto: julio.jesus@ecosistema-lda.pt

Agradecemos la colaboración de un gran número de entidades públicas y privadas, pertenecientes a ámbitos locales, nacionales y comunitarios, que han servido de base para el desarrollo de este proyecto.

PARTICIPANTES ESPAÑOLES

	Área de competencia
Ministerio de Medio Ambiente	Nacional
Secretaría Nacional de Aguas y Costas	Nacional
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría de Pesca	Nacional
IBERRENOVA (Iberdrola Energías Renovables)	Nacional
Instituto Oceanográfico Nacional	Nacional
CEDEX. Centro de Estudios de Puertos y Costas	Nacional
GREENPEACE España	Nacional
ADENA / WWF	Nacional
Asociación Española de Impacto Ambiental	Nacional
SEO / Birdlife. Sociedad Española de Ornitología	Nacional
Gobierno de Cataluña. Departamento de Medio Ambiente	Delta del Ebro
Parque Natural del Delta del Ebro	Delta del Ebro
Gobierno de Cataluña. Consejería de Turismo Regional	Delta del Ebro
Gobierno de Cataluña. Consejería de Recursos Pesqueros	Delta del Ebro
Cofradía de Pescadores de L'Ampolla	Delta del Ebro
Federación de Cofradías de Pescadores de Tarragona	Delta del Ebro
Autoridad Portuaria de L'Ampolla	Delta del Ebro
Autoridad Portuaria de San Carlos de la Rápita	Delta del Ebro
Capitanía Marítima de Tarragona	Delta del Ebro
Capitanía Marítima de San Carlos de la Rápita	Delta del Ebro
Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Tarragona	Delta del Ebro
Gobierno de Andalucía. Departamento de Medio ambiente	Golfo de Cádiz
Gobierno de Andalucía. Consejería de Turismo Regional	Golfo de Cádiz
Asociación de Municipios de la Bahía de Cádiz. Comisión de Turismo	Golfo de Cádiz
Federación de Cofradías de Pescadores de Andalucía	Golfo de Cádiz
Cofradías de Pescadores de Cádiz	Golfo de Cádiz
Cofradía de Pescadores de Conil de la Frontera	Golfo de Cádiz

	Área de competencia
Autoridad Portuaria de la Bahía de Cádiz	Golfo de Cádiz
Capitanía Marítima de Cádiz	Golfo de Cádiz
Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Cádiz	Golfo de Cádiz
EBD. Estación Biológica de Doñana	Golfo de Cádiz
Universidad de Cádiz. Escuela de Estudios Marinos y Ciencias Medioambientales. Departamento de Ecología	Golfo de Cádiz

PARTICIPANTES PORTUGUESES

	Área de competencia
Capitanía del Puerto de Lisboa	Estuario Tajo
Autoridad Portuaria de Lisboa	Estuario Tajo
Ayuntamiento de Lisboa	Estuario Tajo
Dirección General de Energía	Estuario Tajo
Instituto de Medio Ambiente	Estuario Tajo
Instituto de Conservación de la Naturaleza	Estuario Tajo
Instituto Hidrográfico	Estuario Tajo
IPIMAR. Instituto de Investigación Pesquera y Marina	Estuario Tajo
INETI. Instituto Nacional de Ingeniería y Tecnología Industrial	Estuario Tajo
GEOTA. ONG Gestión Medioambiental y Territorial de Portugal	Estuario Tajo
APREN. Energías Renovables	Estuario Tajo
CPAS. Centro Portugués de Actividades Submarinas	Estuario Tajo
SPECO. Sociedad Portuguesa de Ecología	Estuario Tajo
SPEA. Sociedad Portuguesa de Ornitología	Estuario Tajo
Reserva de Acantilados Fósiles de Costa Caparica	Estuario Tajo
Eco-Natura. Asociación de Defensa del Medio Ambiente	Estuario Tajo
ENERNOVA. Energías Renovables	Estuario Tajo
Panel Regional de Turismo. Centro de Portugal	Figueira da Foz
Dirección Regional de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. Centro de Portugal	Figueira da Foz
QUERCUS. ONG Ecologista. Sede de Coimbra	Figueira da Foz

IDENTIF.: SA11HZ-IN-02.000775.00012
TÍTULO: D4 REPORT

▼
HOJA 7 de 140
FECHA: 21/5/03
REV.: 0
▲

	Área de competencia
Ayuntamiento de Figueira da Foz	Figueira da Foz

PARTICIPANTES EUROPEOS

	País
FRONTERWIND NEK Umwelttechnik	Alemania
SEAS Wind Energy Centre	Dinamarca
Commission on EIA	Holanda
ELSAM	Dinamarca
ENEA. Ente per le Nuove Tecnologie L'Energia e L'Ambiente	Italia

2. INTRODUCCIÓN

El programa ALTENER (http://europa.eu.int/comm/energy/en/pfs_altener_en.html) tiene por objeto fomentar las energías renovables en la Unión Europea.

Dicho Programa sirve de ayuda a la creación de un marco de trabajo para el uso y desarrollo de las energías renovables, proporcionando apoyo a experiencias piloto, así como a su despegue y comercialización.

Aprobado por una Decisión del Consejo en 1993, mejorará el uso de los recursos energéticos locales así como la distribución efectiva por parte de las fundaciones públicas. Sus objetivos suponen la reducción de emisiones de CO₂ en 180 millones de toneladas anuales, una acción decisiva para frenar el efecto invernadero. Y, finalmente, promueve la consolidación de un mercado interno y reduce la dependencia de la Unión Europea de fuentes energéticas importadas.

Los objetivos del Programa ALTENER, además de contribuir a la realización equilibrada de objetivos prioritarios de política energética (la seguridad de abastecimiento, la competitividad, y la protección del medio ambiente), son los siguientes:

- Contribuir a la creación de las condiciones necesarias para la aplicación del plan de acción comunitario sobre energías renovables
- Impulsar la inversión pública y privada en la producción y consumo de energía derivada de fuentes renovables.

Estos dos objetivos específicos contribuirán a alcanzar los siguientes objetivos y prioridades globales de la Comunidad:

- La limitación de emisiones de CO₂.
- El aumento de la proporción de las energías renovables con objeto de lograr el objetivo indicativo del 12% del consumo interno bruto de energía en la Comunidad en el 2010.
- La disminución de la dependencia de las importaciones de energía, la seguridad del abastecimiento y el fomento del empleo.
- El desarrollo económico.

- La cohesión económica y social y el desarrollo regional y local, fortaleciendo además el potencial económico de las regiones remotas y periféricas

Los objetivos específicos del programa ALTENER fijados para el año 2005 son los siguientes:

- Doblar el uso de energías renovables del 4% del consumo total de energía en 1991 al 8%.
- Triplicar la producción de energía eléctrica a partir de renovables, excluyendo las instalaciones hidroeléctricas de gran tamaño.
- Asegurar el empleo de un 5% de biocombustibles en los vehículos de motor.

En el contexto de dicho Programa, y enfocado en la energía eólica como un recurso renovable, el Proyecto WINDTOUR tiene como objeto servir de apoyo para afrontar el proceso de evaluación del impacto medioambiental y socioeconómico derivado de la instalación de parques eólicos marinos, especialmente en áreas turísticas.

El grado de madurez tecnológica alcanzado por las energías renovables, y por la eólica en particular, unido a su rápido desarrollo, competitividad económica y a las indudables ventajas que su uso supone, hacen que se pueda afirmar que las energías renovables se encuentran en condiciones de competir con el resto de energías convencionales no renovables.

En este sentido, la energía eólica marina cuenta con un enorme potencial en un futuro próximo, especialmente teniendo en cuenta el objetivo de Protección Climática acordado en diversos protocolos internacionales.

No obstante, la instalación y funcionamiento de parques eólicos en el mar puede encontrar diversas dificultades tanto a nivel ambiental como político, industrial y sectorial; a pesar de ello, diversos proyectos están actualmente en funcionamiento o construcción en el norte de Europa, principalmente en Reino Unido, Suecia, Dinamarca, Holanda y Alemania.

En el caso de los países del sur de Europa, debe tenerse en cuenta el hecho de que las costas presentan una intensa actividad económica basada en el turismo, los recursos pesqueros y el tráfico marítimo, aspectos que pueden contribuir a que la opinión pública muestre una especial sensibilidad ante la construcción de parques eólicos en el mar.

En lo que respecta al procedimiento de licenciamiento, y de acuerdo a la Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997, por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, para determinados proyectos, entre los que quedan incluidos las instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos), los Estados miembros determinarán, mediante estudio caso por caso o mediante umbrales o criterios establecidos por el Estado miembro, si el proyecto será objeto de evaluación de impacto ambiental.

En este escenario, los promotores de parques eólicos marinos perciben a menudo el riesgo debido al potencial retraso generado durante el proceso de licenciamiento, o incluso a la posible no viabilidad del proyecto, ya que no existen procedimientos standard basados en datos reales proporcionados por los diferentes sectores, organizaciones y organismos implicados. Todo ello puede llevar consigo el que muchas oportunidades puedan ser abandonadas tras las primeras fases de desarrollo.

Es objetivo del proyecto WINDTOUR el obtener información acerca de las principales cuestiones e intereses percibidos no sólo por el público en general sino también por los técnicos especialistas y por los gestores encargados de la toma de decisiones, con el fin de diseñar un marco de trabajo específico que permita minimizar los impactos generados por los parques eólicos en el mar (en particular en lo referente a zonas que muestren un cierto potencial turístico o presenten un determinado valor desde el punto de vista ambiental), y así facilitar el proceso de autorización ambiental y fomentar su desarrollo.

Para lograr este objetivo, se ha considerado fundamental el contar con la opinión de las diferentes partes interesadas, sus principales preocupaciones y puntos de vista. Debe valorarse el qué, cómo y por qué de los sectores afectados. Para ello, se ha considerado como parte de la metodología desarrollada en el Proyecto la obtención de la información necesaria mediante un proceso de comunicación directa y continua con dichos sectores, incluyendo promotores europeos, agencias de energía y medio ambiente, organismos regionales y locales de turismo, organismos pesqueros, autoridades marítimas, organizaciones y profesionales de la evaluación de impacto ambiental y socioeconómico, ONG's, residentes locales afectados, turistas, etc. Este intercambio de información ha sido desarrollado a través de entrevistas directas con diferentes organismos e instituciones interesados, y mediante la realización de encuestas (1.000 personas), dirigidas fundamentalmente a residentes locales o turistas, en cuatro zonas piloto de España y Portugal.

En base a los objetivos descritos, la puesta en práctica de la información obtenida se traduce en el desarrollo de esta Guía Metodológica para la evaluación del impacto

ambiental y social generado por parques eólicos marinos, que podrá ser utilizada por los profesionales de la evaluación de impacto como herramienta de trabajo.

La Guía incluye una serie de propuestas para el establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias de efectos positivos sobre los sectores afectados.

La estructura de la presente Guía es la siguiente:

- Capítulo 3: dedicado a la energía eólica offshore, sus ventajas e inconvenientes.
- Capítulo 4: aborda el proceso de planificación y valoración estratégica de desarrollo de la energía eólica offshore, que debe preceder y servir de marco a los proyectos de parques eólicos offshore.
- Capítulo 5: dedicado a la descripción de las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental y descripción del Estudio de Impacto Ambiental
- Capítulo 6: trata el estudio del proyecto de parque eólico offshore en sí, en lo que se refiere al tipo de alternativas que pueden ser consideradas, incluyendo la localización del proyecto.
- Capítulo 7: incluye la definición del alcance y de las áreas de estudio.
- Capítulo 8: describe las diferentes acciones de proyecto que deben ser consideradas, y que se completan con un anexo en el que se incluyen las acciones de proyecto de las infraestructuras terrestres asociadas.
- Capítulo 9: donde se incluye la identificación de los impactos que se generan
- Capítulo 10: contiene la matriz de acciones de proyecto / impactos generados
- Capítulo 11: describe los procesos de caracterización y valoración de los impactos producidos.
- Capítulo 12: describe las medidas protectoras, correctoras y compensatorias más adecuadas en cada caso
- Capítulo 13: incluye los principales aspectos que deberán considerarse en la elaboración del plan de vigilancia

3. ENERGÍA EÓLICA OFFSHORE

La promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables es un objetivo prioritario de la Unión Europea, por razones de seguridad y diversificación del suministro de energía, de protección del medio ambiente y de cohesión económico-social al promover la formación de empleo local. Su participación es considerada fundamental para alcanzar los objetivos marcados en el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Sobre estas bases, en el Libro Blanco de las Energías Renovables de la Comisión Europea, por el que se establecen una estrategia y un plan de acción comunitarios, se marca el objetivo de alcanzar una penetración del 12% (respecto al 6% en 1997) como cuota de las fuentes energías renovables en el año 2010 respecto del total del consumo interior bruto de energía de la Unión Europea, lo que se traduce en un 22,1% de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables. Este objetivo global exige una fuerte implicación de los Estados miembros, que deberán estimular la expansión de las fuentes de energía renovables en función de su propio potencial.

En este sentido, la Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de energías renovables en el mercado interior de la electricidad, establece los siguientes valores de referencia para los objetivos indicativos nacionales de los Estados miembros respecto a la parte de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables¹ (E-FER) en el consumo bruto de electricidad en 2010.

Estado	E-FER (TWh) 1997 ²	E-FER 1997 (%) ³	E-FER 2010 (%) ³
Bélgica	0,86	1,1	6,0
Dinamarca	3,21	8,7	29,0
Alemania	24,91	4,5	12,5
Grecia	3,94	8,6	20,1

¹ Fuentes de energía renovables: las fuentes de energía renovables no fósiles (energía eólica, solar, geotérmica, del oleaje, mareomotriz e hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás).

² Los datos corresponden a la producción nacional de E-FER en 1997

³ Los porcentajes de E-FER en 1997 y 2010 se obtienen a partir de la producción nacional de E-FER dividida por el consumo nacional bruto de electricidad. En el caso del comercio nacional de E-FER (con certificado reconocido o de origen registrado), el cálculo de estos porcentajes influirá en las cifras para el año 2010 de cada Estado miembro, pero no en el total de la Comunidad.

España	37,15	19,9	29,4
Francia	66,00	15,0	21,0
Irlanda	0,84	3,6	13,2
Italia	46,46	16,0	25,0
Luxemburgo	0,14	2,1	5,7
Países Bajos	3,45	3,5	9,0
Austria	39,05	70,0	78,1
Portugal	14,30	38,5	39,0
Finlandia	19,03	24,7	31,5
Suecia	72,03	49,1	60,0
Reino Unido	7,04	1,7	10,0
Comunidad	338,41	13,9%	22%⁴

La promoción y objetivos genéricos en materia de energías renovables, se traducen en una serie de objetivos específicos establecidos para cada una de las diferentes fuentes energéticas consideradas. Así, el Libro Blanco sobre las fuentes de energía renovables establece, como parte de la Campaña para el despegue de las fuentes de energía renovables⁵, las siguientes acciones clave:

- Instalación de 1.000.000 de sistemas fotovoltaicos, 500.000 de los cuales se integrarán en los techos y fachadas, destinados al mercado interior de la Unión y 500.000 destinados a la exportación, para dar, principalmente, un impulso a la electrificación descentralizada de los países en desarrollo;
- 10.000 MW generados por grandes parques eólicos;
- 10.000 MWth generados por instalaciones de biomasa;
- Integración como proyecto piloto de las fuentes de energía renovables en 100 comunidades, regiones, aglomeraciones urbanas, islas, etc.

⁴ Cifra redondeada resultante de los valores de referencia indicados más arriba.

⁵ Campaña que tiene por objeto estimular la realización de proyectos de envergadura en diferentes sectores de las energías renovables.

El objetivo de generación eléctrica procedente de energía eólica (10.000 MW en 2010) se complementa con otros objetivos establecidos a corto plazo (8.000 MW en 2005 establecido como objetivo del Programa ALTENER) y largo plazo (50.000 MW en 2020 establecido a partir de los resultados del informe TERES II). Alternativamente, la European Wind Energy Association (EWEA) estima un objetivo de 60.000 MW para el 2010 y 150.000 para el 2020, de los que 5.000 MW y 50.000 MW respectivamente corresponderán a energía eólica offshore. Por tanto, el papel de la energía eólica de cara a la consecución de los objetivos de la Unión Europea en materia de generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables, es fundamental.

Para dar respuesta a estos ambiciosos objetivos, diferentes estados miembros de la Unión Europea han definido sus propios planes de acción en materia de energía eólica, de forma que el resultado global sea la consecución del objetivo conjunto. Los objetivos de los diferentes estados son los siguientes:

Estado	Producción eléctrica procedente de energía eólica en 1997 (MW)	Objetivos (MW)	Comentarios
Austria	17	Sin objetivos	Algunas actividades se han llevado a cabo para la promoción de la energía eólica, pero los precios de la electricidad son demasiado bajos
Bélgica	7	Sin objetivos específicos para energía eólica	El Plan Nacional de CO ₂ establece un objetivo de 700 MW en 2005
Dinamarca	1.135	1.500 MW en 2005 5.500 MW en 2030	Incluye un objetivo a largo plazo de 4.000 MW para energía eólica offshore en 2030
Finlandia	12	500 MW en 2010 y 2.000 MW en 2025	
Francia	6	250 – 500 MW en 2005 5.000 MW en 2010	
Alemania	2.002	2.200 MW en 2000 5 – 6% del consumo neto nacional en 2010	Los objetivos se establecen en cada Bundesländer. Las mayores contribuciones proceden de Schleswig-Holstein y Lower Saxony
Grecia	69	245 MW en 2000 350 MW en 2005	
Italia	110	300 – 600 MW en 2000 2.500 MW en 2008 - 2012	Se ha superado. Actualmente se encuentran aprobados más de 750 MW
Irlanda	50	170 MW en 1999 470 MW en 2010	Tras la finalización del AER-1, se promocionará un mercado de 30 MW anuales
Luxemburgo	2	Sin objetivos	La disponibilidad de espacio es muy limitada
Holanda	349	1.000 MW en 2000 2.000 MW en 2007 2.800 MW en 2020	Los objetivos a partir de 2000 incluyen localizaciones offshore (1.250 MW)
Portugal	29	70 MW en 2000	Según Programa E4, que establece objetivos para diferentes energías

		3.000 MW en 2010	renovables
España	449	12% de la producción de electricidad procedente de fuentes renovables en 2010 Los objetivos específicos se establecen por Comunidades Autónomas. Galicia, Andalucía y Cataluña poseen la mayor parte de los objetivos	Estimados 1.200 MW en 2000. Se ha estimado un potencial de 6.000 MW en 5 Comunidades Autónomas.
Suecia	123	Sin objetivos	12,5% del consumo de electricidad procedente de energías renovables en 2010
Reino Unido	333	10% de la producción de electricidad procedente de fuentes renovables en 2010 (5% de energía eólica)	2.600 MW procedentes de energía eólica offshore en 2010

Fuentes: European Wind Energy Association
Concerted Action on Offshore Wind Energy in Europe

Los diferentes objetivos de producción eléctrica utilizando energía eólica indican la importancia de esta fuente energética en el conjunto de las renovables, como medio para alcanzar los objetivos establecidos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y búsqueda del desarrollo sostenible.

La explotación de la energía eólica onshore ha crecido enormemente en la última década, hasta el punto de que el 10% de la electricidad generada en ciertas áreas de Europa (Dinamarca, Schleswig Holstein en Alemania y Gotland en Suecia) procede de los parques eólicos. Sin embargo, esta expansión no se ha realizado sin problemas y es frecuente la problemática de diversa índole que presentan estos desarrollos eólicos.

Una solución para evitar la problemática relativa al uso del suelo y que permite además la reducción del impacto generado por ruido y, en la mayoría de los casos, una minimización del efecto generado en el paisaje, es el desarrollo eólico offshore, que presenta otra serie de ventajas:

- Disponibilidad de áreas extensas apropiadas para el desarrollo de grandes proyectos.
- Mayores velocidades del viento, que generalmente se incrementan a medida que aumenta la distancia a la costa.
- Menor turbulencia, lo que permite una mayor efectividad en la producción energética y una menor fatiga de las turbinas.
- Menor cizallamiento del viento, lo que permite la utilización de torres más bajas.

- Posibilidad de utilizar turbinas de grandes tamaños y capacidad. Así, se prevé la utilización de turbinas de hasta 125 m de diámetro de rotor y 10 MW.

Sin embargo, existen una serie de inconvenientes relacionados con la mayor inversión requerida por los desarrollos eólicos offshore debido, fundamentalmente, a los siguientes factores:

- Cimentaciones más caras.
- Conexión a la red eléctrica más cara y, en ocasiones, acompañada de un necesario redimensionamiento de ésta para soportar los nuevos requerimientos de transporte.
- Técnicas constructivas más caras y restricción de acceso al área cuando las condiciones meteorológicas son desfavorables.

Sin embargo, estos inconvenientes están siendo minimizados progresivamente mediante el avance tecnológico y el desarrollo de experiencias, de manera que se prevé que durante la próxima década estos costes se reducirán significativamente. De esta forma, si actualmente la energía eólica onshore está en condiciones de competir con otras formas convencionales de generación eléctrica, sobre todo cuando se internalizan los beneficios ambientales, parece muy probable que la energía eólica offshore seguirá su camino en los próximos años. Según algunos estudios (Concerted Action on Offshore Wind Energy, 2001) los recursos disponibles de energía eólica offshore podrían cubrir, de forma económicamente viable, una gran parte de las necesidades energéticas europeas.

La presente Guía Metodológica trata de aportar el conocimiento necesario para superar las barreras no tecnológicas a las que deben enfrentarse los proyectos de parques eólicos offshore. De forma específica, esta Guía trata los aspectos relativos al estudio de impacto ambiental, recogiendo el conocimiento actual sobre los elementos del medio que son afectados, cómo son afectados, cómo valorar esta afección, cómo mitigarla, corregirla y compensarla, y cómo llevar a cabo la vigilancia de los impactos generados.

Dado que hasta la actualidad, los desarrollos eólicos offshore se han producido en áreas del norte de Europa, no existe un conocimiento preciso sobre su afección en costas en las que el desarrollo turístico juegue un papel económico esencial. Por ello, esta Guía trata de subsanar esta carencia, aportando el conocimiento necesario para valorar este tipo de afección, obtenido a partir de la investigación específica del impacto sobre el sector turístico de los parques eólicos offshore.

4. PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

El fomento de las energías renovables (y de la eólica en particular) a nivel nacional e internacional supone la existencia de muchas oportunidades de cara a su explotación. Esto se traduce, con frecuencia, en que muchas administraciones, tanto a nivel nacional como regional, estén inmersas en un proceso de evaluación de proyectos que supera su capacidad de gestión, lo cual puede conducir a la dilatación en la tramitación de expedientes.

La necesidad de cumplir con los objetivos marcados para el uso de energías renovables, las expectativas que despierta el aprovechamiento eólico y los límites físicos existentes a nivel territorial, requieren el establecimiento de marcos de acción que regulen el aprovechamiento eólico.

Por todo ello, como paso previo a la identificación de posibles emplazamientos para un proyecto de parque eólico, es aconsejable la realización de Planes o Programas que permitan, en base a criterios objetivos, determinar las zonas potenciales de desarrollo.

En este sentido, una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) puede resultar de gran ayuda para la elaboración de Planes y Programas, tanto a nivel regional como nacional. La EAE constituye hoy en día uno de los más completos instrumentos de ayuda a la decisión sobre iniciativas de desarrollo de amplio alcance con potenciales efectos sobre el medio ambiente.

En lo que respecta al ámbito legislativo de la EAE, en la Unión Europea el proceso seguido por la evaluación ambiental ha pasado por diferentes etapas, desde la aprobación de la Directiva 85/337/CEE (en la que no se incluía la EAE, que quedó pospuesta a redacción de una Directiva específica), a la aprobación del Acta Única Europea de 1987 (que supuso un reforzamiento, al menos en cuanto a intencionalidad política se refiere, de la integración ambiental en el proceso de toma de decisiones) y al Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea (Maastrich, 1993 y Amsterdam, 1997), que indica que el objetivo de la Unión será promover el progreso económico y social y un alto nivel de empleo y conseguir un desarrollo equilibrado y sostenible, y establece que las exigencias de la protección del medio ambiente deben incluirse en la definición y en la realización de las demás políticas y acciones de la Comunidad, con el objeto de fomentar un desarrollo sostenible.

Tras varios años, fue finalmente aprobada la Directiva 2001/42/CE del Parlamento y del Consejo, de 27 de junio, relativa a la evaluación de los efectos de determinados Planes y Programas en el medio ambiente. La Directiva tiene por objeto conseguir un elevado nivel de protección del medio ambiente y contribuir a la integración de

aspectos medioambientales en la preparación y adopción de planes y programas con el fin de promover un desarrollo sostenible, garantizando la realización, de conformidad con las disposiciones de la presente Directiva, de una evaluación medioambiental de determinados planes y programas que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente. En lo que respecta a su ámbito de aplicación, establece que serán objeto de evaluación medioambiental los planes y programas que se elaboren con respecto a la agricultura, la silvicultura, la pesca, la energía, la industria, el transporte, la gestión de residuos, la gestión de recursos hídricos, las telecomunicaciones, el turismo, la ordenación del territorio urbano y rural o la utilización del suelo y que establezcan el marco para la autorización en el futuro de proyectos enumerados en los anexos I y II de la Directiva 85/337/CEE, o que, atendiendo al efecto probable en algunas zonas, se haya establecido que requieren una evaluación conforme a lo dispuesto en la Directiva 92/43/CEE.

En lo que respecta a los Planes Eólicos, es frecuente que en los ya desarrollados a nivel regional se zonifique el territorio en función del potencial aprovechamiento del recurso eólico. Posteriormente se suelen subdividir estas áreas potenciales según su aptitud, estableciendo zonas donde sea prioritaria la conservación de los valores ambientales (zonas no aptas o de exclusión), y zonas aptas –tanto ambiental como técnicamente- para acoger la construcción y explotación de infraestructuras energéticas; dichas zonas aptas no son por lo general uniformes en cuanto a su capacidad de acogida a este tipo de infraestructuras, pudiendo existir, en lo que respecta a su valor desde el punto de vista ambiental, notables diferencias.

La EAE se considera, por tanto, de gran utilidad para la planificación de aprovechamientos eólicos, tanto onshore como offshore.

5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) puede definirse como “el proceso de identificación, previsión, evaluación y mitigación de los efectos biofísicos, sociales y otros relevantes, de propuestas de desarrollo antes de que las decisiones fundamentales se tomen y los compromisos sean asumidos” (IAIA, 1999).

Existen diversos sistemas nacionales y regionales de EIA, con procedimientos administrativos diferentes. Un proceso de EIA típico incluye las siguientes fases:

- Selección de acciones (screening) para las que se determina la necesidad de someter un determinado proyecto al proceso de EIA;
- Definición del alcance (scoping), en el que se definen los factores medioambientales a analizar, las metodologías a utilizar y las áreas de estudio, en función de los impactos medioambientales previsibles y de las eventuales preocupaciones públicas provocadas;
- Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) en el que se describe el proyecto y las alternativas consideradas. Se identifican, caracterizan y evalúan los impactos principales, se definen las medidas protectoras, correctoras y compensatorias, y el plan de seguimiento y vigilancia ambiental;
- Revisión del EsIA por la Administración y/o por entidades independientes;
- Decisión de la autoridad competente;
- Seguimiento y vigilancia, fase posterior a la decisión en la que se ejecutan las medidas protectoras, correctoras y compensatorias, y se observa la evolución del medio natural y socioeconómico.

La Evaluación de Impacto Ambiental es un proceso participativo. Además de los momentos específicos, previstos en la legislación nacional o regional, de consulta y participación pública, la elaboración del EsIA ganará al contar con la participación activa de las instituciones de la Administración y del público interesado y afectado, incluyendo las organizaciones no gubernamentales de defensa de la naturaleza o las vinculadas a recursos o actividades que potencialmente pueden ser afectadas por el proyecto.

5.2 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Uno de los objetivos de la presente Guía es su utilización como herramienta de trabajo para la definición del alcance de los Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de parques eólicos marinos en áreas turísticas. En este sentido, es importante señalar que aunque a lo largo del desarrollo de la Guía se hace referencia a EsIA de proyectos, la gran mayoría de los conceptos que en ella se desarrollan son también aplicables a la EAE, y en concreto a la evaluación de impacto ambiental de Planes y Programas.

La elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental implica el desarrollo de varios pasos fundamentales que no deben entenderse como un proceso lineal y meramente secuencial, sino como un proceso iterativo. Por ejemplo, la identificación preliminar de impactos empieza antes de la caracterización del ambiente afectado y esta caracterización sufre a menudo modificaciones a lo largo del desarrollo del proyecto y del EsIA.

A grandes rasgos, la elaboración de un EsIA comprende las siguientes etapas:

1. El análisis y comprensión del proyecto y, conjuntamente, la **identificación de los problemas fundamentales**, potencialmente resultantes de su ejecución. En este paso se identifican las interacciones principales, el alcance de los efectos, los límites geográficos del análisis, las variables principales y los indicadores a analizar. Debe ser construido un modelo para el análisis y desarrollo de la evaluación.
2. La **caracterización del territorio afectado**. En esta fase se procede a la comprensión y descripción de los aspectos principales y características del territorio en el área de influencia potencial del proyecto analizado, tendencias históricas y principales tendencias de evolución. Se analizan las principales interacciones entre los distintos medios (físico, biológico, paisaje, socioeconómico).

Al final de esta fase se deberá realizar un análisis del medio en su conjunto, integrando todos y cada uno de los elementos que se han ido estudiando de manera individual, con objeto de poder obtener conclusiones al respecto.

3. La construcción de escenarios con y sin proyecto para la **previsión de los efectos del proyecto** en su área de influencia y la **evaluación de los impactos** generados. En este paso se procede a la construcción definitiva de variables e indicadores, la identificación de conexiones de causalidad y sinergia, y valorización de impactos.

Los modelos constituyen una herramienta muy útil para la evaluación de impactos en aquellos casos en los que sea necesario reproducir los procesos iniciados por la ejecución del proyecto y los efectos que provoca. La utilización de modelos deberá



ser perfectamente referenciada, indicando el tipo de modelo empleado y los datos de entrada y salida, de forma que, en caso necesario, sus resultados puedan ser contrastados.

4. Definición de **medidas protectoras, correctoras y compensatorias** a aplicar . En función de los impactos previstos se definirán las medidas destinadas a evitar, reducir o compensar los impactos negativos y que deberán ser adoptadas en las fases de diseño, construcción y funcionamiento del proyecto. Podrán, también, ser definidas medidas de maximización de impactos positivos.
5. **Seguimiento y vigilancia.** Debe definirse un Plan de Vigilancia Ambiental de los principales impactos, sobre todo de aquellos cuya previsión es más difícil y compleja, o sobre los que hay menos información de base disponible durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. En base a dicho Plan, se verificará, durante las fases de construcción y funcionamiento, la previsión de impactos realizada, en función de los impactos que efectivamente se produzcan, y se verificará la efectividad de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias, y se propondrán nuevas medidas si fuese necesario.

Un EsIA debe elaborarse en estrecha relación con el desarrollo del proyecto, permitiendo ir considerando (y/o abandonando) las diferentes alternativas e incorporando medidas preventivas o correctoras en la propia concepción del proyecto.

Para la realización de un EsIA es muy recomendable la colaboración con especialistas, equipos de investigación u otras entidades públicas o privadas que tengan experiencia en algunos de los aspectos que se analizan en el EsIA. Esta colaboración puede extenderse a lo largo de las distintas fases del proyecto y comprendería, tanto la elaboración de las guías metodológicas pertinentes, como el análisis y seguimiento de los elementos del medio, sus afecciones y su recuperación. Asimismo, y de cara al desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental, se deberá considerar la posibilidad de elaborar proyectos desde una perspectiva científica y rigurosa, cuyos resultados permitan, entre otros, ser de aplicación para futuras experiencias.

La elaboración del EsIA debe tener una fuerte componente de interdisciplinariedad, y no suponer una suma de contribuciones de diferentes especialistas de varias disciplinas. Las interrelaciones entre los diversos factores medioambientales y socioeconómicos son esenciales para una correcta caracterización y evaluación de impactos, para la definición de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias y para la elaboración del plan de seguimiento y vigilancia. Esta interacción interdisciplinaria requiere cierto esfuerzo de coordinación en la realización del EsIA.

Como indicación final, todo EsIA deberá incluir un apartado bibliográfico que incluya todas las referencias de la documentación analizada para su elaboración. Si esta documentación resultara de especial relevancia para la comprensión y evaluación del proyecto o resultara de difícil acceso o consulta, se deberá incorporar al propio EsIA.

5.3 CONSIDERACIÓN DE IMPACTOS ACUMULADOS

El Estudio de Impacto Ambiental se centra, a menudo, en el análisis de un solo proyecto. Este hecho no permite, en muchas ocasiones, apreciar el verdadero alcance de los impactos, ya que no se investiga de qué modo se combinan, acumuladamente, con los efectos de otros proyectos.

De acuerdo con la definición del Council on environmental Quality de los EEUU (1987) retomada en la Guía de la Comisión Europea – DGXI (1999), los impactos acumulados son los impactos en el ambiente que resultan de incrementar los impactos producidos por un determinado proyecto cuando se les suman los impactos de otros proyectos pasados, presentes o previstos en un futuro razonable, independientemente de los promotores de los mismos.

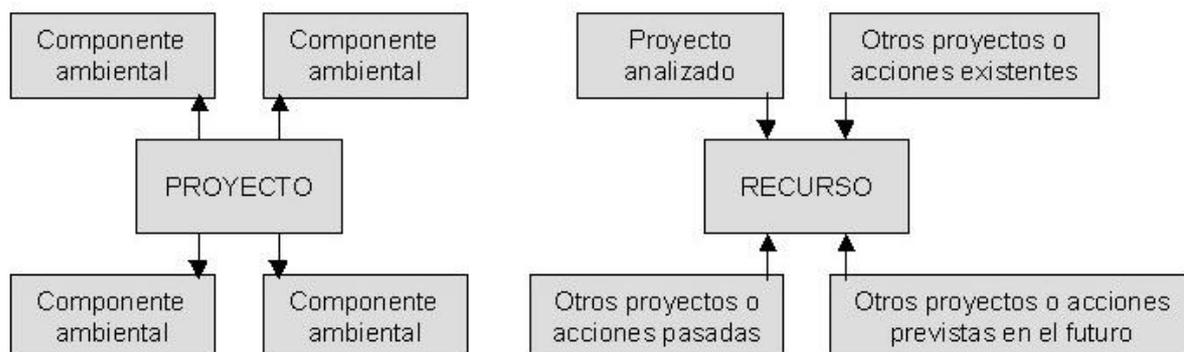
El impacto acumulado es, por tanto, el impacto resultante, directa o indirectamente, del proyecto, sumado a los impactos, directos o indirectos, de otros proyectos o acciones.

Al contrario de los análisis de impacto habituales, el análisis de impactos acumulados implica, por tanto, una apreciación no localizada, cuyo objetivo deja de ser un proyecto para pasar a ser los factores ambientales, ahora entendidos como recursos.

Es decir, el centro del análisis deja de ser el proyecto que supone impactos potenciales en determinados recursos ambientales, para pasar a ser el recurso o recursos, en el cual los potenciales impactos del proyecto pueden dejarse sentir, pero en un contexto en el que son también considerados los impactos de otros proyectos y acciones, que ya se ejecutaron, se van a ejecutar o, previsiblemente, se ejecutarán, y que afectarán a ese mismo recurso.

El análisis de los impactos acumulados puede constituir un estudio autónomo o ser integrado en el contexto de los Estudios de Impacto Ambiental.

Desarrollado en el contexto del EsIA, permite verificar mejor la valoración de impactos del proyecto, una vez que los contextualiza en la dinámica de los recursos. Así, un impacto aparentemente poco significativo puede tener un significado real muy superior si el recurso sobre el cual se ejerce el impacto ha sido, está o va a estar sujeto a presiones significativas por parte de varios proyectos o acciones.



Diferentes perspectivas del análisis de impactos: a la izquierda una concepción usual en los EsIA; a la derecha la perspectiva de análisis de impactos acumulados (CANTER, 1999)

En este sentido, cabe señalar que una de las principales dificultades a las que se enfrenta la práctica de la EIA de proyectos es la integración en el proceso de evaluación de impactos acumulados. Es frecuente que la conclusión de un EsIA sea que el impacto generado por un determinado proyecto es despreciable, dado que el resto de actividades suelen ser ajenas al proyecto que se evalúa.

Aunque el análisis de este tipo de impactos es un objetivo fijado en gran parte de las normativas de EIA, existen numerosas dificultades de orden administrativo, técnico y metodológico para su aplicación práctica. Una de las estrategias para la mejora del análisis de los impactos acumulados es su tratamiento en el nivel estratégico de Planes y Programas. Así, la EAE se considera el ámbito y contexto más adecuado para la consideración de los impactos globales de las actividades, actuales o potenciales, que se superponen en el territorio y de los efectos inducidos por los proyectos de desarrollo, causas potenciales todas ellas de impactos acumulados.

Los métodos de evaluación de impactos acumulados abordan el problema, básicamente, desde dos perspectivas diferentes, que coinciden con los enfoques de la EIA y la EAE (OÑA et al, 2002):

Desde el punto de vista de la evaluación de los impactos, en el que se evalúan analíticamente los efectos acumulados de varias acciones, en un enfoque propio de la EAE de proyectos.

Desde el punto de vista de la planificación, en la que se busca la minimización de la presión acumulada sobre los recursos y los ecosistemas en un ámbito territorial determinado y en el contexto de la EAE, donde la posibilidad de manejar distintos escenarios y alternativas es mayor.

Teniendo en cuenta lo que se ha indicado anteriormente, la identificación y evaluación de impactos acumulados, en el contexto del EsIA, deberá constar de los siguientes pasos:

- 1) Identificación de los recursos ambientales afectados por el Proyecto.
- 2) Límites espaciales y temporales apropiados para el análisis del significado del impacto sobre los recursos.
- 3) Identificación de otros proyectos o acciones, pasados, presentes o razonablemente previsibles en el futuro, que afectaron, afectan o podrán afectar, significativamente, los recursos identificados.
- 4) Análisis de las interacciones entre los impactos del proyecto en estudio y los impactos de los restantes proyectos o acciones identificados y determinación de la importancia relativa en la afección de los recursos.
- 5) Identificación de medidas de protección, corrección y compensación.
- 6) Identificación de las principales lagunas de conocimiento.

Esta perspectiva debe ser asumida e integrada en el análisis de cada uno de los factores ambientales que integran el EsIA, y ser, posteriormente, objeto de síntesis en el contexto de la valoración global de impactos realizada en el EsIA.

6. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

En el desarrollo metodológico de un Estudio de Impacto Ambiental, el análisis de alternativas constituye un apartado de suma importancia de cara a plantear un proyecto, ya que el objetivo que se persigue es la adopción de la mejor solución desde el punto de vista ambiental que a su vez resulte técnica y económicamente viable.

Con la selección de la mejor alternativa para el proyecto se pretende conseguir la mayor minimización posible de los impactos ambientales y sociales generados, no sólo por el parque eólico, sino también por las infraestructuras asociadas al mismo, tal como puede ser la línea eléctrica de evacuación de la energía generada, red de media tensión, subestación transformadora, etc.

Suponiendo la previa existencia de una Evaluación Ambiental Estratégica, en la que mediante el desarrollo de un Plan o Programa se han definido posibles áreas de implantación para un Parque Eólico, se sugieren a continuación posibles pasos a seguir a la hora de realizar el análisis de alternativas en un EsIA:

- Análisis de los datos del recurso eólico en las áreas con potencial eólico.
- Una vez analizado el recurso eólico, la realización de un inventario ambiental y estudio socioeconómico sobre estas zonas técnicamente viables puede suponer la aparición de nuevas zonas incompatibles, aún cuando – debido al carácter global del proyecto de sectorización, al poco nivel de detalle o escala de trabajo poco apropiada a nivel local- hubiesen sido consideradas inicialmente como aptas desde el punto de vista ambiental y social.
- Finalmente, sobre estas zonas con recurso eólico disponible deben aplicarse criterios ambientales (biocenosis presente, fauna, vegetación, etc.), socioeconómicos (recurso turístico, recurso pesquero, navegación, yacimientos arqueológicos, etc.) y técnicos (profundidad del lecho marino, parque de maquinaria a utilizar, líneas de evacuación y media tensión, subestación transformadora, etc.), a fin seleccionar aquel emplazamiento que represente la mejor solución tanto desde el punto de vista ambiental como social y técnico.

7. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO E INVENTARIO AMBIENTAL

El ámbito de las acciones de proyecto a las que se refiere esta Guía Metodológica es el medio marino. Por ello, en lo que respecta a la línea eléctrica de conexión del Parque Eólico Offshore y la red de distribución, únicamente se estudian aquellas acciones e impactos producidos sobre el medio marino y no los generados en tierra.

Esta definición de alcance viene dada por el objetivo principal de esta Guía, que es el de aportar una herramienta para el estudio de las posibles afecciones ambientales y autorización de Parques Eólicos Marinos en aquellos campos en los que no existe información suficiente procedente de la experiencia actual. En este sentido, se entiende que los efectos producidos por la instalación de la subestación transformadora (caso de situarse en tierra) o de la línea eléctrica de evacuación del Parque Eólico en su tramo terrestre (aéreo o subterráneo) llevan años siendo tratados en los EslA y no existen deficiencias significativas en el conocimiento de los impactos medioambientales que producen, dada la amplia experiencia aportada por los numerosos estudios realizados hasta la fecha.

Únicamente destacar el tramo de transición existente en el paso del medio marino al terrestre, normalmente realizado mediante un tramo subterráneo que afecta a ambos medios. La parte en tierra de este tramo producirá una afección sobre el medio equivalente al descrito en numerosos estudios de líneas eléctricas subterráneas terrestres. En cuanto al efecto sobre el medio marino, tal y como se indicó anteriormente, es objeto de esta Guía su análisis y definición.

Para las líneas de evacuación, en cualquier caso, la definición del trazado en tierra de este tramo de transición será de gran importancia para la afección sobre el medio acuático, al condicionar su posterior entrada en el agua y trayectoria submarina, ya que el área costera más superficial suele poseer la riqueza biológica más significativa de todo el trazado de la línea sumergida. Por tanto, será crucial, con el fin de minimizar el impacto global, realizar el estudio simultáneo de las variables medioambientales terrestres y marinas, y buscar el punto de transición que suponga una menor afección para ambos medios.

En el Anexo 1 se incluye, a título informativo, el listado de las acciones susceptibles de causar impacto en el medio terrestre y que, tal y como se ha comentado, son debidas a la construcción y puesta en servicio de la subestación transformadora y la línea eléctrica de evacuación (aérea y/o subterránea).

En lo que se refiere al inventario ambiental o al estudio del medio en el que se llevan a cabo los proyectos de parques eólicos offshore, deberá desarrollarse contemplando las principales variables ambientales que potencialmente puedan ser afectadas.

En términos generales, estas variables pueden agruparse en cuatro conjuntos interrelacionados, pero que tratan ámbitos de conocimiento diferenciados. Estos grupos son los siguientes:

Medio Físico

Dentro del conjunto de variables del medio, las pertenecientes al medio físico constituyen aquella parte del entorno que no poseen una dimensión biológica o social. Son por tanto, la componente inerte, aunque igualmente sensible, de los ecosistemas naturales.

Según esta definición, el medio físico estará formado por:

- Tierra
 - Geología / Geomorfología
 - Suelo
- Agua
 - Calidad
 - Dinamismo
- Aire
 - Calidad

Medio Biológico

Está constituido por los elementos vivos que forman parte de un ecosistema, sin considerar, al igual que en el caso del medio físico, lo que se refiere al entorno humano.

Por tanto, está constituido por las variables de:

- Bentos / Plancton

-
- Composición
 - Distribución
 - Rareza
 - Cobertura
 - Calidad
 - Estabilidad
 - Interés científico
 - Comunidades piscícolas, aves y mamíferos marinos
 - Abundancia
 - Estabilidad
 - Rareza
 - Representatividad
 - Singularidad
 - Interés científico
 - Estabilidad de biotopos
 - Abundancia de biotopos
 - Rareza de biotopos

Paisaje

Existen numerosas definiciones de paisaje, desde las que consideran el paisaje como un sumatorio integrado de los diferentes elementos humanos y naturales que constituyen un determinado territorio hasta las que se limitan a considerar la componente visual de percepción de un determinado territorio. Actualmente, existe la tendencia de considerar al paisaje más como “medio” que como “escenario” (Hodge, 1999, citado por Morris & Therivel, 2001).

En la Evaluación de Impacto Ambiental, el Landscape Institute for Environmental Assessment (Reino Unido) define el paisaje como “el aspecto de la tierra, incluyendo su forma, textura y colores. Incluye también el modo en que estos diferentes componentes se combinan para crear imágenes y patrones específicos que son característicos de determinadas localizaciones” (LI/IEA, 1995).

La Convención Europea de Paisaje (Florenca, 2000) define el paisaje como “el área, tal y como la percibe la población, cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y/o humanos y de la integración entre ellos” (Consejo de Europa, 2002).

Un paisaje puede ser caracterizado por la visibilidad (el territorio visible desde una determinada localización), la calidad del paisaje (basada en diferentes factores como la calidad escénica, la rareza, la representatividad y el carácter) y la capacidad o fragilidad (capacidad del paisaje de absorber elementos extraños).

Los elementos de caracterización del paisaje deben incluir tanto el medio acuático como terrestre. Un paisaje y su percepción pueden ser caracterizados a través de los siguientes elementos:

- Relieve (topografía, orientación solar)
- Ocupación del territorio (vegetación, áreas construidas), incluyendo las variaciones estacionales
- Utilización del plano de agua (presencia de embarcaciones o estructuras flotantes)
- Actividades humanas, con especial atención en las actividades relacionadas con el turismo, recreo y patrimonio cultural material (por ejemplo monumentos) o no material (por ejemplo fiestas religiosas)
- Objetos principales que determinan el parque eólico
- Áreas consideradas como paisajes protegidos
- Valores históricos o culturales asociados al paisaje
- Intervisibilidad, principales puntos de vista (por ejemplo, localización de miradores panorámicos) y barreras visuales
- Frecuencia y tipo de observadores en los diferentes medios (terrestre y acuático) y su ocurrencia estacional

Medio Socioeconómico

El estudio de medio socioeconómico incluye una concepción amplia y sistémica de lo que se considera lo “social”.

Así, se entiende como evaluación de los impactos de un proyecto en el medio socioeconómico como la identificación, estudio y valoración de los efectos del proyecto en los individuos, grupos y poblaciones, en las diversas dimensiones que constituyen el sistema social (económico, social y cultural), consideradas en su relación con el territorio y con perspectiva dinámica.

En este sentido, se propone un análisis del medio socioeconómico en cuatro dimensiones fundamentales, que deben considerarse con una perspectiva integrada e interactiva. Estas dimensiones, y los aspectos que las constituyen son los siguientes:

- Territorio (terrestre y marítimo), considerando los siguientes aspectos:
 - Usos y utilización de espacios
 - Población y sistema urbano
 - Vías, recorridos, circulación, rutas, flujos de tránsito, movilidad
 - Infraestructuras
 - Zonas protegidas o de uso condicionado
- Población
 - Volumen, estructuras y dinámicas demográficas
- Aspectos económicos
 - Recursos
 - Turismo
 - Pesca
 - Otros sectores y actividades económicas
 - Empleo

- Aspectos socioculturales
 - Actores sociales, organizaciones, movimientos
 - Instituciones
 - Cohesión social
 - Representación y valoración del territorio
 - Creencias, valores e identidad cultural
 - Patrimonio cultural
 - Percepción del cambio, aceptación del proyecto

En cuanto al **ámbito de estudio** necesario para caracterizar adecuadamente cada una de las variables indicadas, debe considerarse que cada una de ellas tendrá, posiblemente, en función del aspecto afectado y las características de la zona, un ámbito diferente. En términos generales, pueden definirse los siguientes:

Medio Físico

El área de estudio vendrá definida por las necesidades de estudio de los tres medios considerados: medio terrestre, aéreo y acuático.

En términos generales, quedará definida por el entorno inmediato del parque eólico, la localización de la subestación transformadora y la línea submarina de evacuación.

- Tierra

De forma genérica, el estudio deberá centrarse en el área de instalación del proyecto. Sin embargo, deberán considerarse ciertos aspectos:

- Para el estudio del transporte de los materiales movilizados, en virtud de los cambios morfológicos a los que puede dar lugar, deberá conocerse la morfología de las áreas en las que se depositarán los sedimentos, bien como área establecida para tal fin o bien como lugar de destino de los sedimentos en suspensión.

- En el mismo sentido, en caso de movilizarse algún tipo de contaminante, deberán conocerse la calidad y vulnerabilidad de las áreas en las que se depositen.
- También el efecto en la morfología local debido a la variación de corrientes y oleaje, y la propia movilización/retención de sedimentos, requiere el conocimiento de las características morfológicas del entorno afectado.

- Agua

En este caso, dado lo dinámico de este medio, el área de estudio vendrá definida por:

- La trayectoria de las corrientes marinas a estudiar. Deberá considerarse todo el ámbito necesario para su correcta caracterización.
- El estudio de la variación de la calidad del agua por el transporte de los materiales movilizados o el derrame accidental de alguna sustancia se centrará en un entorno suficientemente amplio en torno al parque como para garantizar la dilución / deposición.
- Por lo que se refiere al ruido, su ámbito de afección será reducido. En cualquier caso, en virtud de los niveles previsibles, deberá definirse el área de estudio de forma que se garantice un análisis suficientemente amplio.

- Aire

En este caso, el estudio del medio aéreo es independiente de los factores anteriores, y en general deberá definirse según las siguientes consideraciones:

- Para el caso del estudio del ruido, deberá extenderse el área de estudio hasta la costa o, en cualquier caso, hasta un punto lo suficientemente alejado como para garantizar la correcta caracterización y valoración del impacto.
- De igual manera, para el caso de la contaminación lumínica el estudio se extenderá hasta la costa o, al menos, hasta una zona en la que el impacto producido no sea significativo.
- Finalmente, considerando el ahorro de emisiones, el ámbito de referencia es claramente de gran amplitud.

En todos los casos, como puede apreciarse, la interrelación entre los aspectos estudiados supone la definición del área de estudio considerando el análisis simultáneo de los tres medios y, en particular, el medio terrestre y acuático por un lado, y el acuático/atmosférico por otro.

Medio Biológico

En el caso del medio biológico, el área de estudio vendrá definida por el ámbito de influencia sobre las diferentes comunidades estudiadas.

- Bentos / Plancton

En este caso, deberán caracterizarse las comunidades presentes en la propia área de instalación del proyecto (parque eólico, subestación transformadora y línea de evacuación) así como la de aquellas áreas en las que potencialmente se vaya a producir afección al bentos, como las zonas de deposición de sedimentos.

- Comunidades piscícolas, aves y mamíferos marinos

El área de estudio de la fauna es muy variable y variará en virtud de las características de las especies estudiadas y de la zona.

- Será fundamental definir las vías migratorias y rutas habituales de alimentación de las comunidades piscícolas, aves y mamíferos marinos, estudiándose toda el área necesaria para su correcta caracterización.
- También deberán definirse las comunidades costeras, fundamentalmente de aves, por lo que el área deberá extenderse hasta el litoral.
- En cuanto al medio acuático, también el estudio del litoral y la caracterización de los mamíferos marinos y los peces serán necesarios.

En resumen, el área de estudio vendrá definida por la zona de instalación del parque, extendiéndose en virtud de la afección al bentos hasta las zonas en las que se depositen los sedimentos, y en virtud de las comunidades piscícolas, aves y mamíferos marinos en toda el área que forme parte de su hábitat, incluyendo el ámbito cercano de sus migraciones y desplazamientos habituales.

Paisaje

Un parque eólico offshore es observado, principalmente, desde tierra, si bien debe considerarse también su observación desde el mar (por ejemplo, desde embarcaciones de recreo).

Por tanto, deberá caracterizarse el potencial de observación como cierto ámbito, variable en función de las características del litoral y del tipo de condiciones meteorológicas dominantes, en torno al parque eólico. Esta caracterización debe incluir la delimitación de áreas a partir de las cuales el parque es visible, total o parcialmente (lo que puede realizarse de forma sencilla utilizando modelos digitales del terreno), así como la delimitación de las áreas terrestres o acuáticas con algún régimen de protección de paisaje a nivel nacional, regional o local.

En este sentido, y en lo que respecta al área de estudio a considerar, cabe mencionar que a distancias superiores a 10 km los aerogeneradores de un parque eólico no suelen resultar fácilmente visibles.

Medio Socioeconómico

El área de influencia de un parque eólico offshore en el medio socioeconómico es muy variable, pudiendo abarcar varias escalas: local, regional, nacional e internacional, dependiendo del tipo de efectos que sean considerados.

Generalmente, los efectos directos son los más localizados. La afección sobre los recursos pesqueros y de la pesca en sí, de la navegación (aérea y marítima) y otros usos del medio marino, se realiza de forma directa en el área de implantación del parque eólico. Lo mismo ocurre con la instalación de las infraestructuras necesarias en tierra.

El área de influencia de los efectos directos puede extenderse. La alteración de las rutas de navegación o de las rutas migratorias de especies piscícolas (consideradas en este caso como recurso), por ejemplo, puede tener sus efectos en una zona más o menos extensa más allá del área del parque eólico.

Lo mismo ocurre con las telecomunicaciones, el radar y la TV, en lo que se refiere a interferencias, un área que dependerá del radio de acción del parque y la sensibilidad de las infraestructuras afectadas.

Por otro lado, algunos efectos directos pueden tener mayor incidencia en áreas alejadas del parque eólico que en áreas cercanas. Normalmente, el impacto visual sobre los observadores en tierra será más importante que en el propio parque eólico, ya que la mayor parte de éstos se encuentran en la costa. El área de influencia visual de un parque eólico depende necesariamente de la distancia, posiciones y orientaciones en las que el mismo es visible.

Finalmente, hay efectos directos que tienen su influencia fundamentalmente fuera del área de implantación del parque, y a distancias más o menos considerables. En las fases de proyecto y construcción, la adjudicación del proyecto y la fabricación, transporte, montaje y almacenamiento de los equipos, tienen efectos económico-financieros sobre empresas que pueden situarse a decenas o millares de kilómetros.

Por lo que se refiere a los efectos indirectos, generalmente ejercen su influencia fuera del área del parque, si bien también pueden hacerlo en él. La formación de arrecifes artificiales en las cimentaciones de los aerogeneradores puede dar lugar a la generación de áreas de colonización de bivalvos, crustáceos y otras especies, dando lugar a un nuevo recurso en el área del parque. La perturbación del fondo marino y la fauna bentónica, puede afectar a los recursos piscícolas al constituir parte de la cadena alimenticia. Por otro lado, en el caso de que el parque eólico se convirtiera en un recurso turístico, ello supondría un incremento de la navegación en su perímetro.

Sin embargo, la mayor parte de los efectos indirectos más importantes se dejarán notar en tierra, concretamente en las poblaciones más próximas al parque eólico.

El tipo de percepción producido, la aparición o desarrollo de temores o expectativas o el grado de aceptación o rechazo social, son efectos inevitables que surgen tras la fase de planificación y proyecto, y deben ser adecuadamente identificados y considerados.

Además, en la fase de construcción y funcionamiento, los efectos indirectos (positivos y/o negativos) de la presencia del parque eólico como atractivo turístico local o en los ingresos de las familias de pescadores, por ejemplo, pueden tener efectos relevantes en el empleo y la calidad de vida de los individuos y familias y, por tanto, en la vitalidad económica y social de las poblaciones.

La producción de energía eléctrica es el efecto más directo y justificativo de un parque eólico. Pero sus efectos son de localización variable o de difícil localización. Desde luego, la distribución de energía producida puede tener efectos locales, sobre todo en momentos de elevada demanda energética, pero normalmente constituye un recurso más de la red general. Por otro lado, la producción de energía "limpia" puede suponer la disminución de generación de energía en instalaciones más contaminantes.

La energía eólica es un recurso endógeno. Su aprovechamiento a través de parques eólicos puede tener efectos relevantes, sobre todo de forma acumulada, en lo que se refiere a la sustitución de importaciones de energía eléctrica o materias primas utilizadas en la generación térmica (carbón, gas natural, fueloil, etc.), reflejándose en la economía energética nacional.

En suma, la amplitud de los impactos en el medio socioeconómico implica también una gran diversidad en lo que respecta a la definición del ámbito geográfico del área de estudio. Sin embargo, en conclusión, y teniendo como perspectiva el análisis de un proyecto determinado, se indican a continuación algunas orientaciones prácticas:

- 1) Los efectos de un parque eólico offshore en el medio socioeconómico pueden dejarse sentir a varias escalas, aspecto que debe ser tenido en consideración.
- 2) Sin embargo, dos escalas deben ser objeto de una mayor consideración:
 - el área de implantación directa de las infraestructuras que constituyen el parque eólico (terrestres y acuáticas).
 - el ámbito territorial, poblacional, social y económico más próximo, en donde la mayor parte de los efectos tendrá, potencialmente, particular relevancia.
- 3) La definición del área de estudio debe ser hecha caso a caso, y no de forma genérica. Debe tener lugar después de una identificación preliminar de impactos, en función de la cual se definirán los límites del área de estudio y se desarrollará la caracterización del medio potencialmente afectado.

La definición del área de estudio puede sufrir nuevos ajustes a lo largo del desarrollo del EsIA, en el caso de que aparezcan nuevos impactos de ámbito diferente o se desestimen impactos que resulten no ser relevantes.

8. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DEL PROYECTO

Para poder realizar una adecuada evaluación de impactos es necesario conocer y analizar la actuación que se va a evaluar, y considerar las características y situaciones derivadas del proyecto que pueden tener alguna incidencia sobre el medio ambiente.

En lo que respecta a las actividades de proyecto, será especialmente determinante conocer los siguientes aspectos:

- Datos generales sobre el proyecto: dimensión de las máquinas, número, ubicación, potencia instalada, etc.
- Previsión de acceso (embarcaciones, helicópteros) a la zona durante la construcción, funcionamiento y desmantelamiento.
- Cronograma de actividades durante la fase de obras, con objeto de poder especificar los periodos especialmente sensibles para la fauna y las actividades pesqueras.
- Especificación de los volúmenes y sistemas de dragado a emplear durante la fase de construcción, ya que la magnitud de los impactos generados puede variar mucho dependiendo del tipo de sustrato presente.
- Deben especificarse en fase de proyecto aquellos aspectos constructivos que puedan resultar especialmente críticos, sin esperar a la evolución del proyecto para decidir cómo solventar las dificultades que puedan aparecer.

En todo proyecto las acciones que se producen pueden identificarse con las etapas del mismo; así, se pueden distinguir aquéllas que se producen en la fase de instalación del parque eólico offshore (excavación de cimentaciones de los aerogeneradores, instalación de las torres, tendido de conductores, etc.), de las que tienen lugar durante la fase de funcionamiento de la misma (generación y transporte de electricidad, labores de mantenimiento) y durante el desmantelamiento (desmontaje de aerogeneradores, eliminación de cimentaciones, retirada de conductores).

A continuación se enumeran las principales acciones de un proyecto de parque eólico offshore que pueden tener alguna incidencia en el medio, separando la fase de instalación, la fase de funcionamiento y la de desmantelamiento de la infraestructura.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

-
- Preparación del emplazamiento (aerogeneradores, subestación transformadora, etc.) y áreas afectadas.
 - Estabilización del lecho marino, movimientos de materiales y excavaciones para la cimentación de aerogeneradores, elementos de la subestación transformadora, etc. y para la apertura de zanjas.
 - Preparación de plataformas para los trabajos de construcción.
 - Cimentaciones.
 - Montaje de aerogeneradores, línea eléctrica de evacuación y subestación transformadora.
 - Ocupación del espacio marítimo-terrestre.
 - Presencia de equipos, embarcaciones y trabajadores.
 - Transporte de materiales y equipos.
 - Parque de maquinaria, acopio de materiales de construcción y residuos.
 - Creación de zonas de exclusión.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

- Presencia del parque eólico e infraestructuras asociadas.
- Rotación de las palas.
- Creación de zona de exclusión.
- Generación, transformación y transporte de energía.
- Visitas y mantenimiento.

FASE DE CLAUSURA O ABANDONO

- Retirada de los aerogeneradores, cimentaciones, cables conductores y resto de infraestructuras asociadas.
- Transporte a vertedero y/o reutilización de materiales.
- Presencia de equipos, embarcaciones y trabajadores.
- Parque de maquinaria.
- Abandono del emplazamiento.
- Creación de zonas de exclusión.

9. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

El análisis de las alteraciones ambientales causadas por la instalación de un parque eólico offshore va dirigido a identificar los problemas que se derivan del planteamiento, diseño y ejecución del proyecto. Los problemas ambientales tienen sus raíces en una serie de condicionantes físicos, biológicos, socioeconómicos y paisajísticos que pueden resultar afectados por la instalación del parque. A continuación se revisan estos condicionantes, señalando los factores afectados de cada elemento ambiental.

Los motivos de independizar para su estudio los distintos elementos del medio que pueden verse afectados son los siguientes:

- La zona de influencia del proyecto en estudio no es la misma para todos los elementos o factores afectados. En el caso del bentos (por ejemplo) se analizará el área concreta del proyecto y sus alrededores, mientras que para el paisaje el límite será aquél desde el cual se vean las infraestructuras. El límite geográfico de los factores socioeconómicos abarca entornos muy diferentes.
- Los parámetros o características de los elementos ambientales, que son indicadores de su calidad o de su situación, son distintos para cada uno de ellos.
- En el desarrollo del proyecto de parque eólico offshore no se ven igualmente afectados todos los elementos del medio.
- Permite conocer cuáles son las alteraciones que se producen sobre cada elemento, informando sobre qué acciones del proyecto es necesario actuar, mediante la aplicación de las correspondientes medidas protectoras o correctoras, para así atenuar o evitar el impacto en cuestión.

A continuación se incluye la relación de impactos sobre el medio físico, biológico, el paisaje y el medio socioeconómico que pueden generar las acciones de proyecto anteriormente indicadas.

9.1 MEDIO FÍSICO

GEOLOGÍA / GEOMORFOLOGÍA / LECHO MARINO

- ALTERACIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA LOCAL

Las diferentes actuaciones llevadas a cabo para la instalación de las torres de los aerogeneradores, así como de otros dispositivos auxiliares y el tendido de cables, generan un impacto sobre la estratigrafía local.

La actividad que potencialmente puede dar lugar a un mayor impacto por alteración de la estratigrafía local es la de construcción de las cimentaciones de los aerogeneradores. Las grandes masas de tierra removidas alcanzan los estratos geológicos por debajo del lecho, pudiendo ser afectados en mayor o menor medida en función del tipo de cimentación.

Adicionalmente, en ocasiones el tendido del cableado podría llegar a afectar también a los estratos geológicos en el caso de que estos se sitúen bajo un suelo somero. En estos casos, el enterramiento de los cables exige la apertura de una zanja que afecta a lo largo de toda su longitud a los estratos. En condiciones normales, esta afección queda reducida a los primeros perfiles del lecho, sin llegar a afectar significativamente a la geología local.

Finalmente, considerar que durante la fase de desmantelamiento, dependiendo de las técnicas utilizadas en la remoción de las cimentaciones, puede ampliarse el ámbito de afección a la estratigrafía.

– ALTERACIÓN DE PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS

Como consecuencia de las actividades de movimientos de tierra, derivadas de la instalación de cimentaciones y otros dispositivos, puede llegar a producirse una alteración significativa de la geomorfología local si la disposición de materiales se realiza de forma inadecuada. En el caso de producirse una variación significativa de la profundidad del agua por acumulación de los terrenos excavados, podrían inducirse cambios en el régimen de oleajes y corrientes, y por lo tanto modificar los procesos que definen la morfología local.

Otro efecto a considerar sobre los procesos geomorfológicos es el relativo a la propia presencia de los aerogeneradores y su influencia, también, sobre las corrientes marinas y el oleaje. A priori, la presencia del parque modificará la energía del oleaje y generará una difracción sobre éste y las corrientes, por lo que podría inducir modificaciones a largo plazo en la morfología local.

– ALTERACIÓN / MODIFICACIÓN DEL LECHO MARINO

Tal y como se ha comentado en la afección sobre la estratigrafía local, de nuevo los procesos constructivos para la instalación de las cimentaciones, cableado y otros dispositivos generarán un impacto sobre la edafología local por remoción de suelo



marino. A estos procesos, deben sumarse los derivados de las propias técnicas constructivas generalmente basadas en la utilización de plataformas que se asientan sobre el fondo y que por tanto, contribuyen al impacto total.

Más que la propia pérdida de suelo marino, los principales impactos derivados de estas actuaciones son los de movilización de sedimentos y la desaparición de una parte del biotopo que constituye el fondo marino, lo que podría tener influencia sobre las comunidades animales y vegetales que lo habiten o que puedan ser afectadas por la deposición de sedimentos. En otros casos, la remoción de suelo facilita la movilización de contaminantes depositados, pudiendo dar lugar de forma sinérgica a una disminución de la calidad de aguas.

Por otro lado, la restricción del tráfico marítimo y la pesca en la zona sobre la que se asienta el parque eólico, da lugar a que el fondo marino en esta zona no se vea afectado por las actividades de pesca tradicionales o el anclaje de embarcaciones, lo que implica que no se perturbará a las comunidades allí asentadas.

– CONTAMINACIÓN DEL LECHO MARINO

En relación con los riesgos existentes durante la ejecución de cualquier proyecto constructivo, en este caso debe considerarse la posibilidad de contaminar el lecho marino con derrames de combustibles o aceites procedentes de las embarcaciones y maquinaria utilizada durante la construcción.

Posteriormente, durante la fase de funcionamiento, este riesgo debe ser considerado debido fundamentalmente a la presencia de la subestación transformadora (en el caso de que se construya sobre una plataforma en el mar) y a la posibilidad de accidente de las embarcaciones dedicadas al mantenimiento del parque.

En el caso de la fase de clausura o cierre de la instalación, el riesgo existente es similar al comentado en el caso de la construcción.

Sin embargo, y para cualquiera de las fases consideradas, debe mencionarse que se considera que el impacto relativo a la contaminación del lecho marino será mínimo si se adoptan las correspondientes medidas protectoras o cautelares.

Finalmente, comentar la posibilidad de generar una contaminación de suelos por remoción de otros en los que se encontrara depositado un contaminante.

AIRE

– RUIDO AÉREO



Además de los ruidos producidos durante la fase de construcción y desmantelamiento, cuyo efecto es claramente temporal, existen otros generados durante el funcionamiento del parque, como son los ruidos de rotación de las palas y el de los mecanismos internos de la góndola y la torre. Por otro lado, estos movimientos darán lugar a vibraciones que se transmitirán tanto en el medio aéreo como marino.

Por lo que se refiere al medio aéreo, se deberán considerar los efectos relativos a (Delft University of Technology et al., 2002):

- Perturbación en las aves
- Molestias a la población. Disminución de la aceptación social si el ruido alcanza la costa, algo que suele resultar muy improbable dada la distancia a la que habitualmente se sitúa un parque eólico offshore.
- CALIDAD DEL AIRE / AHORRO DE EMISIONES

Si bien durante la fase constructiva se producirán ciertas emisiones procedentes de la maquinaria utilizada, el efecto producido será poco significativo y claramente temporal, siendo ampliamente compensado por el ahorro de emisiones obtenido durante el funcionamiento del parque offshore.

La producción de electricidad mediante energía eólica no supone una emisión alguna de gases a la atmósfera, salvo en el caso de que se consideren los emitidos durante la fabricación de los aerogeneradores y la construcción. Por lo tanto, el aprovechamiento de la energía eólica supone un ahorro en la emisión de gases de efecto invernadero en relación a otras formas tradicionales de generación eléctrica. Por este motivo, puede afirmarse que, considerando la posibilidad de sustituir fuentes de energía contaminantes por parques eólicos, la presencia de un parque eólico offshore genera un impacto positivo en la calidad del aire.

De forma concreta, la magnitud de este impacto positivo, determinado a partir de las emisiones "ahorradas", dependerá del tipo de instalación potencialmente sustituible por el parque eólico. Estos aspectos serán desarrollados en el capítulo de valoración de impactos.

- CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Con el fin de reducir el riesgo de colisión de embarcaciones y aviones, se utilizan diversos medios de señalización en los parques eólicos marinos, entre los que se encuentra la colocación de balizas luminosas en la parte superior de los

aerogeneradores. Suele ser una medida sujeta a normativa, que se aplica de la misma forma que en edificaciones altas o parques eólicos terrestres.

Como consecuencia de ello, se produce cierto impacto de contaminación luminosa que afecta al paisaje costero nocturno, y que fundamentalmente dependerá del número de aerogeneradores y su disposición en relación a los posibles observadores.

AGUA

– HIDROGRAFÍA. ALTERACIÓN DE CORRIENTES MARINAS

En términos generales, el impacto sobre las corrientes marinas producido por la presencia de un parque eólico será significativo únicamente en aquellos casos en los que se realice una disposición anormal los aerogeneradores, de forma que la relación entre los diámetros y la distancia entre torres sea mayor de lo normal (Delft University of Technology et al., 2002).

En cualquier caso, tal y como viene indicándose en puntos precedentes, se considera necesario realizar una modelización de las corrientes marinas para estudiar la implicación del parque en la posible modificación de éstas, así como en la afección sobre otros aspectos como el transporte de los sedimentos producidos.

Junto a la presencia del parque eólico, también deberá considerarse la posible influencia sobre la hidrografía local de la maquinaria, estructuras y embarcaciones necesarias durante la fase de construcción, y desmantelamiento, así como en las labores de mantenimiento durante el funcionamiento del parque.

Los principales efectos de una posible alteración de las corrientes serán los debidos a la aparición de erosiones no previstas, transporte de sedimentos u otras sustancias hacia áreas no deseadas y modificación en los parámetros morfológicos locales. En el caso de no producirse modificación en las corrientes, igualmente su estudio permitirá definir ciertos parámetros constructivos para evitar erosiones y descalces en las cimentaciones, así como el cálculo de las trayectorias de los sedimentos y sustancias movilizadas.

Dentro de los aspectos hidrográficos, destacar además la influencia sobre el patrón de oleaje que genera la colocación de obstáculos. El efecto se traduce en una disminución de la altura de las olas debido a una disminución de su energía por la presencia de obstáculos.

– ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR SEDIMENTOS PROCEDENTES DE LA EXCAVACIÓN DE CIMENTACIONES E INSTALACIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA

La construcción de las cimentaciones que conlleva la preparación del lecho marino, su excavación y otras actividades, así como las operaciones llevadas a cabo para enterrar, en su caso, la línea de evacuación (operaciones de mucha menor magnitud que en el caso de la excavación a realizar para instalar los aerogeneradores), genera la formación de una nube de sedimentos que puede afectar a un área más o menos extensa. De igual forma, durante el desmantelamiento de la instalación se producirá un efecto similar.

Los efectos de esta nube de sedimentos sobre la calidad del agua se dejarán notar fundamentalmente en las comunidades bentónicas sobre las que se depositarán tras un transporte más o menos lejano. En cualquier caso, el impacto producido será en condiciones normales temporal y finalizará al acabar la construcción o el desmantelamiento.

En otros casos, durante la fase de funcionamiento del parque, la presencia de los aerogeneradores da lugar a algún tipo de pequeña modificación en las corrientes que induce la erosión de las bases de las cimentaciones y la formación de sedimentos. En estos casos, la cantidad de sedimentos es mucho menor a la del caso anterior, pero su efecto es más duradero en el tiempo, por lo que también deberá tenerse en cuenta.

- ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR VERTIDOS (PROCEDENTES DE EMBARCACIONES, AERONAVES, TURBINAS, SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA, ETC)

Uno de los principales impactos que podría producirse como consecuencia de la instalación de un parque eólico offshore es el de vertidos al mar producido por accidentes ocurridos durante la construcción, operación o desmantelamiento del parque, tanto procedente de embarcaciones durante su operación normal o accidentadas, o de alguna de las infraestructuras existentes en el parque susceptible de verter productos contaminantes. De estas posibilidades, las que presentarían unas consecuencias más negativas serían las de embarcaciones accidentadas, sobre todo si se tratara de embarcaciones de transporte de sustancias contaminantes.

El efecto de un vertido sería la contaminación del medio marino en el entorno en el que se produce, así como a lo largo del medio en que el vertido se desplace. Por lo tanto, la disminución en la calidad del agua tendría un inmediato reflejo en el impacto sobre la fauna y flora marina y, en su caso, costera, así como en los aspectos socioeconómicos relacionados con la calidad del medio marino (pesca, turismo, etc).

En términos generales, las sustancias que potencialmente podrían ser vertidas son (Delft University of Technology et al., 2002):

- Aceites procedentes de las turbinas.

- Aceites diesel procedentes de la subestación transformadora (en el caso de que se encuentre en el mar), aceites minerales procedentes de la línea eléctrica (en el caso de que no se utilice aislante seco).
- Aceites, carburantes y otras sustancias procedentes de embarcaciones o helicópteros en su operación normal o accidentadas. En el caso de vertidos producidos durante la operación normal de las embarcaciones utilizadas para la construcción, mantenimiento o desmantelamiento del parque, el impacto no tendrá importancia considerando los valores habituales. Para el caso de accidentes, en cambio, la magnitud del impacto podría moverse en un amplio rango.
- IMPACTO GENERADO POR EL CALOR Y EL CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO PRODUCIDO EN TORNO A LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBMARINA DE EVACUACIÓN

En función del tipo de cable empleado se generará un campo eléctrico y magnético en torno a la línea eléctrica de evacuación submarina tendida entre el parque eólico y la red de distribución.

Uno de los aspectos habitualmente considerados en este tipo de proyecto es el posible efecto producido por estos campos, en particular, sobre los mamíferos marinos que utilizan el campo magnético terrestre para guiarse en sus desplazamientos, ya que un campo magnético extraño podría desorientarles en sus movimientos migratorios y en sus desplazamientos a zonas de alimentación o cría (Söker, H et al., 2000).

Adicionalmente, se ha analizado también en instalaciones de este tipo, la posibilidad de que los campos magnéticos generados provocaran errores en los instrumentos de navegación de las embarcaciones que se encuentren en sus proximidades (Söker, H et al., 2000).

– RUIDO Y VIBRACIONES SUBMARINAS

Tal y como se ha comentado anteriormente, además del ruido producido durante la construcción y desmantelamiento, de efecto temporal y poco significativo siempre que se adopten las medidas oportunas, existen otros, generados durante el funcionamiento del parque, como son los de rotación de palas y el de los mecanismos internos de la góndola y la torre que se transmiten del medio aéreo al submarino.

Durante la construcción y desmantelamiento, debido a las labores de dragado y perforación, el ruido dará lugar fundamentalmente a la perturbación de las comunidades piscícolas y de mamíferos marinos. Durante la fase de funcionamiento, el ruido se transmitirá al medio acuático a través del aire o a través de las torres de los

aerogeneradores, generando unos efectos similares aunque de menor cuantía que en el caso anterior.

En cuanto al efecto de las vibraciones, que bien pudiera ser considerado como ruido en frecuencias no audibles, apenas se conocen datos sobre su impacto sobre las comunidades marinas. En cualquier caso, dado que el propio mantenimiento y la ingeniería de los aerogeneradores tratan de minimizar estas vibraciones con el fin de alargar la vida útil de la instalación, resulta previsible que este impacto sea mínimo.

9.2 MEDIO BIOLÓGICO

BENTOS Y PLANCTON

Durante la construcción de un parque eólico las afecciones que sobre el plancton y el bentos pueden tener lugar son los relativos a la eliminación directa de organismos y la alteración del hábitat.

– ELIMINACIÓN DE BIOCENOSIS

La desaparición de organismos tiene lugar, de forma directa, en las zonas afectadas por las tareas constructivas (lugares de implantación de cimentaciones y tendido de cables). Se deberán considerar en su caso los efectos indirectos.

– MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT

La alteración o eliminación del hábitat se debe a la posible alteración de la calidad del agua como consecuencia del aumento de los sedimentos en suspensión -y posterior deposición sobre el lecho marino- a resultas de las tareas de dragado y excavación para la cimentación de los aerogeneradores, así como la apertura de las zanjas para el enterramiento de los cables eléctricos (circuito interno y circuito de evacuación).

Dependiendo del tipo de cimentación que se utilice (i.e. cimentaciones de gravedad), también se genera un aumento de turbidez adicional debido al acondicionamiento del lecho marino y al volcado de materiales de relleno, lo cual produce la resuspensión de las partículas y sedimentos que afectarían a las comunidades cercanas.

Debe considerarse también, aunque con carácter excepcional, el vertido accidental de algún tipo de material o producto, ya descrito en el apartado de impactos sobre el agua.

En la fase de funcionamiento se producirá un cambio o modificación del hábitat por la presencia de una nueva estructura sobre el lecho marino. Esta estructura puede modificar el régimen de corrientes y sedimentación lo que, a su vez, puede alterar a las especies presentes.

Sin embargo en esta fase, el principal cambio que el hábitat puede sufrir se debe a la presencia de las cimentaciones, ya que proporcionan una nueva superficie que puede ser colonizada por especies típicas de sustratos duros.

A lo comentado anteriormente, debe añadirse que el parque eólico y su área perimetral constituirá una zona de exclusión para la flota pesquera, por lo que se evitarán afecciones sobre el lecho marino y la destrucción de comunidades bentónicas que, en situación normal, producen las redes de arrastre. En este sentido, tanto la disponibilidad de nuevos sustratos que pueden ser colonizados por diversos organismos como la desaparición de las agresiones derivadas de la actividad de la flota pesquera de arrastre supondrá un enriquecimiento de la diversidad biológica de estas zonas, al menos mientras el parque eólico permanezca en operación.

POBLACIONES PISCÍCOLAS

Los principales impactos que se pueden generar sobre las poblaciones piscícolas debido a la construcción, operación y desmantelamiento de un parque eólico offshore son las relativas a alteración del hábitat y el comportamiento y la eliminación de ejemplares, sobre todo en fases inmóviles (larvas).

– ELIMINACIÓN DE EJEMPLARES

Atendiendo a las fases consideradas, durante la construcción uno de los impactos que se producen sobre la ictiofauna es la eliminación de ejemplares.

Para el caso de las etapas de desarrollo juveniles y fases inmóviles (larvas), el impacto derivado de la deposición de sedimentos sobre el sustrato puede tener una magnitud significativa, pudiendo ocasionar la eliminación de ejemplares.

Debe considerarse también que, dado que el parque eólico constituirá una zona de exclusión para la navegación, la pesca quedará prohibida en su interior.

– ALTERACIÓN DE HÁBITAT Y COMPORTAMIENTO

Tal como se ha descrito anteriormente, las tareas de construcción suponen un aumento de las partículas y sedimentos en suspensión en el medio, lo que implica una pérdida de calidad del mismo. Igualmente, las labores de dragado, perforación y transporte de

materiales implican un aumento de los niveles sonoros y vibraciones procedentes de la maquinaria empleada.

Estas acciones suponen una alteración del hábitat de la fauna piscícola, a consecuencia de la cual se producirá una alteración del comportamiento que probablemente implique un desplazamiento de los individuos a otras zonas más alejadas.

En relación al comportamiento de los individuos hay que considerar también la disminución de nutrientes que podría tener lugar debido a los impactos producidos sobre las comunidades bentónicas, ya que éstas constituyen la base de la cadena trófica.

Durante la fase de funcionamiento, las principales afecciones a considerar son la alteración del hábitat debido a la presencia de las cimentaciones y a la emisión de ruidos y vibraciones por el movimiento de las palas del aerogenerador, y la alteración del comportamiento por la presencia de las cimentaciones y movimiento de las palas.

La presencia de las cimentaciones de los aerogeneradores supone la principal modificación introducida en el medio con respecto a las condiciones iniciales. Estas cimentaciones constituyen un sustrato duro en cierta forma muy similar a sustratos rocosos o cantiles naturales. En principio, como se ha comentado en el apartado de impactos sobre el bentos, la introducción de estos elementos abre la posibilidad de nuevas superficies que pueden ser colonizadas por distintos tipos de organismos.

El aumento de niveles sonoros por la rotación de las palas y las vibraciones procedentes de las cimentaciones pueden transmitirse por vía aérea y subacuática, respectivamente. En este sentido, no hay estudios concluyentes sobre los efectos que estas acciones tendrían sobre la ictiofauna, por lo que el impacto producido por alteración del hábitat es incierto.

En lo referente a la alteración del comportamiento, deben mencionarse los posibles efectos que sobre determinadas poblaciones, en especial aquellas de carácter más asustadizo, podrían tener los movimientos de rotación de las palas del aerogenerador. Se produce un contraste de luces y sombras sobre las aguas a consecuencia del giro de las palas, pudiendo tener un efecto negativo sobre los individuos.

También se deberá considerar un cierto impacto como consecuencia de las tareas de mantenimiento y la propia presencia de la instalación.

– CREACIÓN DE NUEVOS HÁBITATS

En términos generales, las primeras observaciones llevadas a cabo en parques eólicos offshore indican que las cimentaciones se naturalizan, actuando como arrecifes naturales que ofrecen buenas condiciones de vida para comunidades bentónicas y piscícolas.

A ello contribuye el hecho de que la zona en la que se instala un parque eólico offshore queda restringida a la pesca y el tráfico marítimo, excepto para labores de mantenimiento, lo que permitirá la proliferación de las especies asociadas a estos hábitats.

Además, estos nuevos hábitats constituirán nuevas áreas de alimentación para los mamíferos marinos y las aves, que por tanto también se pueden ver beneficiados.

En otros casos, el nuevo medio podrá ser utilizado para el cultivo de especies apropiadas, paliando el efecto negativo que la exclusión del área pudiera tener sobre el sector pesquero.

– ELIMINACIÓN DE NUEVOS HÁBITATS

Al igual que la colocación de las cimentaciones en el lecho puede dar lugar a la aparición de nuevos hábitats, el desmantelamiento de la instalación dará lugar a la eliminación de estas cimentaciones y, por lo tanto, de los hábitats generados. Por lo tanto, este impacto se produce de manera indirecta y como consecuencia de la presencia previa de la instalación.

A su vez, esta eliminación dará lugar a ciertos impactos sobre las comunidades que lo habitan y sinérgicamente sobre las poblaciones de aves y cetáceos que utilizan el recurso alimenticio, así como la pesca.

MAMÍFEROS MARINOS

– ALTERACIÓN / ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT

Durante las fases de construcción y desmantelamiento se producirá una alteración del hábitat por ruidos y vibraciones procedentes de la maquinaria, que afectarán a las poblaciones de delfines y cetáceos presentes en la zona, en particular durante los trabajos de perforación.

En la fase de funcionamiento se deberá considerar la alteración o eliminación del hábitat por la construcción y presencia del parque eólico, y la alteración del hábitat por la emisión de ruidos y vibraciones.

– ALTERACIÓN DEL COMPORTAMIENTO

En la construcción, la presencia de las embarcaciones y las estructuras auxiliares en la zona, así como la propia naturaleza de los trabajos efectuados (fundamentalmente la perforación) dará lugar a la modificación del comportamiento principalmente debido al ruido producido.

También, durante el funcionamiento, debe destacarse el efecto producido por las vibraciones existentes como consecuencia del movimiento de las palas y los elementos mecánicos de los aerogeneradores. Estas vibraciones podrían afectar a los sistemas de sónar de estos mamíferos, provocando su desorientación, aunque este es un aspecto que dado el desconocimiento actual deberá ser definido basándose en estudios previos.

AVES

– ALTERACIÓN / ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT

En primer lugar, hay que considerar la alteración o disminución de hábitat por la ocupación que tiene lugar por parte de las embarcaciones y maquinaria (gruas, plataformas, etc.), así como por los efectos derivados de las tareas de construcción (eliminación de invertebrados marinos, alteración del lecho marino, aumento de la turbidez del agua, etc.).

Durante el funcionamiento del parque eólico offshore, entre los impactos a considerar sobre la avifauna, tanto en las poblaciones locales como en las especies migratorias, se encuentran la alteración o eliminación del hábitat.

Por otra parte, como ya se ha comentado al hablar de los impactos sobre las comunidades bentónicas y los peces, las estructuras de las cimentaciones proporcionan un nuevo sustrato que puede ser colonizado por diversos invertebrados (moluscos, bivalbos, poríferos, equinodermos, crustáceos, etc.) y plantas, actuando entonces como arrecifes artificiales. Esta regeneración del área que previamente había sido degradada –junto a la prohibición de la pesca en el entorno del Parque Eólico– puede suponer un hábitat adecuado para diversas especies de peces, y con ello una nueva zona de alimentación de aves. La valoración de esta modificación, en el caso de las aves, pasa por diversas consideraciones que se discuten en el capítulo de valoración de impactos.

– ALTERACIÓN DEL COMPORTAMIENTO

El incremento de embarcaciones, la emisión de ruidos asociados a las labores de construcción y desmantelamiento, etc. producirán una alteración en el comportamiento que conllevará a un desplazamiento de los ejemplares a otras áreas.

La presencia del parque eólico offshore puede generar una alteración en el comportamiento de la avifauna tanto por la presencia de los aerogeneradores como por el ruido de los mismos. Durante la noche (o en condiciones de escasa visibilidad), la presencia de los dispositivos luminosos de señalización del parque eólico puede suponer un elemento que altere el comportamiento de determinadas aves, en especial para aves de hábitos nocturnos o especies migradoras nocturnas. Estas luces pueden resultar elementos que las atraigan, particularmente cuando se trate de individuos cansados o desorientados en condiciones de baja visibilidad (Noer, 2000).

– RIESGO DE COLISIÓN

En lo que respecta al riesgo de colisión de la avifauna con los aerogeneradores, se acepta de manera general que las aves en vuelo detectan la presencia de los aerogeneradores con antelación y los evitan, bien cambiando el rumbo, bien modificando la altura de vuelo. Sin embargo, en algunos casos se habitúan a ellos y vuelan entre las palas o los usan como posaderos y áreas de descanso, como puede ser el caso de gaviotas y cormoranes. Igualmente, la subestación transformadora, en el caso de estar integrada dentro del parque eólico, puede resultar atractiva como lugar de nidificación, por ejemplo para gaviotas y cormoranes. En estos casos, el acostumbrarse a la presencia de los aerogeneradores representa una situación de riesgo potencial de colisión contra las palas en movimiento. El habituarse a los aerogeneradores se considera un factor clave en el aumento de la muerte por colisión, ya que desestiman el riesgo potencial existente (De Lucas, 2000).

Será de especial interés el potencial efecto de la presencia del parque eólico sobre las rutas migratorias, para lo cual deberán estudiarse antes, durante y posteriormente las trayectorias de las aves migratorias que crucen la zona del parque eólico y su entorno.

9.3 PAISAJE

– ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE

Los impactos visuales resultantes de la construcción y explotación de un parque eólico son fundamentales en su evaluación.

Durante la construcción, con la presencia de embarcaciones, equipamientos y grúas, se puede provocar cierta turbidez de las aguas debido al drenaje, y se ejecutan operaciones de cierta envergadura como el levantamiento de las torres y la colocación

de góndolas y turbinas. En este caso se trata de impactos temporales, aunque pueden despertar la curiosidad de los espectadores. Los impactos de la fase de desmantelamiento, también temporales, son similares.

Durante la explotación, la presencia física de los aerogeneradores, con torres verticales que pueden llegar a varias decenas de metros de altura y el movimiento de rotación de las palas, constituyen elementos que resaltan en la percepción de un paisaje dominado por la horizontalidad.

En algunos casos, la presencia y el funcionamiento de un parque eólico puede constituir un impacto positivo en el paisaje, convirtiéndose en un marco de referencia e, incluso, un elemento de atracción.

9.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

TERRITORIO

– OBSTÁCULO PARA LA NAVEGACIÓN

Se trata de uno de los impactos que se percibe de forma más inmediata. Se inicia en la fase de construcción y se prolonga durante el funcionamiento.

Los obstáculos pueden estar constituidos por:

- Presencia de embarcaciones (transporte, perforaciones, instalación de cables) o plataformas relacionadas con actividades de construcción.
- Presencia de aerogeneradores y de la subestación transformadora (en el caso de que se sitúe offshore).

La presencia de estos equipamientos e infraestructuras constituye un obstáculo para la navegación comercial, de recreo, relacionada con la actividad pesquera y con la defensa.

El impacto se ejerce a nivel de limitación de usos del territorio o a nivel de riesgos de colisión, sobre todo bajo condiciones atmosféricas desfavorables (temporal, nevada). El riesgo de colisión puede, a su vez, implicar riesgos económicos, humanos y de contaminación.

El obstáculo se ejerce, sobre todo, sobre la navegación marítima, si bien también puede afectar a la navegación aérea (la altura total de los aerogeneradores puede superar los

100 metros sobre el nivel del agua), particularmente en relación a determinados tipos de vuelos de las fuerzas aéreas de defensa (vuelos rasantes) o de aviones ligeros y helicópteros, comerciales o de recreo.

La presencia de embarcaciones es temporal, por lo que el principal impacto está constituido por la presencia de los aerogeneradores y de la subestación transformadora, sobre todo en fase de funcionamiento.

– AUMENTO DEL TRÁFICO EN LA ZONA DEL PARQUE EÓLICO

El parque eólico implicará un aumento del tráfico marítimo, introduciendo un nuevo factor de perturbación de la navegación.

Podrá también implicar la utilización de medios aéreos (helicópteros) durante la fase de construcción, funcionamiento y desmantelamiento.

En la fase de construcción y desmantelamiento, el aumento de tráfico marítimo resulta de la presencia de diversas embarcaciones necesarias para el transporte de personal y materiales, transporte de componentes de los aerogeneradores, construcción de cimentaciones y montaje de equipos.

En la fase de funcionamiento el aumento de tráfico resulta de las tareas relacionadas con el mantenimiento.

Por otro lado, en el caso en que un parque eólico se convierta en un recurso turístico, el tráfico de embarcaciones podrá aumentar significativamente, sobre todo en las épocas del año con mayor afluencia de turistas.

– INTERFERENCIA CON INFRAESTRUCTURAS, FUNCIONAMIENTO DE EQUIPAMIENTOS (RADAR, TELECOMUNICACIONES, TV) E INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN

La construcción de las cimentaciones y la instalación de los cables en el lecho marino, podría afectar accidentalmente determinadas infraestructuras, como oleoductos, gasoductos y cables submarinos. La línea eléctrica de evacuación de un parque eólico offshore a la red eléctrica, en tierra, podría interferir con infraestructuras próximas de costa (jaulas de acuicultura en mar, por ejemplo) u otras localizadas en la zona de interfase mar/tierra. En cualquier caso, dichas afecciones puede ser fácilmente evitadas en la fase de diseño del proyecto y/o con la adopción de medidas protectoras en la fase de construcción.

En la fase de funcionamiento, el parque eólico podrá provocar interferencias con el funcionamiento de determinados equipamientos.

La presencia de los aerogeneradores podría además constituir un obstáculo para la propagación de las microondas utilizadas en sistemas de comunicación, como en el caso de las redes de teléfonos móviles, causando interferencias en las telecomunicaciones.

El funcionamiento de las turbinas (rotación de palas) podría provocar interferencias con las instalaciones de radar. Cuando las turbinas se encuentran dentro del radio de acción de los radares pueden ser captadas como aeronaves y provocar ocultación de las verdaderas aeronaves o afectar la sensibilidad del radar dentro del sector en el que se localiza el parque eólico.

La rotación de las palas podría, además, interferir con los sistemas de telecomunicaciones y televisión. En este sentido, es sobre todo relevante la potencial interferencia con las transmisiones de radio (particularmente, con VHF), atendiendo a la importancia de los sistemas de comunicaciones de navíos y embarcaciones de pesca y recreo.

La línea eléctrica submarina de evacuación genera campos eléctricos y magnéticos que podrían causar interferencias con los instrumentos de navegación o cuando las embarcaciones pasan por sus proximidades. No obstante, en estudios de detalle realizados para líneas submarinas no se ha comprobado dicha afección.

De forma general, todos estos aspectos carecen de estudios específicos y más profundos para valorar su importancia, por lo que sería necesario realizar estudios específicos para analizar la posible magnitud de los impactos.

– ÁREAS PROTEGIDAS O DE USO CONDICIONADO

La zonas con potencialidad técnica para la implantación de un parque eólico offshore, sea en estuarios o medio marino propiamente dicho, pueden estar sujetas a condicionantes resultantes de restricciones legales al uso del territorio o resultantes de regulaciones impuestas por instrumentos de ordenación del territorio.

El tipo de instrumentos y regulaciones depende de la legislación en cada país. Sin embargo, es frecuente encontrar áreas con estatuto de protección del patrimonio y recursos naturales o del patrimonio cultural que pueden abarcar una franja litoral y/o el medio acuático. Pueden también existir áreas de utilización restringida por razones de defensa nacional.

La implantación de un parque eólico puede interferir con los objetivos de protección, conservación o seguridad de estas áreas, que pueden constituir factores impeditivos o limitantes a la propia implantación del proyecto.

POBLACIÓN

– ALTERACIONES DEMOGRÁFICAS

La relación entre las alteraciones demográficas y la existencia y funcionamiento de un determinado proyecto no es linealmente directa.

Las alteraciones demográficas significativas son el resultado de la interacción compleja de un conjunto de factores con incidencia en el desarrollo social, cultural, económico y territorial, por lo que es difícil aislar la importancia de un solo proyecto.

Sin embargo, un determinado proyecto puede tener efectos más relevantes a nivel de población, dependiendo, necesariamente, tanto de su dimensión y características, como de la dimensión y dinámica social y económica de las poblaciones donde ejercerá su influencia.

En lo que respecta a los parques eólicos offshore, no se trata de un tipo de proyecto estructurante desde el punto de vista de la economía local y de la generación de empleo, por lo que no se prevé que su presencia pueda ser motivo de alteraciones significativas en las dinámicas poblacionales.

No obstante, la percepción positiva o negativa de su presencia puede tener efectos a nivel del grado de satisfacción con el lugar de residencia y, eventualmente, con el valor material de las propiedades.

En el caso de que la presencia del parque sea percibida como negativa, afectando al bienestar local, puede conducir a una reducción del agrado de la población local por el lugar de residencia y traducirse en su traslado. El efecto contrario también podría producirse.

Sin embargo, los efectos de los parques eólicos en estos aspectos parecen no ser muy relevantes. Según los resultados de las encuestas realizadas en el ámbito del proyecto WINDTOUR, ante la pregunta a los residentes sobre si se trasladarían a otro lugar en el caso de que se instalara un parque eólico offshore, apenas un 1% de los encuestados respondieron que se trasladarían y un 6% que tal vez se mudasen, si bien el 87% afirmaron que no se trasladarían, incluyendo un 10% a los que les gustaría ver un parque eólico offshore en su lugar de residencia.

En las fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento, la percepción social anticipada de los impactos, generada en la fase de proyecto, es reconstruida en base a los impactos realmente producidos. La amplitud y significado de los impactos y la

forma en cómo son dirigidos socialmente podrá originar nuevas actitudes de aceptación y/o rechazo, pudiendo conducir a alteraciones demográficas.

Estos aspectos no pueden ser valorados anticipadamente, debiendo ser objeto de evaluación en la fase de seguimiento y vigilancia ambiental.

ASPECTOS ECONÓMICOS

– NUEVO RECURSO ENERGÉTICO

El aprovechamiento de un recurso natural renovable (viento) para la producción de energía eléctrica “limpia” constituye el aspecto central de este tipo de desarrollos, su factor más justificativo y positivo.

La construcción de un parque eólico offshore significa, por tanto, la presencia de un nuevo recurso energético, una nueva fuente de producción de energía eléctrica.

La capacidad de producción de energía eléctrica depende de la configuración y características de cada parque eólico (número de aerogeneradores, capacidad de las turbinas, condiciones de vientos y otras). La energía producida es conducida a la red eléctrica general y su distribución depende de la forma en que se gestione la red.

El abastecimiento de energía puede reflejarse positivamente a nivel local, sobre todo en momentos de mayor demanda energética, o que puede ser relevante en áreas turísticas con gran demanda estacional.

– EFFECTO SOBRE EL TURISMO

La principal afección potencial sobre la actividad turística está relacionada con el efecto de transformación del paisaje marítimo y el modo en el que esa transformación visual es percibida y valorada por los turistas. Se trata por tanto de un impacto indirecto. Por ello, este aspecto debe ser evaluado en interacción con el análisis paisajístico.

Una percepción negativa, desvalorizadora del paisaje y, por tanto, de bienestar en los destinos de mayor interés y frecuencia de visita (playas, zonas urbanas en la franja costera, puntos panorámicos de observación a lo largo de la costa, zonas con interés desde el punto de vista del patrimonio natural o cultural, etc.) podría conducir a una pérdida del valor del lugar en lo que se refiere a destino de visitas y, consecuentemente, a una reducción de los flujos turísticos, con los correspondientes perjuicios de especial incidencia en la economía de las poblaciones locales.

En el estudio de opinión realizado en cuatro zonas turísticas de Portugal y España, desarrollado en el ámbito del proyecto WINDTOUR, se determinó que el 24% de los turistas consideraban que el impacto paisajístico era el impacto potencialmente más importante de los parques eólicos offshore. Si bien los impactos sobre las aves y la fauna marina han obtenido una proporción de respuestas más elevada (51%), la referencia a los impactos en el paisaje es suficientemente relevante.

En consonancia con este aspecto, el 48% de los turistas consideran que la principal medida de minimización de impactos debería ser la relativa a alejar lo más posible las turbinas de la costa e integrar el parque eólico lo mejor posible en el paisaje.

Se trata, por tanto, de uno de los principales impactos a tener en cuenta a la hora de analizar las afecciones producidas por un parque eólico offshore.

Por el contrario, la presencia de un parque eólico podrá suponer la presencia de un nuevo recurso turístico (como está ocurriendo con algunos parques en tierra que registran millares de visitas anuales), proporcionando una nueva área de negocios (visitas por barco) con efectos positivos en la economía local.

Confirmando, de algún modo, este aspecto, en el estudio de opinión del proyecto WINDTOUR, el 17% de los turistas afirmaron que la instalación de un parque eólico offshore haría que la localidad fuese “más interesante”, aumentando por lo tanto su atractivo turístico.

Este tipo de impactos tienen una componente subjetiva muy importante y, por tanto, su significado social puede ser agravado o relativizado por la ocurrencia y valoración social de otros impactos negativos o positivos resultantes del proyecto.

De este modo, y teniendo en cuenta los aspectos tipificados anteriormente, la identificación de impactos en el turismo, y de impactos sociales en general, exige un análisis cuidadoso de cada caso y suficientemente amplio como para integrar todos los aspectos relevantes relacionados con la formación de opinión de los visitantes.

Además de la transformación del paisaje marítimo, otros impactos más concretos, con influencia sobre el turismo y actividades de ocio, se relacionan con la afección por la introducción de obstáculos y los riesgos asociados a la práctica de actividades acuáticas (navegación a vela, surf y windsurf, pesca deportiva, etc).

Las actividades subacuáticas podrán también ser afectadas en el caso de que el parque eólico suponga un impedimento o interferencia con determinadas actividades (pesca submarina, observación de especies, observación del patrimonio cultural sumergido).

La instalación de la línea eléctrica de evacuación hasta tierra, puede interferir de forma importante con la utilización turística del litoral, sobre todo si existieran playas muy frecuentadas, tratándose en cualquier caso de un impacto temporal de las fases de construcción y desmantelamiento.

– EFFECTOS SOBRE LA PESCA

La pesca es una de las actividades en que un parque eólico offshore podrá, potencialmente, tener consecuencias negativas.

Un parque eólico offshore puede tener tres tipos de efectos en la pesca:

- Efectos directos, comunes al resto de actividades de navegación (obstáculo, riesgo de accidente, interferencia de comunicaciones).
- Efectos directos, resultantes de las restricciones de la actividad pesquera en la zona del parque eólico.
- Efectos indirectos, resultantes de la eventual afección de los recursos (efectos sobre especies capturables).

A los efectos comunes a otras actividades de navegación marina, le aplica el análisis efectuado anteriormente, relativo a los impactos de la navegación.

Durante la fase de construcción, que puede prolongarse durante más de un año, no está permitida la navegación en un perímetro del parque eólico. La actividad pesquera no podrá, por tanto, ejercerse en el área del parque. Lo mismo ocurre en la fase de desmantelamiento.

En la fase de funcionamiento la navegación y la pesca son permitidas en el perímetro del parque eólico, si bien ciertas artes pueden ser prohibidas, como es el caso de la pesca de arrastre. La presencia de los cables eléctricos entre turbinas y la línea eléctrica de evacuación hasta tierra, genera estas limitaciones.

Finalmente, la pesca podrá resultar perjudicada como resultado de la afección sobre el propio recurso. En la fase de construcción, la perturbación de los fondos (cimentaciones, tendido de cables) podrá implicar la destrucción de hábitats y afectar áreas de desove, de alimentación y crecimiento. La resuspensión de sedimentos podrá tener efectos negativos en el desarrollo de moluscos bivalvos. En la fase de construcción y funcionamiento, el ruido y las vibraciones podrían alterar el comportamiento de las especies piscícolas y afectar a especies migratorias.

En contrapartida, la existencia de las cimentaciones puede dar lugar, en la fase de funcionamiento y a medio plazo, a un conjunto de arrecifes artificiales, creando condiciones de atracción y/o colonización para determinadas especies, aumentando de esta forma la disponibilidad de recurso.

Debe tenerse en cuenta que en la fase de desmantelamiento, la eliminación de las cimentaciones podrá generar nuevos impactos significativos al destruir estos hábitats y los recursos generados.

La identificación de estos impactos, dirigida a especies con valor comercial, debe realizarse de forma conjunta con la componente ecológica y la creación de áreas con restricción de pesca.

– EFFECTOS SOBRE OTROS SECTORES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El turismo y la pesca han sido descritos de forma separada al ser, en principio, las actividades económicas de incidencia local y regional más susceptibles de ser afectadas por la implantación de un parque eólico offshore.

Sin embargo, la identificación y valoración de impactos sobre las actividades económicas debe ser realizada de forma global, incluyendo estas y otras actividades, y en relación con el análisis de impactos en el empleo, que es tratado en el punto siguiente.

Además de los impactos directos del proyecto (inversión inicial, producción de energía), es importante tener en cuenta los impactos indirectos e inducidos.

Los impactos indirectos resultan del incremento de la producción de bienes y servicios, necesarios para el mantenimiento y funcionamiento del parque eólico.

Los impactos inducidos son consecuencia del incremento de las actividades económicas resultantes del incremento del consumo, derivado de los impactos directos e indirectos de proyecto.

No es fácil o asequible, en el ámbito de un EsIA, valorar los impactos indirectos o inducidos. No obstante a este nivel se producen una gran cantidad de impactos con incidencia local, particularmente, al nivel de pequeñas empresas que constituyen una parte importante y muchas veces determinante de la economía de las poblaciones locales.

Como se indicó anteriormente, la implantación de un parque eólico puede tener impactos negativos y/o positivos en el turismo y la pesca. Pero su construcción y



funcionamiento podrá tener efectos positivos en varios sectores y ramos de actividad económica.

Además de una nueva fuente de energía no dependiente de las fluctuaciones de los mercados de materia prima, al contrario de lo que ocurre con los combustibles fósiles, el efecto económico más importante del desarrollo de parques eólicos offshore reside en el estímulo de las actividades de producción, montaje e instalación de los equipos, provocados sobre todo por la inversión inicial.

El desarrollo del aprovechamiento de la energía eólica offshore puede propiciar la instalación y/o el desarrollo de unidades de producción o montaje de los diversos componentes y equipos que constituyen un parque eólico. Ello puede constituir un impacto muy positivo en la economía y el empleo del país. Su concreción dependerá, necesariamente, de las condiciones globales del mercado, que está actualmente dominado por los países que lideran el aprovechamiento de este tipo de energía. No obstante, el aprovechamiento del recurso eólico offshore está en su fase inicial y su crecimiento generará nuevas oportunidades y espacios de mercado.

Otras actividades tienen impactos económicos positivos, sobre todo en la fase de construcción y, potencialmente, con incidencia local, en particular:

- Transporte de equipos y componentes (por carretera o ferrocarril) entre el lugar de producción y/o montaje y las zonas de almacenamiento en áreas portuarias.
- Almacenamiento en áreas portuarias.
- Flete y alquiler de embarcaciones para el transporte y la instalación de equipos.
- Construcción de cimentaciones, instalación de turbinas y de cables submarinos.
- Construcción de subestación transformadora, edificios de apoyo en tierra y conexión a la red eléctrica.
- Desarrollo de estudios científicos, técnicos de ingeniería y de consultoría.
- EFFECTOS SOBRE EL EMPLEO

Los efectos, positivos o negativos, en el empleo, están interrelacionados con las actividades analizadas (turismo, pesca y otras actividades económicas) y dependen de los impactos que el parque eólico va a ejercer sobre ellas.

Los impactos en el empleo podrán ser directos (directamente resultantes de las actividades inherentes al parque eólico), indirectos (resultantes de los efectos sobre actividades económicas) e inducidos (resultantes de los efectos sobre la economía, de variación de los rendimientos generados, directa e indirectamente).

Por tanto, se deberán identificar todos los impactos directos y, siempre que sea posible, los impactos indirectos e inducidos en el empleo.

La creación directa de empleo resulta, fundamentalmente, de las siguientes acciones:

- Fase de construcción: transporte de materiales y componentes, ejecución de las diversas operaciones constructivas offshore y onshore.
- Fase de funcionamiento: tareas de control, vigilancia y mantenimiento.
- Fase de desmantelamiento: desmantelamiento y transporte de materiales y componentes.

La creación indirecta de empleo resulta del estímulo de las actividades económicas en las diversas fases de proyecto: fabricación y montaje de piezas, componentes y equipos, suministro de medios y equipos de transporte, construcción y vigilancia.

El parque eólico podrá, además, propiciar la aparición de nuevos negocios, como la organización de visitas turísticas, con una inherente creación de empleo.

Opuestamente, el parque eólico podría causar indirectamente la pérdida de empleos en el caso de afectar seriamente alguna actividad económica. La pesca y la actividad turística serían las actividades más susceptibles de, eventualmente, sufrir estos efectos.

ASPECTOS SOCIOCULTURALES

– PERCEPCIÓN SOCIAL Y ACEPTACIÓN PÚBLICA

La percepción y construcción social (percepción pública generada) de un proyecto y sus efectos y aceptación o rechazo por parte de las poblaciones es uno de los fenómenos a tener en cuenta en cualquier evaluación de impactos en el medio social.

Dado que el ser humano proyecta su futuro, la expresión de miedos y preocupaciones, así como la generación de expectativas, constituyen dimensiones de impacto que aparecen al producirse el anuncio sobre la implementación de un determinado proyecto.

Se trata, por tanto, de un tipo de impacto que precede a la tradicional referencia de las fases de construcción / funcionamiento / desmantelamiento, ya que aparece antes de la existencia material del proyecto y de la verificación objetiva de sus efectos, pudiendo, no obstante, desencadenar acciones que impidan que se produzcan.

La formación de actitudes y el desarrollo de comportamientos y acciones de aceptación o rechazo previo respecto a determinado proyecto resulta de una compleja relación entre la percepción social de los efectos por parte de individuos, grupos y organizaciones, en función de sus valores, intereses y expectativas, y los recursos de los que se dispone para influir en una acción social.

Por lo tanto, es aconsejable la identificación preliminar, en fase de planificación, de la percepción y aceptación social de los proyectos, como elemento importante para la toma de decisiones de selección de la localización.

Sin embargo, ello no debería evitar o invalidar, una vez seleccionada la localización, la necesidad de una actitud abierta, clara y didáctica por parte de los promotores, en el sentido de informar al público sobre las características de los proyectos, tal como se desarrolla la estrategia de información y participación del público potencialmente afectado, en el proceso de evaluación ambiental.

La realización de sesiones de información y seminarios, organización de grupos de discusión, comisiones de seguimiento con representantes, institucionales o no, de los potencialmente afectados o interesados, son, entre otros, medios que permiten la implicación del público.

Esta implicación permite alcanzar un doble objetivo. Por un lado, conducir una información correcta, permitiendo que la percepción pública generada del proyecto por parte del público sea lo más cercana posible a la realidad, evitando equívocos e inadecuadas o falsas expectativas o temores.

Por otro lado, permite más fácilmente identificar y caracterizar los intereses, preocupaciones y aspiraciones existentes, los individuos o grupos potencialmente afectados, los valores y perspectivas, las organizaciones y los movimientos sociales, las dinámicas presentes. En general, el conocimiento de las características del sistema social es indispensable para una identificación de los impactos sociales y para una buena integración y desarrollo del proyecto.

Este conjunto de cuestiones tienen particular importancia en la fase de proyecto. No obstante, la implicación del público debe prolongarse durante las fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento.

– IMPACTOS SOCIALES

Como se ha indicado, la percepción y la denominada construcción social de los efectos de un proyecto dan lugar a los posibles escenarios, generados en función del grado de conocimiento sobre el proyecto y los temores, expectativas e intereses, de individuos y grupos.

El hecho de que se traten escenarios hipotéticos no quiere decir que no se traduzcan en impactos reales, de tal modo que pueden originar acciones de rechazo que conduzcan a la inviabilidad del proyecto.

No obstante, la “realidad” de este tipo de impactos no significa, necesariamente, que los efectos percibidos se traduzcan con mayor rigor y objetividad en la valoración de las consecuencias del proyecto. Efectivamente, la percepción de los impactos es diferente y variable.

Así, la circulación de información y el aumento del conocimiento público sobre determinado proyecto, puede modificar (en un sentido o en otro), a veces radicalmente, el tipo de impacto percibido.

Por otro lado, muchos efectos son percibidos de forma diferente por diferentes individuos o grupos sociales. Lo que para unos puede ser percibido como negativo, puede ser considerado positivo por otros.

Puede ocurrir, también, que existan impactos sociales que no sean percibidos o valorados por el público, en particular cuando inciden sobre individuos o grupos con menor peso social o capacidad de afirmación y reivindicación.

Otros, al contrario, pueden ser muy sobrevalorados, conduciendo a la formación de una “imagen distorsionada” del proyecto.

De este modo, un análisis de la percepción social de los efectos de un proyecto es una tarea importante para la identificación de preocupaciones y expectativas, actitudes potenciales y comportamientos, y para la identificación de determinados aspectos más valorados. Sin embargo, por sí solo, no puede sustituir un necesario estudio y análisis, más objetivo, de los impactos sociales potenciales.

– EFFECTOS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL

La construcción y explotación de un parque eólico offshore puede tener tres tipos de impactos directos:

-
- El riesgo de destrucción de patrimonio arqueológico sumergido, ligado a la navegación u otras actividades náuticas, tales como la pesca, durante las actividades de dragado y excavación de los fondos marinos o de estuarios.
 - La intrusión visual, provocada por la presencia y funcionamiento de los aerogeneradores de áreas próximas a la costa en las cuales se encuentren manifestaciones culturales, tales como las romanas.
 - La intrusión visual, igualmente provocada por la presencia y funcionamiento de los aerogeneradores, del entorno de los elementos del patrimonio cultural material (monumentos, conjuntos o lugares) localizados en tierra.

Estos dos últimos tipos de impacto son tratados en el punto relativo al paisaje.

Además pueden generarse impactos indirectos debidos a alteraciones de las corrientes o a otros fenómenos de erosión/sedimentación, provocados por la presencia del parque eólico. Estas alteraciones pueden afectar el estado de conservación de elementos patrimoniales conocidos, situados en las proximidades o estuarios, u originar origina el descubrimiento de nuevos elementos.

RIESGOS

– RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Como ya se indicó anteriormente al hablar de los impactos producidos sobre el medio acuático, la instalación de un parque eólico offshore supone la aparición de ciertos elementos que perjudican (movilización de sedimentos) o pueden perjudicar (vertidos accidentales) la calidad de las aguas.

Puesto que la generación de sedimentos será un efecto inevitable al construir las cimentaciones (mayor generación en el caso de cimentaciones de gravedad que necesitan de una mayor preparación del terreno), este apartado de riesgos se refiere a la contaminación procedente de vertidos ocurridos accidentalmente.

Resumiendo lo comentado anteriormente, estos vertidos accidentales pueden proceder de las turbinas (aceites), subestación transformadora, línea eléctrica de evacuación (aceites), y embarcaciones o helicópteros en su funcionamiento normal o accidentados (aceites, carburantes y otras sustancias) durante los trabajos de construcción, desmantelamiento o mantenimiento.

– AFECCIÓN A LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y AÉREA

La existencia de riesgos potenciales resultantes de la construcción y funcionamiento de determinado proyecto exige estudios específicos de valoración de impacto que no forman parte propiamente dicha de la evaluación de impacto medioambiental.

No obstante es importante, al nivel de la valoración ambiental, identificar los principales riesgos existentes.

En lo que se refiere al medio social, se considera la existencia de los siguientes riesgos asociados a la presencia de un parque eólico offshore:

- Colisión de embarcaciones utilizadas en el transporte de materiales y los procesos constructivos
- Colisión de embarcaciones con los aerogeneradores (y afección por la rotación de las palas) resultante de errores de navegación o arrastre por corrientes y vientos de embarcaciones a la deriva
- Colisión de aeronaves con aerogeneradores
- Afección de infraestructuras en la fase de construcción (oleoductos – gasoductos, cables submarinos)
- Afección de localizaciones subacuáticas de valor arqueológico, en la fase de construcción
- Afección de los cables submarinos del parque eólico, como resultado de actividades de intervención en los fondos marinos

De estos riesgos, los relacionados con la colisión de embarcaciones y aeronaves constituyen los de mayor interés por su posible magnitud en caso de producirse.

10. RESUMEN: MATRIZ DE ACCIONES-IMPACTOS

ELEMENTO	IMPACTO	ACCIONES DEL PROYECTO		
		CONSTRUCCIÓN	FUNCIONAMIENTO	DESMANTELAMIENTO
MEDIO FÍSICO				
GEOLOGÍA / GEOMORFOLOGIA / LECHO MARINO	Alteración de la estratigrafía local	Cimentación y excavaciones		Retirada de cimentaciones
	Alteración / Modificación de lecho marino	Movimientos tierra y excavac.		Movimientos tierra y excavac.
		Preparación del emplazamiento		
	Alteración de procesos geomorfológicos	Preparación del emplazamiento	Presencia de cimentaciones	Movimientos tierra y excavac.
		Movimientos tierra y excavaciones		
Contaminación de lecho marino	Vertidos accidentales en algunas acciones	Vertidos accidentales en algunas acciones	Vertidos accidentales en algunas acciones	
AIRE	Calidad del aire / Ahorro de emisiones	Emisiones procedentes de equipos y embarcaciones	Disminución de emisiones globales	Emisiones procedentes de equipos y embarcaciones
	Ruido aéreo	Presencia de equipos y embarcaciones	Rotación de las palas y mecanismos	Presencia de equipos y embarcaciones
	Contaminación lumínica		Presencia y señalización del parque eólico	
AGUA	Alteración de la calidad del agua debido a la emisión de sedimentos	Movimiento de materiales y construcción en general		Movimiento de materiales y operaciones en general
	Hidrografía. Alteración de Corrientes marinas	Presencia de equipos y embarcaciones	Presencia de cimentaciones	Presencia de equipos y embarcaciones
	Alteración de la calidad del agua por vertido	Vertidos accidentales en algunas acciones	Vertidos accidentales en algunas acciones	Vertidos accidentales en algunas acciones
	Campos eléctrico y magnético		Generación, transformac. y transporte de energía	
	Ruido y vibraciones submarinas	Presencia de equipos y embarcaciones	Rotación de las palas y mecanismos	Presencia de equipos y embarcaciones
MEDIO BIOLÓGICO				
BENTOS / PLANCTON	Eliminación de biocenosis	Preparación del emplazamiento		Movimientos de materiales y excavaciones

ELEMENTO	IMPACTO	ACCIONES DEL PROYECTO		
		CONSTRUCCIÓN	FUNCIONAMIENTO	DESMANTELAMIENTO
		Movimientos de materiales y excavaciones		
	Modificación del hábitat		Presencia de cimentaciones	
POBLACIONES PISCÍCOLAS	Eliminación de ejemplares	Movimientos de materiales y excavaciones		Movimientos de materiales y excavaciones
	Alteración del hábitat y del comportamiento	Movimientos de materiales y excavaciones	Presencia de cimentaciones	Movimientos de materiales y excavaciones
		Presencia de equipos y embarcaciones	Rotación de las palas	Presencia de equipos y embarcaciones
		Construcción en general		Operaciones en general
	Creación de nuevos hábitats		Presencia de cimentaciones	
	Eliminación de nuevos hábitats			Eliminación de las cimentaciones
MAMÍFEROS MARINOS	Alteración/eliminación del hábitat	Movimientos de materiales y excavaciones	Presencia de las cimentaciones	Movimientos de materiales y excavaciones
		Presencia de equipos y embarcaciones	Rotación de las palas	Presencia de equipos y embarcaciones
		Construcción en general		Operaciones en general
	Alteración del comportamiento	Construcción en general	Presencia de las cimentaciones	Operaciones en general
		Rotación de las palas		
AVIFAUNA	Alteración/eliminación del hábitat	Construcción en general	Presencia del parque eólico	Operaciones en general
		Presencia de equipos y embarcaciones		Presencia de equipos y embarcaciones
	Alteración del comportamiento	Construcción en general	Presencia del parque eólico	Operaciones en general
		Presencia de equipos y embarcaciones		Presencia de equipos y embarcaciones

ELEMENTO	IMPACTO	ACCIONES DEL PROYECTO		
		CONSTRUCCIÓN	FUNCIONAMIENTO	DESMANTELAMIENTO
	Riesgo de colisión		Rotación de las palas y presencia de línea eléctrica de evacuación	
PAISAJE				
PAISAJE	Alteración de la calidad	Construcción en general	Presencia parque eólico	Operaciones en general
		Presencia equipos y embarcaciones		Presencia equipos y embarcaciones
MEDIO SOCIOECONÓMICO				
TERRITORIO	Obstáculo para la navegación	Ocupación del espacio marítimo-terrestre	Presencia parque eólico e infraestructuras asociadas	Ocupación del espacio marítimo-terrestre
			Creación de zona de exclusión	
	Aumento del tráfico	Transporte materiales y equipos	Visitas y mantenimiento	Transporte materiales y equipos
	Interferencia con infraestructuras, equipamientos (telecomunicaciones, radar, sist. navegación)	Ocupación del espacio marítimo-terrestre	Generación, transformación y transporte de energía	Ocupación del espacio marítimo-terrestre
		Construcción del parque eólico	Presencia del parque eólico	Desmantelamiento del parque eólico
			Rotación de las palas	
	Áreas protegidas o de uso condicionado	Ocupación del espacio marítimo-terrestre	Presencia parque eólico	Ocupación del espacio marítimo-terrestre
		Construcción del parque eólico	Visitas y mantenimiento	Desmantelamiento del parque eólico
POBLACIÓN	Alteraciones demográficas	Construcción del parque eólico	Presencia del parque eólico	Desmantelamiento del parque eólico
ASPECTOS ECONÓMICOS	Nuevo recurso energético		Generación, transformación y transporte de energía	
	Efectos sobre el turismo	Construcción del parque eólico	Presencia del parque eólico	Desmantelamiento del parque eólico
		Creación de zona de exclusión	Creación de zona de exclusión	Creación de zona de exclusión

ELEMENTO	IMPACTO	ACCIONES DEL PROYECTO		
		CONSTRUCCIÓN	FUNCIONAMIENTO	DESMANTELAMIENTO
	Efectos sobre la pesca	Construcción del parque eólico	Presencia del parque eólico	Desmantelamiento del parque eólico
		Creación de zona de exclusión	Creación de zona de exclusión	Creación de zona de exclusión
	Efectos sobre otros sectores y actividades económicas	Construcción del parque eólico	Visitas y mantenimiento	Desmantelamiento del parque eólico
			Presencia del parque eólico	
	Efectos sobre el empleo	Construcción del parque eólico	Visitas y mantenimiento	Desmantelamiento del parque eólico
ASPECTOS SOCIOCULTURALES	Percepción social y aceptación pública	Construcción del parque eólico	Presencia del parque eólico	Desmantelamiento del parque eólico
		Planificación previa del desarrollo eólico		
	Impactos sociales	Construcción del parque eólico	Presencia del parque eólico	Desmantelamiento del parque eólico
	Efectos sobre el patrimonio cultural	Construcción del parque eólico	Presencia de parque eólico	Desmantelamiento del parque eólico
RIESGOS	Riesgo de contaminación del agua	Vertidos accidentales	Vertidos accidentales	Vertidos accidentales
	Afección a la navegación marítima y aérea	Construcción del parque eólico	Creación de zona de exclusión	Desmantelamiento del parque eólico
				Presencia de parque eólico

Matriz de identificación de impactos – acciones de proyecto

11. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

Una vez identificados los impactos que produce la implantación de un parque eólico offshore, de debrá proceder a su caracterización y valoración.

La caracterización deberá basarse en la definición de una serie de aspectos o criterios de valoración de impacto (carácter, tipo de acción, duración, etc.) que, finalmente, se plasmarán en la evaluación mediante una escala de niveles de impacto, que facilita la utilización de los resultados obtenidos en la toma de decisiones.

Para que un análisis cualitativo sea útil a la hora de profundizar en el conocimiento y valoración final de los impactos, deben utilizarse criterios de valoración adecuados. A modo de ejemplo, algunas de las características cuya definición será útil para la evaluación del impacto se enumeran a continuación:

- **CARÁCTER:** hace referencia a si el impacto es positivo o negativo con respecto al estado previo a la actuación. En el primer caso será beneficioso y en el segundo adverso. Se considera impacto positivo a aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada. Se considera impacto negativo a aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.
- **TIPO DE ACCIÓN:** El efecto sobre los elementos del medio puede producirse de forma directa (tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental) o indirecta, es decir, el efecto es debido a interdependencias.
- **DURACIÓN:** Este criterio se refiere a la escala de tiempo en la que actúa el impacto; puede ser temporal (se produce en un plazo limitado, y supone por tanto alteración no permanente en el tiempo) o permanente (aparece de forma continuada, y 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).
- **MOMENTO:** Se refiere al momento en que se manifiesta el impacto: a corto plazo (dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual), a medio plazo (antes de cinco años) y a largo plazo (en períodos superiores).

- SINERGIA: Alude a la combinación de los efectos para originar uno mayor; en este caso se habla de impactos simples, acumulativos y sinérgicos. Un efecto simple es aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación. El efecto acumulativo es aquel que incrementa progresivamente su gravedad al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño. Por último, un efecto sinérgico es 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 el efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
- REVERSIBILIDAD: Se considera impacto reversible aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. El impacto irreversible es aquel que supone la imposibilidad o la “dificultad extrema” de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.
- RECUPERABILIDAD: Un impacto recuperable es 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. Por el contrario, en un impacto irrecuperable la alteración o pérdida que se provoca es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana. Se refiere a la eliminación definitiva de algún factor o por el contrario a la pérdida ocasional del mismo; en este caso la consideración es irrecuperable o recuperable.
- EXISTENCIA DE MEDIDAS CORRECTORAS: Tiene en cuenta cuando se pueden adoptar prácticas o medidas correctoras que aminoren o anulen el impacto.

Una vez caracterizados los diferentes impactos, se deberá realizar la valoración de los IMPACTOS NEGATIVOS según cierta escala de niveles de impacto. A modo de ejemplo, puede considerarse la siguiente:

- NO SIGNIFICATIVO: Aquel cuyo efecto es de muy baja intensidad, por lo que no se considera significativo.
- COMPATIBLE: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.

- 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.
- 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 estas medidas, la recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.
- CRÍTICO: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente en la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Se deberá indicar también si la acción analizada lleva consigo ausencia de impactos significativos, en cuyo caso no se hace necesaria la descripción del carácter del impacto y dicho impacto se valora como NO SIGNIFICATIVO.

Para los IMPACTOS POSITIVOS o beneficiosos también se deberá considerar cierta escala de valoración, como pueden ser los siguientes niveles de impacto: MUY ALTO, ALTO, MEDIO, BAJO y MUY BAJO.

Hay que tener en cuenta que el significado de impacto ambiental debe conectarse irremisiblemente con la recuperabilidad de las alteraciones provocadas sobre el medio, ya que un deterioro irrecuperable supone el agotamiento de los recursos y la iniciación de procesos negativos que se aceleran a sí mismos.

Los criterios y términos indicados para la caracterización y valoración de impactos, deberán definirse en función de la normativa de cada Estado por lo que únicamente deberán ser considerados como orientativos.

A continuación se incluyen algunas de las posibles opciones de análisis para llegar a conocer el efecto de los diferentes impactos identificados y realizar la valoración de sus efectos.

11.1 MEDIO FÍSICO

GEOLOGÍA / GEOMORFOLOGÍA / LECHO MARINO

- ALTERACIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA LOCAL

De forma general, se trata de una alteración cuya magnitud va a estar muy relacionada con el tipo de lecho y el método de cimentación utilizado para la construcción del parque.

En función del método de cimentación, el impacto será de mayor o menor magnitud. Los principales métodos de cimentación son los siguientes (Metoc plc, 2000):

- Cimentaciones de gravedad de hormigón: actúan en función de su peso, lo que permite mantener los aerogeneradores en posición vertical. La mayoría de los parques eólicos offshore que actualmente están en funcionamiento utilizan este tipo de cimentaciones. Estas estructuras deben alcanzar un peso de unas 1.000 Tn, resultando apropiadas únicamente para aguas de profundidad inferior a 10 m, ya que con profundidades superiores resultan excesivamente caras.
- Cimentaciones de gravedad de acero: están constituidas por estructuras huecas de acero, mucho más ligeras (unas 100 Tn) y más fáciles de transportar que las anteriores, que una vez colocadas son rellenadas con un material pesado hasta alcanzar las 1.000 Tn aproximadamente. Su tamaño variará en función de la profundidad del agua, de la torre, etc., aunque para una profundidad de 10 m y una torre de 65 m puede cuantificarse en 14 x 14 m (cuadrada) o 15 m de diámetro (circular).
- Cimentaciones de monopilote: constituidas por un pilote de acero de 2,5 a 4,5 m de diámetro, que se encuentra clavado de 10 a 20 m en el fondo, dependiendo del tipo de subsuelo. Es el tipo de cimentación que está siendo más desarrollado en las últimas instalaciones, presentando como principal inconveniente los pesados equipos de pilotaje que requiere para su instalación.
- Cimentaciones de trípode: constituidas por estructuras tubulares de acero, conformando un trípode cuyos apoyos se clavan al fondo marino, tal y como se utilizan en plataformas petrolíferas. Si bien la profundidad a la que son clavadas estas "patas" es similar al caso anterior (10 a 20 m), su diámetro es significativamente inferior. Además, este tipo de cimentación es utilizable en aguas más profundas.

En términos generales, podría decirse que el impacto sobre los estratos geológicos será mayor en el caso de las cimentaciones que van "clavadas" (monopilote y trípode), ya que suelen superar la profundidad del suelo hasta alcanzar la roca subyacente. Sin embargo, esta valoración dependerá de las características de cada emplazamiento y de las necesidades de preparación previa exigidas por cada tipo de cimentación.

Así, las cimentaciones gravitatorias exigen una importante preparación previa del lecho para poder asentar las estructuras convenientemente, lo que puede provocar un impacto adicional. Por otro lado, el uso del monopilote o el trípode en áreas de suelos no profundos y presencia de roca dura, pasa generalmente por el uso de explosivos y la aparición de posibles problemas durante las labores de perforación, por lo que suele desaconsejarse. Por ello, una cimentación gravitacional sobre un suelo somero en el que los estratos geológicos afloran fácilmente, puede conducir a un impacto más importante que el que provocaría un monopilote.

Por estos motivos, la magnitud del impacto producido sobre la estratigrafía va a estar muy relacionada con la selección del método de cimentación más apropiado para el lecho del emplazamiento, lo que podrá definirse mediante el estudio de los estratos existentes y su composición, de forma que se conozcan sus características geotécnicas y su comportamiento respecto a las diferentes técnicas disponibles.

Por otra parte, y tal y como se ha comentado con anterioridad, la escasa envergadura de las obras precisas para enterrar el cable submarino de evacuación hace que, de forma general, no se prevean impactos relevantes en lo que respecta a la alteración de la estratigrafía local.

– ALTERACIÓN DE PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS

La modificación de los procesos geomorfológicos y su influencia en el oleaje y corrientes, producidos por la propia presencia del parque eólico, deberá ser estudiada teniendo en cuenta la localización de los aerogeneradores y su disposición, fundamentalmente en cuanto a la disposición de las alineaciones, su número y la distancia entre éstas y entre aerogeneradores de una misma alineación. De forma genérica, indicar que la distancia entre aerogeneradores, consideradas torres de 65 m, se sitúa en torno a los 500 m entre los de una misma alineación, alcanzándose unos 800 m entre alineaciones (Elsam & Eltra, 2000) (Seas, 2000).

Otro aspecto fundamental a valorar será el efecto erosionador del oleaje y con ello, la aparición de situaciones no previstas inicialmente en el entorno de las cimentaciones o más allá, dando lugar a modificaciones significativas del lecho por disposición de sedimentos.

La valoración de los efectos producidos pasará por la modelización del régimen de corrientes, mareas y oleaje en las condiciones impuestas por la nueva instalación. Para ello será necesaria la caracterización exhaustiva de estos procesos, que será definida de forma más específica en el apartado referente al estudio del impacto sobre la hidrografía.

En cuanto a los sedimentos, será necesaria una caracterización completa de éstos, que comprenda su descripción granulométrica, su disposición y las formaciones que originan, la orientación de éstas y la dirección en la que se desplazan, de forma que la potencial modificación de las corrientes evaluada mediante modelización, pueda relacionarse con una sinérgica modificación en la disposición y desplazamiento naturales de los sedimentos.

Por lo que se refiere a la disposición directa de materiales procedentes de la excavación, la valoración del impacto sobre la morfología local deberá valorarse en función de su influencia sobre la batimetría local y, por tanto, sobre el régimen de oleaje y corrientes, lo que también se puede analizar mediante modelización.

– ALTERACIÓN / MODIFICACIÓN DEL LECHO MARINO

La magnitud del impacto producido por la remoción de suelo para la instalación de las cimentaciones estará, tal y como se indicó anteriormente, directamente relacionada con el tipo de cimentación utilizado y el tipo de lecho presente. En este sentido, subrayar las diferencias esenciales entre las cimentaciones gravitatorias y las de monopilote único y trípode. En el primer caso, la superficie de suelo es muy superior, mientras que en el segundo caso no existe preparación previa y la superficie neta afectada es muy inferior. Así, se calcula que las cimentaciones de monopilote afectan a un 0,23% de la superficie de un parque eólico offshore, mientras que esta proporción llega a triplicarse con otras técnicas (Söker, H et al., 2000).

En cuanto a los sedimentos levantados por las obras, debe tenerse en cuenta que pueden ser movilizados por las corrientes hasta zonas lejanas a la del proyecto, mientras que en otros casos pueden permanecer en suspensión en un entorno cercano incluso durante semanas.

En lo que se refiere al cableado, es habitual la colocación de éste en una zanja abierta mediante un chorro de agua a presión en sustratos blandos, de aproximadamente un metro de profundidad por dos de anchura, aunque también existe la posibilidad de depositar las líneas sobre el lecho, fijándolas al mismo. Además del propio impacto sobre el suelo, también deberá considerarse de nuevo el sedimento removido y puesto en suspensión, afectando en este caso generalmente a un ámbito reducido. Así, el efecto sobre el lecho podrá percibirse durante más tiempo, mientras que en el caso de los sedimentos, dada su escasa cuantía, se depositarán en pocas horas.

En general, la afección directa sobre el fondo marino será escasa en relación con el área total de implantación del proyecto. En cambio, dependiendo de la cantidad de sustrato removido, la cantidad de sedimentos movilizados puede variar y su impacto sobre otros elementos del medio llegar a tener importancia en función de su transporte

y deposición. Para evaluar estos aspectos, será necesario realizar la modelización de las corrientes existentes en la zona.

– CONTAMINACIÓN DEL LECHO MARINO

En el caso de la contaminación producida por derrames procedentes de embarcaciones o maquinaria, en general las medidas protectoras evitarán que este impacto se produzca, por lo que deberá valorarse en función de la disposición y cumplimiento de estas medidas.

Por lo que se refiere a los vertidos provocados por accidentes, su valoración estará ligada al cálculo de probabilidad de ocurrencia de estos accidentes y el valor ecológico de los suelos potencialmente afectados.

Finalmente, la contaminación por movilización de contaminantes ya depositados podrá ser valorada en función de las prospecciones previas, siendo previsible que llegue a desestimarse esta posibilidad en la gran mayoría de los casos.

AIRE

– RUIDO AÉREO

En general, la valoración del impacto producido por el ruido aéreo generado dependerá del nivel de ruido emitido y la distancia a los receptores, es decir, a las poblaciones cercanas y las comunidades de aves, así como del viento y el ruido de fondo existente.

Por lo que respecta a las molestias a la población de la zona, si bien resulta previsible que este impacto no será significativo al situarse los parques eólicos marinos suficientemente alejados de la costa, existe una preocupación general del público sobre el ruido que produce un parque eólico, pudiendo llegar a constituir uno de los principales inconvenientes previos para impulsar una instalación de este tipo. De hecho, de forma general es habitual que el público asocie la energía eólica a un considerable impacto por ruido, asociación de la que difícilmente puede deshacerse este tipo de energía, y que si en el caso de los parques eólicos terrestres resulta dudosa, para el caso de los marinos es mayoritariamente incierta (siempre considerando el impacto producido sobre las poblaciones costeras, no el ruido producido en sí) (Delft University of Technology et al., 2002).

Por este motivo, los promotores deben vigilar este aspecto con especial cuidado, realizando los cálculos y modificaciones necesarias que determinen de forma precisa los niveles de ruido que se percibirán en las zonas costeras próximas y en las

poblaciones. Más aún, teniendo en cuenta que las turbinas son cada vez mayores y las velocidades de giro también pueden llegar a ser superiores en el mar.

También deberá considerarse la alteración en el comportamiento de las aves que pudiera generar la generación de ruidos por la rotación de las palas. En general, se considera que este impacto será de una cuantía poco significativa en relación a otros efectos modificadores del comportamiento de las aves, como la propia presencia de los aerogeneradores.

En general, deberá estimarse mediante modelización los niveles de ruido esperados durante el funcionamiento del parque eólico offshore.

Por lo que se refiere a los ruidos producidos durante la construcción, el impacto generado será de carácter temporal, si bien su importancia dependerá del momento en que se produzcan ya que pueden afectar a aves durante periodos de cría, multiplicándose su efecto. Por tanto, deberán establecerse las medidas protectoras pertinentes que minimizarán este impacto (Delft University of Technology et al., 2002).

– CALIDAD DEL AIRE / AHORRO DE EMISIONES

En general, la valoración del efecto de ahorro de emisiones obtenido mediante la implantación de un parque eólico, dependerá del tipo de instalación tradicional de producción eléctrica respecto a la cual se realice el análisis comparativo. Dada la globalidad del mercado energético, es difícil definir de forma precisa el tipo de instalación a seleccionar por lo que únicamente se pueden hacer estimaciones medias.

Diferentes estudios realizados indican que, considerando que una unidad de energía producida mediante un parque eólico equivale a una unidad de energía producida en plantas de carbón, fuel o gas natural y, por tanto, podría evitar los gases emitidos en su generación. Teniendo en cuenta que los ciclos combinados de gas y las centrales nucleares (pese a que su número se va reduciendo) constituyen la base de la generación eléctrica en situaciones de alta demanda, normalmente se considera que la energía eólica podría compararse actualmente con las plantas de carbón que se utilizan como acompañantes de las anteriores.

Considerando esta hipótesis, y basándose en que la emisión media de una planta de carbón se sitúa en los 900 g/kWh de dióxido de carbono, más óxidos de azufre y de nitrógeno, se puede valorar que un parque eólico de 10 GW con un factor de capacidad de un 30% evitaría la emisión de 23 millones de toneladas de dióxido de carbono al año, además de otros gases como los que se han mencionado (British Wind Energy Association (BWEA), 1998).

Si se consideran las previsiones y objetivos de la EWEA (European Wind Energy Association. Wind Energy. The Facts. Volume 4. The Environment. European Commission. DG TREN), para cada uno de los gases principales que dan lugar al efecto invernadero, las reducciones de emisión son las siguientes:

Año	Objetivos EWEA de capacidad (MW) instalada de energía eólica	Producción TWh/año	CO ₂ reducción Toneladas/año	SO ₂ reduction Toneladas/año	NO _x reduction Toneladas/año
2000	8,000	16	14,400,000	48,000	40,000
2005	20,000	40	34,200,000	114,000	95,000
2010	40,000	80	64,800,000	216,000	180,000
2020	100,000	200	134,400,000	480,000	400,000

Si los objetivos indicados de la EWEA se cumplen, se alcanzará una reducción total del 11% de emisiones de CO₂ procedentes del sector eléctrico (aproximadamente un tercio del total) en el año 2020 gracias a la energía eólica.

En lo que se refiere a países no pertenecientes a la UE, se estima que unos 16,500 MW de energía eólica serán instalados antes del 2005. Los beneficios ambientales en términos de reducción de emisiones serán aún mayores que en Europa, ya que las fuentes de energía sustituidas serán normalmente más "sucias" que las reemplazadas en la UE. En cualquier caso, utilizando las mismas hipótesis que en los datos anteriormente expuestos, se evitarán 28,000,000 toneladas /año de CO₂, 94,000 toneladas/año de SO₂ y 78,000 toneladas /año de NO_x.

Además de las consecuencias medioambientales positivas de este efecto, también deberán tenerse en cuenta las implicaciones económicas de la reducción de emisiones. La puesta en marcha del comercio de créditos de emisión, consecuencia del Protocolo de Kyoto y las medidas adoptadas para alcanzar sus objetivos, supondrá la internalización económica de estas implicaciones.

– CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

En general, los aerogeneradores deberán estar señalizados atendiendo a las normativas nacionales e internacionales existentes al respecto. Por tanto, no será posible evitar la señalización luminosa de la instalación, atendiendo a razones de seguridad para el



tráfico aéreo y marítimo. Sin embargo, sí será necesario llegar a establecer el equilibrio adecuado entre lo que constituye una señal obligatoria suficientemente intensa como garantizar una visibilidad mínima y el impacto medioambiental que produce.

Partiendo de la base de su necesidad, el impacto lumínico que producen estas luces podrá valorarse teniendo fundamentalmente en cuenta su intensidad, disposición y distancia a la costa, y en algunos casos deberían considerarse las condiciones medioambientales predominantes.

Por lo general, la intensidad mínima a instalar vendrá marcada por la legislación, mientras que la disposición estará determinada por el diseño del parque, generalmente en alineaciones. Con estos datos, podrá determinarse la afección final que tendrá sobre los posibles observadores en la costa, tomando como referencia los siguientes valores:

- Valor umbral de afección: 0,1 candelas/m²
- Ángulo sólido medio afectado por la luminaria: $\pi/2$
- Distancia de afección: $D = \sqrt{\frac{\text{luminancia}}{0,2 p^2}}$

La utilización de modelos de iluminación constituye también una herramienta de gran utilidad para valorar este impacto.

AGUA

– HIDROGRAFÍA. ALTERACIÓN DE CORRIENTES MARINAS

Tal y como se ha indicado, la modelización hidrodinámica de las corrientes marinas circulantes a través de un parque eólico offshore, así como el efecto sobre el oleaje, resulta fundamental no sólo para definir las implicaciones del parque sobre la propia corriente o la altura de las olas sino para determinar los efectos de otro tipo de impactos como los que suponen la movilización de sedimentos.

En general, se deberá realizar la modelización hidrodinámica de la zona de estudio, comparando los escenarios resultantes de dejar el área de estudio en su actual estado y el de construir el parque eólico. Los principales factores a considerar serán la topografía y batimetría, corrientes circulantes, los patrones de oleaje, vientos y la disposición y dimensiones de los aerogeneradores. También deberán considerarse las posibles influencias de estructuras y embarcaciones durante las fases de construcción y

desmantelamiento, e incluso durante el funcionamiento debido a trabajos de mantenimiento.

El impacto se valorará en función de la influencia detectada mediante comparación de los escenarios. Como valores orientativos, el flujo del agua estará influenciado con un incremento de velocidad de un 10% a una distancia de un diámetro de la cimentación, y un 4% a dos diámetros, mientras que las olas descenderán su altura media entre un 3 y un 5% en el entorno inmediato del área de estudio (Söker, H et al., 2000).

– ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR EMISIÓN DE SEDIMENTOS PROCEDENTES DE LA EXCAVACIÓN DE CIMENTACIONES Y EL SOTERRAMIENTO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA

Utilizando la modelización hidrodinámica generada para determinar el efecto sobre la hidrografía de la zona de estudio, se estudiará el efecto que generará el transporte de los sedimentos emitidos durante la construcción y el mantenimiento, así como los posibles procesos erosivos en la base de las cimentaciones y sus consecuencias.

La caracterización del propio sedimento será fundamental, debiéndose definir principalmente su granulometría y los posibles contaminantes que se encuentren adheridos a su fracción fina (metales pesados) así como cierta caracterización química (potencial redox, materia orgánica).

Se considera importante estudiar tanto la temporalidad del efecto (el tiempo que los sedimentos permanecen en suspensión), como la densidad con la que son transportados y el lugar en el que se produce el depósito y las comunidades a las que afecta: fundamentalmente bentos, y potencialmente comunidades piscícolas y mamíferos marinos. En el caso de detectarse la generación de procesos erosivos, deberá cuantificarse la cantidad de sedimento generado e igualmente investigar su destino.

– ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR VERTIDOS (PROCEDENTES DE EMBARCACIONES, TURBINAS, SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA, ETC.)

Tal y como se enumeró anteriormente, las principales posibles causas de vertido al mar como consecuencia de la instalación de un parque eólico son las siguientes:

- Aceites procedentes de las turbinas, especialmente debido a las fricciones y desajustes producidos por los elementos móviles. La entidad del impacto potencial que pudiera producirse, en general dependerá del tipo de maquinaria y transformadores utilizados (vida útil), y las sustancias que contiene (habrá que poner especial atención al $MgCO_3$). Hay que considerar que no suponen un riesgo

importante, ya que las turbinas contienen pequeñas cantidades de aceite y otras sustancias, y se adoptan en su diseño todas las medidas protectoras de proyecto.

- Aceite diesel procedente de la subestación transformadora (en el caso de estar en el mar). Al igual que en el caso anterior, la cantidad de aceite en la subestación transformadora es relativamente pequeña y, además, el aceite diesel es altamente volátil, por lo que su evaporación sería rápida en caso de vertido. Por otra parte, todas las subestaciones transformadoras cuentan con medidas de prevención de vertidos, por lo que no será un impacto significativo.
- Aceite mineral procedente de la línea eléctrica (en el caso de que no se utilice aislante seco). Este impacto, teniendo en cuenta el diseño, tampoco será significativo.
- Aceites, carburantes y otras sustancias procedentes de embarcaciones en su operación normal o accidentadas. Constituyen el caso más importante de los posibles y, en general, su valoración dependerá del cálculo de riesgo de ocurrencia de accidentes, ya que en el caso de vertidos en operación normal el impacto se considera no significativo.

El tipo de accidente con impacto negativo de mayor relevancia sería el sufrido por una embarcación de transporte de sustancias con alto poder contaminante y baja volatilidad. Sin embargo, debe considerarse que el resultado de una colisión entre una gran embarcación (tipo petrolero) y un aerogenerador normalmente se reduciría al daño sufrido por el aerogenerador. Es decir, un accidente no necesariamente tiene que dar lugar a un vertido de grandes dimensiones, y además, su impacto podrá variar en función de las condiciones meteorológicas y la naturaleza de la sustancia vertida (Delft University of Technology et al., 2002).

– IMPACTO GENERADO POR EL CALOR Y EL CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO PRODUCIDO EN TORNO A LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBMARINA DE EVACUACIÓN

Según el estudio realizado sobre la “Línea Báltica” (High Voltage DC Transmission (HVDC) de 600 MW, 250 km y 450 kV monopolar), entre Suecia y Alemania, que puede ser considerado un caso extremo de lo que podría darse en un parque eólico offshore, a 6 m de la línea eléctrica el campo magnético es equivalente al producido por la tierra (aproximadamente 50 μ T). Otras líneas submarinas de 150 kV, dan lugar a campos magnéticos que alcanzan la intensidad del campo terrestre en un entorno de 1 m del conductor, decreciendo a partir de esa distancia (Söker, H et al, 2000).

Si se consideran las embarcaciones que navegan en la zona, y teniendo en cuenta la posibilidad de que se produzcan anomalías en sus instrumentos magnéticos cuando se



encuentran sobre el cable, sería necesario prevenirles sobre la presencia de la línea eléctrica.

Por lo que se refiere a mamíferos marinos o poblaciones piscícolas, para la cuantificación de posible impacto producido, será de utilidad el muestreo previo a la instalación del cable a lo largo de la traza prevista (SEAS, 2003). En cualquier caso los efectos observados por comparación de las fases pre y postoperacionales pueden ser interpretadas como debidas no sólo a la aparición de posibles campos electromagnéticos, sino también por modificaciones en el lecho, cercanía del parque eólico, etc.

En cuanto al efecto del calor generado entorno al cable, no parece que tenga una importancia significativa ya que el cable se encuentra convenientemente aislado.

– RUIDOS Y VIBRACIONES SUBMARINAS

De forma similar, los ruidos submarinos generados durante la construcción pueden dar lugar a un menor o mayor impacto dependiendo del periodo en el que se produzcan. Si bien resultará inevitable que las poblaciones de peces y mamíferos marinos abandonen el área del proyecto durante la instalación, deberán evitarse periodos sensibles de cría para minimizar este efecto.

En cuanto al ruido submarino generado durante el funcionamiento del parque procedente del medio aéreo, en general no será de importancia en comparación con otras fuentes de ruido de la instalación y los de fondo, pero podrá valorarse en función principalmente del tipo de cimentación utilizado y el material que la constituye.

El mejor método de cuantificación es la modelización, introduciendo como hipótesis de cálculo todas las características de la instalación que anteriormente se han indicado.

Como dato de valoración, en lo que se refiere a los niveles de ruido, algunos estudios indican que los mamíferos marinos lo perciben en un entorno de 20 m alrededor del aerogenerador (Delft University of Technology et al., 2002). En cuanto a las frecuencias de afección sobre los mamíferos y las comunidades piscícolas, existe un gran desconocimiento que se irá cubriendo a través de la experiencia. Algunos autores indican que los peces únicamente responden de forma clara a ruidos de muy alta o muy baja frecuencia, mientras que las frecuencias medias (0,05 – 2 kHz) (Hoffman, E et al, 2000) sólo producen respuestas instantáneas. En este sentido, deberá tenerse en cuenta que los aerogeneradores no dan lugar a ultrasonidos, por lo que únicamente serán motivo de interés los sonidos de frecuencia inferior a 50 Hz (Hoffman, E et al, 2000).

Además, algunos autores coinciden en afirmar que el ruido continuo procedente de los aerogeneradores acaba siendo naturalizado por las comunidades presentes, de forma que no interfiere en sus actividades de comunicación, ecolocalización, etc.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que el impacto generado por el ruido submarino deberá ser considerado únicamente en el caso de que se superen los niveles de fondo, especialmente el producido por el tráfico marítimo. En este sentido, frecuencias inferiores a 1 kHz rara vez serán superiores a las del ruido de fondo.

11.2 MEDIO BIOLÓGICO

BENTOS Y PLANCTON

– ELIMINACIÓN DE LA BIOCECENOSIS

La construcción del parque eólico afectará a las biocenosis marinas, generalmente, de manera temporal, ya que sus efectos desaparecerán gradualmente. En lo que se refiere a la magnitud del impacto, dependerá de la superficie afectada, de su duración y del valor biológico de las comunidades presentes.

Por tanto, la principal herramienta de valoración de este impacto será la correcta definición de las comunidades existentes, que puede ser obtenida mediante la realización de transectos en la zona de implantación del parque eólico y sobre el trazado de la línea eléctrica submarina.

Las aguas marinas, en especial las atlánticas, tienen un plancton rico y variado, en muchos casos con altos valores de diversidad. Los copépodos son los principales componentes del zooplancton, entre los que pueden citarse *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi* y *Centropages typicus*. La cantidad de plancton varía a lo largo del año de forma cíclica y dentro del proceso de sucesión, siendo particularmente rápido debido a los cambios del medio y a la corta vida de los organismos. La alteración de la calidad de las aguas marinas podría suponer una disminución de estos microorganismos, constituyentes del plancton, nutriente fundamental y base de la cadena trófica de los ecosistemas marinos.

– MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT

El área afectada es difícil de estimar, ya que depende en gran medida de la dinámica marina del entorno. En el peor de los casos, la dispersión de sólidos en suspensión a lo largo de las corrientes marinas existentes producirá una pluma de materiales que se irán depositando sobre el substrato y organismos presentes. En este sentido, vuelve a

ser fundamental contar con la modelización de las corrientes marinas como instrumento de valoración de impactos.

En lo que respecta a los ecosistemas bentónicos, los factores que los condicionan son el tipo de sustrato, hidrodinamismo e iluminación. En cuanto a los fondos, pueden ser de sustrato duro o blando. En los blandos las comunidades están dominadas por invertebrados (moluscos, equinodermos, poliquetos) y la biomasa algal es baja. En los sustratos duros se da el mayor grado de madurez y complejidad, por lo cual resultan los más sensibles y sobre los que las previsibles alteraciones pueden suponer unas consecuencias más graves.

Para la obtención de una adecuada caracterización del lecho, será necesaria, además de la realización de otros estudios de detalle, la realización de filmaciones en video a lo largo de transectos georreferenciados, en el que se refleje el estado preoperacional del fondo marino. Estos datos serán básicos a la hora de valorar el impacto generado por la instalación del parque.

Uno de los biotopos más interesantes y ricos de los ecosistemas bentónicos lo constituyen las praderas de fanerógamas marinas. Su importancia estriba en que, además de mantener importantes biocenosis, son productores primarios y muestran altas tasas de producción. Como especies de fanerógamas representativas del Mediterráneo pueden citarse *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii*, *Zostera marina* y *Posidonia oceanica*.

Las praderas de fanerógamas tienen una elevada capacidad de filtración de los nutrientes y sedimentos presentes, por lo que tienen una gran importancia ecológica y constituyen un muy buen indicador de la calidad ambiental de las comunidades marinas. Dependiendo de la magnitud del impacto estos mecanismos de filtración pueden verse alterados.

Los pastos marinos y algas asociadas son una fuente de alimentación directa de muchos otros organismos, tal como pueden ser crustáceos y pequeños peces. Además, constituyen un hábitat de gran valor que proporciona refugio a muchas especies animales.

La producción biológica depende de estos organismos primarios, por lo que las alteraciones que se produzcan sobre ellos pueden tener un efecto cascada sobre el resto de organismos situados en los estratos superiores de la cadena trófica.

Por lo que se refiere a la potencial creación de nuevos hábitats debido a la presencia de las cimentaciones, la valoración de este efecto vendrá dada por la idoneidad y

calidad de los hábitats generados, que dará lugar a la aparición de unas u otras especies, generalmente adaptadas al sustrato duro.

POBLACIONES PISCÍCOLAS

En lo referente a las comunidades piscícolas, deben realizarse observaciones in situ a fin de identificar especies presentes y zonas de paso de poblaciones migradoras. Debe especificarse el tipo y frecuencia de muestreo, teniendo en cuenta que la toma de datos debe abarcar, al menos, un ciclo anual completo.

– ELIMINACIÓN DE EJEMPLARES

Durante la construcción, es importante considerar la posible afección sobre etapas inmaduras de desarrollo, en las que la vulnerabilidad de los ejemplares es superior. En este sentido, la valoración deberá considerar el ciclo biológico de las especies presentes y el momento en el que se producen las obras.

En general, este será un impacto evitable o claramente minimizable mediante la aplicación de las medidas protectoras pertinentes, por lo que deberá valorarse en función del cumplimiento de estas medidas.

– ALTERACIÓN DE HÁBITAT Y COMPORTAMIENTO

En cuanto al proceso de construcción, la afección de las partículas movilizadas vendrá definido mediante modelización hidrodinámica, tal como se ha descrito anteriormente. De la misma manera, deberán cuantificarse los niveles de ruido y vibraciones a producir durante el dragado, perforación y transporte de materiales. El resultado del impacto generado vendrá fundamentalmente definido por la extensión del área afectada y las poblaciones que sufren el impacto. En cualquier caso, este impacto tiene generalmente un carácter temporal.

En cuanto a la fase de funcionamiento, tal y como se ha comentado, la introducción de las cimentaciones como sustrato duro puede suponer la creación de nuevos hábitats y por tanto el enriquecimiento del medio, acción reforzada por la prohibición de pescar en la zona. Sin embargo, en muchas ocasiones la introducción de un lecho duro supone la sustitución del hábitat natural de lecho blando y, por tanto, el desplazamiento de la biocenosis que lo habitan y un desequilibrio en las poblaciones originales. Por tanto, deberá valorarse este equilibrio.

En lo que se refiere a la valoración del efecto que tendrán el aumento de ruido y vibraciones por la rotación de las palas, tal y como se comentó en el apartado anterior que trataba estos aspectos, en lo que se refiere a los niveles de ruido, algunos estudios

indican que los mamíferos marinos lo perciben en un entorno de 20 m (Delft University of Technology et al., 2002) alrededor del aerogenerador. En cuanto a las frecuencias de afección sobre los mamíferos y las comunidades piscícolas existe cierto desconocimiento que deberá cubrirse a través de la experiencia.

Debe tenerse en cuenta que el impacto generado por el ruido submarino deberá ser considerado únicamente en el caso de que se superen los niveles de fondo, especialmente el producido por el tráfico marítimo. En este sentido, frecuencias inferiores a 1 khz (Delft University of Technology et al., 2002) rara vez serán superiores a las del ruido de fondo.

Finalmente, subrayar el efecto de la presencia de un parque eólico offshore sobre los hábitos migratorios de algunas poblaciones de peces. En este sentido, será fundamental el estudio de las rutas migratorias existentes en la zona, las especies afectadas y el estudio del efecto sinérgico de esta afección (particularmente sobre los recursos pesqueros).

– CREACIÓN DE NUEVOS HÁBITATS

Tal y como se ha indicado, según las experiencias previas la instalación de cimentaciones supone la aparición de un impacto positivo gracias a la creación de un nuevo hábitat para bentos y peces, y por tanto la aparición de nuevas zonas de alimentación para comunidades piscícolas, mamíferos marinos y aves. Sin embargo deben tenerse en cuenta diversos aspectos.

En primer lugar, en el caso de que el biotopo original sea arenoso, y por tanto blando, la introducción de fondos duros dará lugar a cambios importantes en el hábitat con aparición de nuevas especies, particularmente de bentos, lo que induciría posibles cambios en la cadena trófica con consecuencias no definidas.

Por otro lado, la atracción de los mamíferos marinos y aves sobre la zona puede inducir un aumento en los riesgos de colisión (con embarcaciones de mantenimiento y aerogeneradores).

En general, la valoración de estos aspectos es muy complicada a priori, por lo que resultará conveniente el estudio previo y posterior del hábitat en las proximidades de las cimentaciones, para llegar a tener las experiencias necesarias que ayuden a evaluar este impacto.

La observación de arrecifes naturales indican que su riqueza y biodiversidad dependerá de varios factores, entre los que destaca la rugosidad, tamaño y forma de los bloques utilizados, así como el material que los constituye. Cuanto mayor sea la complejidad



estructural del conjunto de bloques, mayor será la riqueza de la comunidad que se instale sobre él.

– ELIMINACIÓN DE NUEVOS HÁBITATS

Respecto a este impacto, debe considerarse que su caracterización estará sujeta al desconocimiento previo existente sobre la calidad y riqueza de los ecosistemas generados en las cimentaciones, y que vendrá determinado por el éxito de las cimentaciones para la colonización. En cualquier caso, será posible obtener una valoración previa del impacto con la base de las estimaciones iniciales sobre los hábitats obtenidos como consecuencia de la introducción de las cimentaciones, y posteriormente utilizar la información recogida durante la monitorización prevista en el Plan de Vigilancia para confirmar o modificar la valoración de impacto prevista y las medidas protectoras, correctoras o compensatorias diseñadas.

Por tanto, será una misión más propia del Plan de Vigilancia, la caracterización del impacto y su valoración, de cara a la fase de desmantelamiento y el establecimiento de medidas protectoras que minimicen su afección. En términos generales, estas medidas podrían considerar la opción de mantener, de forma más o menos invariable, las cimentaciones una vez desmantelada la instalación.

MAMÍFEROS MARINOS

– ALTERACIÓN / ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT

La magnitud del efecto de un parque eólico offshore sobre el hábitat de los mamíferos marinos dependerá fundamentalmente del grado de ocupación de la instalación de áreas de reproducción, cría, alimentación o migración.

Por lo tanto, la principal medida de caracterización y valoración de la magnitud del impacto será el estudio detallado de las comunidades de mamíferos marinos, incluyendo su comportamiento, ciclos vitales, zonas de influencia, etc.

Según las experiencias existentes en el norte de Europa, distancias superiores a 10 km de la costa no producen modificaciones significativas en los hábitats de las poblaciones de focas cercanas, o al menos así se deduce del estudio de su comportamiento.

– ALTERACIÓN DEL COMPORTAMIENTO

Tanto durante la construcción y el desmantelamiento, como el funcionamiento del parque, uno de los principales efectos será la alteración producida por la emisión de ruidos.

En el primer caso, algunas experiencias parecen indicar que ballenas y focas jóvenes pueden verse especialmente afectados por las tareas de perforación para la instalación de aerogeneradores, en especial si se utilizan martillos hidráulicos de alta frecuencia que emiten niveles de ruido muy altos. En cualquier caso, debe considerarse la temporalidad de este efecto.

En el caso de los ruidos emitidos durante el funcionamiento del parque, debido a los propios aerogeneradores y a las embarcaciones de mantenimiento, si bien su intensidad será significativamente inferior al caso anterior, deberá tenerse en cuenta su efecto continuo durante la operación de la instalación.

Otros efectos como la interferencia de las vibraciones sobre los sistemas s3n3n de guiado de los cet3ceos o el efecto de sombra m3vil de las palas, no se encuentran suficientemente estudiados en la actualidad.

Por tanto, la principal herramienta de valoraci3n de los efectos sobre los mam3feros marinos ser3 el estudio de las poblaciones de ballenas, delfines y focas presentes y su importancia, y la asunci3n de pr3cticas constructivas y de funcionamiento apropiadas.

AVES

Como punto de inicio, ser3 necesaria una caracterizaci3n exhaustiva de las poblaciones de aves presentes en la zona de estudio, as3 como de su comportamiento y de las posibles v3as migratorias existentes en las proximidades (S3ker, H et al, 2000). En t3rminos generales, se recomienda que el estudio tenga una duraci3n m3nima de un a3o, de forma que recoja todos los aspectos del ciclo vital de las poblaciones estudiadas, y deber3 realizarse tanto preoperacionalmente como postoperacionalmente (como parte del Plan de Vigilancia). La metodolog3a, datos y resultados del estudio deber3n estar convenientemente detallados en documento adjunto al EsIA.

A fin de aprovechar el conocimiento existente, se considera muy importante conocer los proyectos en curso y el estado en que se encuentran (proyectos LIFE, proyectos cient3ficos, etc.); de esta forma puede utilizarse la informaci3n existente y evaluar las metodolog3as aplicadas.

– ALTERACI3N / ELIMINACI3N DEL H3BITAT

Durante la construcci3n y el desmantelamiento de la instalaci3n, la disminuci3n del h3bitat disponible para las aves ser3 m3nima, ya que se limita al entorno de los lugares seleccionados para el emplazamiento de los aerogeneradores. Con respecto a la alteraci3n del h3bitat, se trata de un efecto temporal que, generalmente, cesar3 una vez finalicen las obras.

En este sentido, resulta previsible que los niveles acústicos producidos por la instalación de cimentaciones de gravedad (hormigón o acero) sean inferiores a las cimentaciones tipo monopilote, debido a las labores de perforación que éstas últimas requieren (Kahlert et al., 2000). Para valorar este impacto, deberán tenerse en cuenta las especies presentes y, particularmente, el periodo en el que se produce la alteración en relación a los periodos de cría y migración.

En lo que se refiere a la disminución del hábitat por la presencia de los aerogeneradores del parque eólico, debe considerarse un impacto en principio de magnitud no reseñable, ya que se limita a los lugares donde estén ubicados los aerogeneradores. De hecho, diversos experimentos realizados durante los estudios de seguimiento de parques eólicos marinos (Tuno Knob (Guillemette et al., 2000) y Horns Rev (Noer et al., 2000)) han concluido que la presencia de los aerogeneradores, tanto en funcionamiento como en parada, no tiene apenas incidencia sobre la distribución de las especies presentes (eíders), siendo el factor primordial que determina su presencia o no en el área de observación la disponibilidad de alimento. Así, algunos resultados mostraban que, considerando un radio de 4 km en torno a los aerogeneradores del parque eólico, el porcentaje de evasión oscilaba entre el 0 y el 15%, se concluyó que la población de eiders no descendía en comparación con las áreas de control establecidas, si bien evitaban volar por las inmediaciones de los aerogeneradores.

En lo que se refiere a la creación de nuevas zonas de arrecife y la aparición de poblaciones piscícolas asociadas, deberá considerarse que la presencia de todos estos organismos puede representar una fuente de alimento que atraiga a las aves. No obstante, la aparición de una nueva área de alimentación asociada al parque eólico puede suponer un aumento del riesgo de colisión para la avifauna. Por ello es difícil estimar a priori la magnitud del recurso alimenticio y de la concentración de aves en torno a él, ya que dependerá del lugar en concreto donde se sitúe el parque eólico.

– ALTERACIÓN DEL COMPORTAMIENTO

Respecto a la fase de construcción, la caracterización y valoración del impacto producido deberá tener en cuenta las mismas consideraciones indicadas para el impacto anterior, es decir, fundamentalmente el nivel de ruido producido por la instalación de las cimentaciones y el periodo en el que se produce la alteración en relación al ciclo vital de las especies presentes en la zona. En este sentido, se considera importante la identificación de las épocas en las que, en su caso, se deberá evitar la construcción del parque para minimizar los impactos en las especies de mayor relevancia.

Para la fase de funcionamiento, debe indicarse que la magnitud de los impactos sobre las aves dependerá en gran medida de cada especie en particular. Por ello es recomendable la realización de estudios específicos antes y después de la actuación para identificar los distintos grupos de aves presentes.

El ámbito espacial sobre el que realizar estos estudios debe definirse considerando todas las especies para las cuales el área afectada pueda constituir áreas de alimentación, aún cuando su área de nidificación se encuentre bastante distante. Aquellas zonas que constituyan áreas de alimentación para determinadas aves pescadoras y buceadoras, aunque no estén presentes en las inmediaciones, suponen lugares donde este impacto puede tener una mayor importancia, en especial si se trata de especies con gran interés ambiental. Hay que tener en cuenta que para especies raras o en peligro, una pequeña afección sobre ellas puede constituir un impacto muy grave.

La presencia del parque eólico offshore puede generar una alteración en el comportamiento de la avifauna tanto por la presencia de los aerogeneradores como por el ruido de los mismos. En este sentido, y en referencia a los parques eólicos terrestres sobre los que se han obtenido más experiencias, cabe señalar que según algunos informes (Estación Biológica de Doñana (España) y Ecotecnia S.A. (España)), en ningún estudio se ha podido demostrar un efecto negativo de los parques eólicos sobre las aves nidificantes. Algunas observaciones recientes indican cierta modificación en su comportamiento, variando su dirección de vuelo en el 70% de los casos, al entrar en el área de influencia del parque eólico (De Lucas, M., Janss, G., Ferrer, M, 2003).

Otro aspecto a considerar sobre el comportamiento de la avifauna es el posible uso de los aerogeneradores como posaderos y áreas de descanso, como puede ser el caso de gaviotas y cormoranes. Igualmente, la subestación transformadora, en el caso de estar integrada dentro del parque eólico, puede resultar atractiva como lugar de nidificación. En estos casos, el acostumbrarse a la presencia de los aerogeneradores representa una situación de riesgo potencial de colisión contra las palas en movimiento (De Lucas, M. 2000).

– RIESGO DE COLISIÓN

En lo que respecta al análisis del impacto por riesgo de colisión de la avifauna con los aerogeneradores cabe comentar, de forma general, una serie de aspectos:

- La mayor parte de los accidentes se producen en condiciones de escasa visibilidad, durante la noche, al alba, y al atardecer o en días de niebla. Aunque la forma en la que la visión de las aves funciona no es bien conocida, se acepta que perciben las palas del aerogenerador en rotación de forma similar a como el ojo humano



percibe los radios de un rueda de bicicleta, no identificando los elementos de forma aislada. Atendiendo a este efecto, se recomienda analizar conjuntamente con la afección producida por el efecto visual del parque eólico offshore, la utilización de un color lo más visible posible.

- La situación de los aerogeneradores también es un factor a considerar, al estar más cerca o más lejos de la costa, áreas de alimentación, etc. En general, el número de aves disminuye según aumenta la distancia a la costa. Igualmente, las áreas de alimentación para las aves se encuentran preferentemente en aguas someras que en aguas profundas. Por ello, en principio, se recomienda situar el parque eólico a la mayor distancia de la costa y profundidad como sea técnicamente posible, si bien en zonas con alta presencia de pasos migratorios, como el Estrecho de Gibraltar, esta situación puede ser la inversa.
- En las especies migratorias son importantes factores como el tipo de ave en particular, el viento, la ruta migratoria de las aves y su nivel de fatiga. En general, las aves migratorias suelen volar a mayor altura sobre el mar que sobre la tierra, debiendo considerarse su naturaleza batidora (vuelan más bajo) o planeadora (vuelan a mayor altura).

Se tiene constancia de que en algunos parques eólicos onshore las colisiones de aves han sido muy escasas (estudios en el Parque Eólico de Los Lances (Tarifa, España) indican una mortalidad de 0,073 aves por aerogenerador y año), llegando a la conclusión de que la mortalidad ocasionada por la colisión contra los aerogeneradores es baja. Aunque también hay trabajos en los que los datos reflejan una mayor mortalidad, en emplazamientos con una gran importancia para el paso de aves, como los realizados por SEO / Birdlife en el Campo de Gibraltar donde se obtuvieron índices de 0,38 aves por aerogenerador y año (SEO/Birdlife, 1995).

Las aves más afectadas por los accidentes de colisión son las que presentan un peso muy elevado o con unas dimensiones corporales relativamente pequeñas en relación a su peso. Estas aves presentan una escasa capacidad de maniobra por lo que no tienen la posibilidad de alterar la dirección del vuelo con presteza suficiente como para evitar la colisión. Otras especies afectadas por los accidentes de colisión son las que presentan hábitos netamente gregarios y forman grandes acumulaciones de ejemplares, ya sea con fines reproductivos, en lugares de alimentación o durante los movimientos migratorios (limícolas, gaviotas, algunas zancudas, etc.).

En cuanto a la migración de aves, este impacto depende (además del funcionamiento de los aerogeneradores en la época de migración) de varios factores relacionados con la avifauna:

-
- La densidad de individuos tiene que ser elevada.
 - El paso de los mismos a una relativa baja altura.
 - También depende de factores difíciles de predecir como las condiciones meteorológicas, las cuales pueden variar notablemente de un año a otro e influir sobre los valores de mortalidad.

En general, las aves migratorias siguen rutas relativamente próximas a la línea de costa, disminuyendo el número de individuos conforme aumenta la distancia a la costa. No obstante, no siempre esto es así, tal como ocurre en la franja de migración en torno al estrecho de Gibraltar (Delft University of Technology et al, 2002).

La disposición de los aerogeneradores dentro del parque eólico es otro punto de controversia. Algunas sugerencias apuntan a una disposición linear de los aerogeneradores, dejando libres corredores de varios kilómetros de anchura que pueden ser aprovechados para el paso de las aves a través del parque (Tulp, 1999). En otros casos, se sugiere que una única alineación de aerogeneradores (con una mínima separación entre ellos) minimiza la superficie total del parque. En este caso, además, las aves perciben el parque eólico como un obstáculo de mayores dimensiones que los aerogeneradores de forma aislada, por lo que puede ser advertido con mayor antelación por las aves. En cuanto a esta afección, al igual que en otros casos, será necesaria la investigación y la obtención de experiencia a partir del desarrollo de proyectos y el seguimiento de su incidencia ambiental.

11.3 PAISAJE

– ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE

En la percepción de un parque eólico offshore van a influir diversos factores, entre los que se puede mencionar los siguientes:

- La dimensión del parque, dada por el número de aerogeneradores.
- La dimensión, forma y color de los aerogeneradores.
- La disposición del parque (por ejemplo, en línea o en rejilla).
- El tipo de paisaje acuático (por ejemplo mar abierto, bahía, ría, estuario) y la naturaleza del litoral adyacente.

-
- La existencia de otros objetos percibibles en la envolvente del parque eólico (otros parques eólicos, faros).
 - La utilización pública del espacio acuático y del litoral adyacente.
 - La distancia a los receptores sensibles (observadores).
 - Las condiciones meteorológicas dominantes y su variación estacional.

La percepción del paisaje, sea en un recorrido a pie o utilizando un medio de transporte, es una experiencia sensorial, que incluye también la percepción de los movimientos y del sonido. Por tanto, las simulaciones, por muy sofisticadas que sean, sólo consiguen parcialmente reproducir la realidad en cuanto a percepción del paisaje.

Existen diversos métodos de previsión de impactos en el paisaje, siendo frecuentes los siguientes:

- Cartografía de características de paisaje, en particular de visibilidades (incluyendo la utilización de Sistemas de Información Geográfica).
- Simulación visual a partir de puntos notables predefinidos (impresiones artísticas superpuestas o no a fotografías, fotomontajes, ambientes virtuales).
- Cortes y perfiles.

Estos métodos son aplicables a diferentes fases del parque eólico y también a diferentes épocas del año.

La valoración del significado de los impactos en el paisaje depende mucho de la percepción de los potenciales observadores. Para algunos, los aerogeneradores pueden presentarse como elementos positivos para el paisaje, evidenciando una nueva tecnología y el aprovechamiento de un recurso natural, mientras que para otros constituiría siempre una intrusión visual. Aunque se verifique un efecto de adaptación a la presencia de los nuevos elementos, el estudio no puede infravalorar los impactos visuales.

El análisis de los impactos en el paisaje presenta cierta capacidad para la implicación de la población afectada, haciendo posible integrar su percepción sobre las alteraciones producidas por el parque eólico. Esta implicación deberá ponderar la frecuencia, el contexto y la distancia a la que se sitúan los diversos grupos de observadores.

11.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

TERRITORIO

– OBSTÁCULO PARA LA NAVEGACIÓN

La identificación de los efectos potenciales debe iniciarse en la fase de planificación de cualquier proyecto.

Se considera indispensable, de cara al buen desarrollo del proyecto, la consulta previa a entidades y organismos como el Ministerio de Defensa, autoridades marítimas, portuarias y de aeronáutica civil, instituciones reguladoras y/o asociaciones ligadas con actividad pesquera.

La consulta a entidades debe ser complementada con trabajos de caracterización efectuados directamente en las zonas previstas para la implantación del parque eólico, de forma que se definan:

- Áreas de parada de navíos en alta mar
- Rutas de navegación
- Proximidad de zonas portuarias
- Zonas de mayor actividad pesquera
- Zonas con mayor actividad de navegación de recreo y deportes acuáticos
- Zonas utilizadas para vuelos de entrenamiento de la fuerza aérea
- Otras actividades que impliquen el uso de aeronaves civiles

La magnitud del impacto depende de la dimensión del parque eólico: presencia o no de subestación transformadora, número de aerogeneradores, altura máxima y espaciamiento entre ellos, que determinan el área global afectada.

Este tipo de instalaciones puede implicar un número elevado de aerogeneradores (variando entre algunas decenas y más de una centena). En los proyectos offshore más recientes, la distancia entre aerogeneradores varía entre los 500 y los 900 m. Esta distancia permite la navegación entre las turbinas.

La valoración de los impactos debe ser hecha en base a limitación de uso y a análisis de riesgo de colisión, tanto para embarcaciones como para aeronaves.

– AUMENTO DEL TRÁFICO EN LA ZONA DEL PARQUE EÓLICO

En el caso de esta variable, gran parte de la información correspondiente al estudio de los obstáculos para la navegación es integrable en la caracterización, tanto a nivel de las entidades contactadas como de los datos recogidos.

Además, es importante realizar una definición preliminar de las intenciones potenciales de aprovechamiento del parque eólico para fines turísticos (visitas) y la caracterización de proyectos, en el caso de que existan.

Gran parte de los impactos tienen un carácter temporal (fases de construcción y desmantelamiento).

En la fase de funcionamiento, el mantenimiento de las turbinas implicará el tráfico de embarcaciones, siempre que sea necesario. No obstante, las principales operaciones de mantenimiento se efectúan en un intervalo de tiempo relativamente amplio (entre seis meses y un año).

Los impactos para la navegación son, previsiblemente, poco significativos cuando se toman las debidas medidas de seguridad y coordinación con las entidades interesadas.

En lo que se refiere a la navegación provocada por las visitas turísticas al parque eólico, su magnitud deberá ser evaluada durante la propia fase de funcionamiento. La valoración de impactos debe basarse en la valoración del riesgo de accidente.

– INTERFERENCIA CON INFRAESTRUTURAS, FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS (RADAR, TELECOMUNICACIONES, TV) E INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN

La afección e interferencia con infraestructuras y equipos es evitable en la medida en que se realice su identificación correctamente, en las fases de planificación y caracterización de la situación existente.

Debe procederse a una identificación cuidadosa de las infraestructuras y equipamientos, su localización, radio de acción y funcionamiento.

La identificación y caracterización de las potenciales interferencias con equipos de comunicación e instrumentos de navegación exige la caracterización del tipo de embarcaciones que pueden navegar en el área del parque eólico, tarea también

necesaria para otro tipo de efectos como es el caso de los obstáculos a la navegación, debiendo ser realizadas en conjunto.

Es indispensable de igual modo, la consulta a entidades responsables y reguladoras.

La valoración de los impactos directos en las infraestructuras (oleoductos, cables submarinos, infraestructuras existentes en la zona de transición mar/tierra en tierra) depende de la magnitud de la afección. Se trata, en general, de un impacto temporal y, en el caso de oleoductos o cables submarinos, con baja probabilidad de ocurrencia si se adoptan medidas protectoras en la fase de diseño y construcción.

Por lo que se refiere a la interferencia con el funcionamiento de radar, telecomunicaciones y TV, la valoración de estos impactos deberá procurar basarse en resultados de estudios experimentales y/o estudios desarrollados para casos semejantes, que permitan tipificar afecciones.

Son particularmente relevantes los estudios relacionados con la emisión y recepción mediante VHF, atendiendo a su importancia en tráfico marítimo.

Aún en en el caso de la existencia de estudios de base o sobre casos comparables, deberán realizarse análisis específicos en el ámbito del EsIA.

– ÁREAS PROTEGIDAS O DE USO CONDICIONADO

Es necesario, tras la fase de planificación y la selección de alternativas de localización, realizar la identificación exhaustiva de los instrumentos de ordenación, reglamentaciones y restricciones existentes en el área de implantación potencial del proyecto. La valoración de impactos dependerá del grado de compatibilidad, afección o interferencia con los objetivos y reglamentaciones definidos por los instrumentos de ordenación del territorio.

POBLACIÓN

– ALTERACIONES DEMOGRÁFICAS

La caracterización demográfica tiene dos funciones fundamentales.

La primera, de encuadre y comprensión de determinadas características del contexto social del área de implantación del proyecto y tendencias de evolución. En este ámbito es importante identificar, por lo menos, los siguientes aspectos en lo que se refiere a las poblaciones del área de influencia del proyecto:

-
- Volumen de población residente y su evolución en los últimos 30 años.
 - Estructura de edad y su evolución en los últimos 10 o 20 años.
 - Niveles de educación.
 - Movimientos migratorios.
 - Población estacional.

La segunda función, más específica, se relaciona con los efectos directos del proyecto. En este sentido, además de caracterizaciones demográficas globales de las localidades consideradas, interesa obtener una cuantificación y caracterización particular de la población residente en las zonas residenciales desde las que sea visible el parque eólico.

En cuanto a la valoración de impactos, el objetivo es identificar y estimar los efectos que el proyecto podrá tener en el volumen y las dinámicas poblacionales. En lo que se refiere a los movimientos más localizados, en particular en las zonas de influencia visual del proyecto (cambio de residencia), la valoración podrá efectuarse mediante encuestas.

Una evaluación más estructurada de los efectos del proyecto a medio y largo plazo podrá efectuarse mediante proyecciones demográficas, caso de de que se considere que sea necesario en función del proyecto.

ASPECTOS ECONÓMICOS

– NUEVO RECURSO ENERGÉTICO

Para determinar debidamente los impactos es importante contextualizar la producción del parque eólico en la política y el sistema nacional y regional de producción y gestión de energía eólica.

Es también importante describir las principales características de la demanda, suministro y consumo de energía eléctrica a nivel local.

La valoración del impacto del nuevo recurso energético tiene como referencia su capacidad de producción de energía eléctrica y su importancia en el contexto local y en el sistema generador nacional.

– EFFECTOS SOBRE EL TURISMO

La caracterización de la actividad turística deberá, necesariamente, tener en cuenta la localización del parque eólico, su distancia y visibilidad desde la costa y el tipo de utilización turística de las zonas costeras y marítimas.

En función de cada caso concreto es importante identificar:

I. Interés del lugar como destino turístico y composición de la oferta de bienes turísticos:

- Clima, paisaje, playas.
- Áreas urbanas.
- Tradiciones, cultura.
- Patrimonio cultural.
- Áreas naturales.

II. Oferta de alojamiento:

- Cuantificación, tipología y tasa de ocupación de la oferta de alojamiento (hoteles, apartamentos, campings, etc.).

III. Utilización lúdica del medio marino:

- Deportes náuticos (navegación a motor y a vela, windsurf, etc.).
- Pesca deportiva. Pesca submarina.
- Otras actividades subacuáticas (observación de fauna, de patrimonio cultural sumergido).

IV. Caracterización de los turistas y flujos turísticos:

- Número de turistas/año, nacionalidades.
- Motivaciones de selección como destino turístico.
- Fidelidad (regularidad de visita) y satisfacción con el destino turístico (aspectos positivos y negativos, motivos para volver a escoger o no el destino turístico).
- Estacionalidad de flujos turísticos.

V. Importancia del turismo en la economía de las poblaciones locales.

La consulta a entidades relacionadas con la promoción y gestión del turismo, el análisis de las estadísticas oficiales, de trabajos y publicaciones sobre el tema, la región o la localidad de estudio, la realización de encuestas, entrevistas, la organización de grupos de discusión, son entre otras, técnicas utilizables para la obtención de datos de caracterización.

La valoración de los impactos en el turismo deberá tener en cuenta los diversos tipos de efectos identificados anteriormente:

- Restricciones de uso del medio marino.
- Parque eólico como fuente de atracción de visitantes.
- Afección a usos turísticos en tierra.
- Afección al bienestar e interés turístico de la zona como resultado de la transformación del paisaje marino.

Los tres primeros tipos de impacto son resultado directo de la existencia del parque y sus infraestructuras, y son más fácilmente objetivables y medibles, en función de la identificación de actividades desarrolladas en las áreas afectadas.

La valoración de las restricciones al uso del medio marino y terrestre depende de la magnitud de las actividades afectadas y de la existencia o no de áreas alternativas para su práctica.

En la fase de construcción, la restricción de uso del medio marino en el área del parque eólico es total. Se trata, sin embargo, de un impacto temporal.

En la fase de funcionamiento, las restricciones podrán ser bastante reducidas, dependiendo de las características de cada parque eólico. Sin embargo, la distancia habitual entre turbinas (variable entre 500 y 900 metros) permite el uso del espacio marino, con la excepción de la envolvente próxima a las infraestructuras.

La valoración del parque eólico como fuente de atracción turística es medible por la existencia o no de visitantes y por la constitución y rentabilidad de negocios relacionados con la explotación de este recurso.

Los impactos en el turismo como resultado de la transformación del paisaje son efectos indirectos y de naturaleza más subjetiva. Su consideración objetiva y valoración es más difícil y menos directa.

La realización de encuestas, entrevistas y grupos de discusión entre otras técnicas, puede permitir una aproximación muy útil de la percepción y valoración de los efectos potenciales de un parque eólico, y la identificación de niveles de aceptación por parte de los turistas en relación a la instalación del parque.

Aunque la percepción de los efectos negativos debe ser analizada caso a caso, algunos estudios sobre parques eólicos en tierra y offshore, indican el hecho de que la afección negativa sobre el turismo no es muy relevante.

En el estudio de opinión del proyecto WINDTOUR, el 89% de los turistas afirmaron que volverían a visitar la zona en el caso de que fuese instalado un parque eólico offshore, y el 11% que no volverían.

En relación a los turistas que afirmaron que volverían, el 54% afirmaron que la zona podría perder interés con la instalación de un parque eólico offshore, si bien no sería motivo para dejar de visitarlo. Es decir, consideraban que el atractivo de la zona no sería afectado de forma suficientemente relevante para alterar su selección como destino turístico. Una parte significativa (17%) consideró que, en cambio, la zona "sería más interesante". Finalmente, una proporción más significativa (27%) afirmó que volvería porque está a favor de este tipo de producción de energía eléctrica. Esto es, sus ventajas son lo suficientemente importantes para prevalecer sobre los potenciales efectos negativos del parque sobre el atractivo turístico de la zona.

En relación al 11% que afirma que no volvería a visitar la zona en el caso de que se instalara el parque eólico, el 60% justifica su posición afirmando que la zona perdería interés y el 13% que está en contra de este tipo de proyectos.

Un porcentaje importante (27%) afirmó que no volvería aunque la zona no perdiera interés, lo que puede revelar que su desagrado con la zona está relacionada con otros motivos diferentes del parque eólico.

En el contexto del proyecto WINDTOUR, fue posible concluir que la receptividad de los turistas, tanto nacionales como extranjeros, ante la posibilidad de la instalación de un parque eólico es bastante elevada.

Los impactos negativos sobre la actividad turística podrán, por tanto, no ser muy relevantes y, en cierto modo, pueden ser compensados por algún atractivo generado por la existencia del parque eólico.

Para cualquiera de los impactos anteriormente analizados, la comparación con casos semejantes, sobre todo en relación a estudios aplicados a parques offshore ya en funcionamiento, puede constituir un elemento importante para la previsión y evaluación de impactos, teniendo en cuenta las peculiaridades de cada caso.

En función de los datos disponibles para la evaluación de los diversos tipos de impactos referidos, se podrá construir una proyección de la afección global (positiva o negativa) de los flujos turísticos y su influencia local en la actividad turística y la economía.

Como ocurre con gran parte de los impactos en el medio social, en las fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento, la percepción social anticipada de los impactos, formada en la fase de proyecto, es reconstruida con la base de los impactos efectivamente producidos.

Es ante una situación concreta cuando la amplitud y significado de los impactos en el turismo y la forma en cómo son percibidos socialmente, puede ser debidamente verificada mediante la vigilancia y seguimiento ambiental.

– EFFECTOS SOBRE LA PESCA

La caracterización del medio afectado implica el conocimiento de los siguientes aspectos:

- Localización de las áreas más importantes desde el punto de vista de los recursos piscícolas.
- Localización de las principales áreas de desove, crecimiento de especies y flujos migratorios.
- Localización de zonas en las que haya impedimentos o limitaciones para el ejercicio de la pesca.
- Caracterización de la flota pesquera y de las artes utilizadas.
- Cuantificación de las capturas, especies capturadas y valor comercial.
- Caracterización de poblaciones de pescadores y su distribución en el territorio.
- Identificación y caracterización de actividades económicas relacionadas (construcción naval, suministro de equipos, congelación y transformación de pescado, comercialización, etc).

- Importancia de la actividad pesquera y las actividades relacionadas con la economía de las poblaciones locales.

La valoración de impactos en la pesca está directamente relacionada con la importancia cuantitativa y cualitativa de los recursos afectados, con la magnitud de las restricciones impuestas y con la importancia de que la actividad pesquera y otras relacionadas con ella o dependientes de ella, tiene en la economía de las poblaciones locales.

La limitación de la actividad pesquera durante la fase de construcción puede tener impactos significativos, en particular en casos en los que haya restricciones que limiten también la actividad en otras áreas potencialmente alternativas (zonas protegidas por razones ecológicas o relacionadas con el patrimonio natural o cultural submarino, zonas condicionadas por la presencia de oleoductos o gasoductos y cables submarinos, etc.).

Para determinadas artes se trata de un impacto temporal, mientras que para otras (arrastre) puede prolongarse durante la fase de funcionamiento, lo que aumenta su magnitud.

La valoración de impactos debe basarse, en tanto sea posible, en aspectos medibles y cuantificables, atendiendo a las características de la actividad pesquera, sobre todo en lo respecta a la pesca artesanal. Deberá realizarse el esfuerzo de determinar la magnitud y el significado de los impactos en los siguientes aspectos:

- Alteración de especies capturadas, cantidades y valor comercial.
- Tipo de artes de pesca perjudicadas (o beneficiadas) por la existencia del parque eólico.
- Afección de los rendimientos de los pescadores.
- Efectos indirectos en las actividades económicas relacionadas con la pesca.

La identificación de los impactos de construcción y funcionamiento del parque en el hábitat y la ecología de las especies con valor comercial deberá ser realizado en interacción y en función del análisis de impactos en el medio biológico.

En general, debido a la magnitud potencial de este impacto, debe evitarse la instalación de parques de tamaño significativo en zonas con una especial importancia pesquera ya que podría debilitar al sector pesquero. En cualquier caso, esta consideración estará sujeta a las restricciones impuestas por la instalación del parque, a la cuantificación de

la importancia del sector pesquero en el área afectada y a la valoración de la interferencia entre ambos.

– EFFECTOS EN OTROS SECTORES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Para caracterizar debidamente las actividades económicas susceptibles de beneficiarse con la implantación del parque eólico es necesario conocer la cantidad global de la inversión y su distribución.

Con la base de esta caracterización, se realizará la identificación de la oferta existente para la demanda potencial, proporcionada por las diferentes componentes de la inversión.

La caracterización deberá incidir, particularmente, en la oferta existente a nivel local y regional, si bien podrá ampliarse a la escala nacional para los principales elementos de la inversión.

De igual modo, deberán caracterizarse las actividades susceptibles de ser beneficiadas en la fase de funcionamiento por demanda de determinados bienes y servicios (mantenimiento, suministro de piezas y equipos, transporte, estudios y consultoría, etc).

El análisis de la estructura de la economía local debe realizarse con especial atención, en particular en lo que se refiere a las pequeñas empresas y a su dependencia de actividades relevantes que puedan verse afectadas (turismo, pesca y otras).

La inexistencia o existencia parcial e insuficiente de datos estadísticos normalizados sobre la economía local es muy frecuente. Cuando ello ocurra y en el caso de que se considere conveniente, teniendo en cuenta cada caso concreto, podrá realizarse la recogida de datos locales a través de la realización de encuestas, entrevistas, etc.

Es también indispensable el contacto con asociaciones empresariales, particularmente las que sean representativas de pequeñas actividades económicas.

La valoración de impactos directos del proyecto debe efectuarse tomando como base los datos disponibles del propio proyecto.

La valoración de los impactos sobre las actividades económicas no queda completa sin la valoración de los impactos indirectos e inducidos.

La valoración de estos impactos en el ámbito de la economía regional puede calcularse utilizando determinadas técnicas, como el cálculo del efecto multiplicador o el análisis



input-output . No obstante, la exigencia de datos, tiempo y recursos que estas técnicas implican no siempre es justificable en el ámbito del análisis de impactos de un proyecto a incluir en un EslA, sobre todo cuando se trata de proyectos cuyo impacto en la economía regional es limitado. Por otro lado, estas técnicas no permiten una valoración de los impactos en la economía local, que exige un estudio más directo y desagregado.

En suma, debe realizarse un esfuerzo para basar la valoración de impactos en datos debidamente cuantificados. No obstante, cuando ello no sea posible o justificable, debe basarse como mínimo en un análisis descriptivo que considere los impactos relevantes.

– EFFECTOS SOBRE EL EMPLEO

La caracterización debe prestar una especial atención a la estructura local y la cualificación del empleo y su distribución por los sectores de actividad económica más susceptibles a la influencia positiva o negativa del parque eólico.

Debe realizarse el análisis del mercado de empleo existente, procurando identificar las características de la oferta (distribución por sectores de actividad, categoría profesional, cualificación, clases de edad) y de suministro, sea de primer empleo o por parte de desempleados (cualificación, clases de edad, sectores de actividad demandados).

La valoración de impactos debe ser efectuada con la base de la cuantificación del número de puestos de trabajo generados o perdidos en el caso de impactos negativos.

El número de empleos generados directamente es estimado por el promotor, y lo mismo ocurre normalmente con el empleo indirecto. En caso de que no ocurra así, deberán estimarse estos valores. La magnitud e importancia de los impactos en el empleo dependen, sobre todo, de la dimensión del parque eólico. La experiencia reciente con parques eólicos offshore del norte de Europa permite indicar, de forma aproximada, que el número de empleos generados en la fase de construcción es de 50 a 75, mientras que durante el funcionamiento varía entre 10 y 20.

En lo que se refiere a la posible pérdida de empleos resultado de la afección negativa de determinadas actividades, deben estimarse esos efectos.

La valoración de impactos debe estimar de qué modo la oferta o pérdida de empleo se refleja en el empleo local.

ASPECTOS SOCIOCULTURALES

El ámbito geográfico de caracterización se corresponde con las poblaciones cuyo modo de vida puede verse afectado por la instalación de un parque eólico.

Incluye, necesariamente, las poblaciones de las localidades desde las cuales el parque eólico es visible, extendiéndose a aquellas cuyo modo de vida pueda verse afectado, positiva o negativamente, por el impacto del parque eólico sobre determinadas actividades económicas (pesca, turismo y otras).

Es, por tanto, importante obtener elementos de caracterización del sistema social local, particularmente sobre:

- Grupos sociales
- Instituciones
- Actores y dinámicas sociales, cohesión y vitalidad social
- Estructura y vitalidad económica
- Espacios, valores culturales e identidad cultural
- Dinámicas sociodemográficas
- Dinámicas de desarrollo urbano

En este contexto, es particularmente interesante identificar:

- a) Individuos y grupos sociales potencialmente afectados por el proyecto
 - b) Su inserción en el sistema social (posición social, clase de edad, actividad profesional, responsabilidades institucionales, etc.)
 - c) Su localización y distribución en el territorio
- PERCEPCIÓN SOCIAL Y ACEPTACIÓN PÚBLICA

La valoración de impactos tiene como objeto identificar y, si es posible, medir:

- Cuáles son los impactos (positivos y negativos) más valorados por el público, con particular incidencia en los diferentes grupos sociales potencialmente afectados.
- Qué medidas protectoras, correctoras y compensatorias son las más valoradas.

-
- Cuáles son los aspectos subyacentes a considerar en la valoración de impactos (interés natural, usos lúdicos o profesionales, valoración estética y/o cultural del territorio afectado, relación afectiva con el lugar, sensibilidad ambiental).
 - Cual es el grado de aceptación del proyecto y cuáles los aspectos que pueden variar la aceptación.

Varios instrumentos de valoración pueden ser utilizados, de forma alternativa o completos, dependiendo del tiempo y recursos disponibles.

La valoración será tanto más eficaz cuanto mayor sea la información del público en relación a las características del parque eólico y sus potenciales efectos. De este modo, la realización de sesiones informativas y seminarios sobre el proyecto, la organización de grupos de discusión con representantes institucionales y no institucionales, de los potencialmente afectados o interesados, son medios, entre otros, que permiten una circulación de información y la identificación, más o menos profunda, de las cuestiones, problemas y aspectos del proyecto más valorados por el público.

La realización de entrevistas, la realización de encuestas de opinión o las escalas de medición de actitudes son instrumentos que pueden permitir complementar y profundizar en la valoración de las percepciones, preocupaciones y eventuales actitudes y comportamientos del público en relación con la instalación del parque eólico.

– IMPACTOS SOCIALES

La información obtenida en la valoración de la percepción social y la aceptación pública debe ser integrada en un análisis más amplio y sistematizado de los impactos sociales potenciales.

Este modelo más amplio debe integrar también los datos de la identificación y valoración de otras dimensiones en el medio social, como son los del territorio, las actividades económicas y el empleo.

El objetivo es alcanzar un análisis integrado en el que los impactos sobre el medio social sean considerados de forma abstracta, más desde el punto de vista de sus consecuencias materializables al nivel de determinados individuos, grupos y sus relaciones sociales.

En la valoración de impactos es posible y conveniente considerar varios niveles de análisis, en particular:

-
- Nivel de los individuos y núcleos familiares.
 - Nivel de los núcleos poblacionales o comunidades (barrio, lugar/población).
 - Nivel de relación entre núcleos poblacionales.

La amplitud y profundidad de análisis dependerá de la importancia de los impactos identificados y de su distribución en el territorio. La valoración de los impactos debe basarse en los siguientes aspectos:

- Incidencia social (sobre qué individuos o grupos se producen los impactos).
- Incidencia territorial (donde se producen o se dejan sentir los impactos y donde residen los individuos o grupos afectados).
- Distribución social (quién gana y quién pierde, y por qué).
- Magnitud y severidad de los impactos.
- Equidad social (quién dispone de los mejores/mayores recursos para aprovechar las oportunidades y quién es más vulnerable y tiene menor capacidad de respuesta y adaptación a los efectos negativos).

Las variables a analizar deben ser definidas en función de cada caso concreto. No obstante, teniendo en cuenta el tipo de impacto potencial, interesa analizar al menos los siguientes aspectos:

- Inseguridades y ansiedades causadas por los temores a los efectos negativos del proyecto.
- Expectativas (y acciones) suscitadas por eventuales oportunidades (negocios, empleo) proporcionados por el proyecto.
- Afección del bienestar local (impactos visuales) y alteración de la fidelidad y la identificación con la localidad.
- Afección al valor de las propiedades.
- Afección al modo de vida y el empleo.
- Afección a los rendimientos, calidad de vida, perspectivas y confianza.

-
- AfECCIÓN de zonas o lugares con valor cultural (histórico, arqueológico y otros).
 - AfECCIÓN a las oportunidades de utilización pública del territorio (terrestre y marítimo).
 - Restricción del acceso a los recursos (particularmente marinos).
 - Alteración del tejido económico local, de su vitalidad y viabilidad socioeconómica, alteración de los niveles de empleo/desempleo.
 - Eventual desarrollo de tensiones o conflictividad social.
 - EFFECTOS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL

En la selección de localizaciones para parque eólicos offshore deberán ser excluidas las áreas de parques arqueológicos subacuáticos legalmente protegidas. Este deberá ser un criterio a seguir en los estudios previos de localización, realizados a una escala regional o nacional.

En el caso de que sea conocida la localización de elementos patrimoniales subacuáticos, deberá ser ponderada una alternativa de localización de los aerogeneradores o del trazado de la línea eléctrica submarina. No obstante, hay que considerar la ausencia de conocimiento previo de la zona de implantación.

La selección de información debe incluir una primera fase de búsqueda bibliográfica, incluyendo bases de datos específicas cuando existan, y el análisis de elementos geológicos y sedimentológicos que ayuden en la comprensión del contexto y de la posibilidad de encontrar vestigios arqueológicos.

En el ámbito de la elaboración del EsIA, deberá procederse, en las situaciones en el que el contexto geológico y sedimentológico lo justifique, a una prospección sistemática del área afectada por los trabajos de dragado o excavación. Esa prospección puede ser visual, mediante inmersiones, y además recurrir a métodos geofísicos (detectores de metales, resistividad eléctrica).

La valoración de impactos en el patrimonio cultural está determinada por la importancia de los elementos del patrimonio potencialmente afectados por el proyecto. Pueden considerarse los siguientes criterios:

- Potencialidad científica: la posibilidad de que un elemento contribuya a un mejor conocimiento de un periodo histórico, de una tecnología, de una corriente estética o de una región.

- Potencialidad monumental: la posibilidad de disfrute de un elemento por un público más extenso del determinado por los especialistas en una determinada área patrimonial, en función de la escala, del valor estético o de la posibilidad de divulgación y valorización del elemento.
- Rareza: la escasez de elementos similares, sea en términos absolutos o a escala local, regional o nacional.
- Estado de conservación: de algún modo relacionado con su potencialidad científica y monumental, pues el estado de conservación puede potenciar o dificultar la investigación o el disfrute turístico-cultural del elemento.
- Valor de conjunto: la importancia de un elemento puede ser valorada por la relación con otros elementos, contemporáneos suyos o no.

Si las medidas de minimización de impactos incluyen operaciones de búsqueda, salvaguarda y valorización del patrimonio subacuático, el impacto global será positivo y con una magnitud dependiente de la importancia de los elementos patrimoniales.

Las prospecciones efectuadas pueden no ser suficientes para garantizar la no existencia de riesgos para el patrimonio sumergido, por lo que puede ser necesario recurrir a medidas de minimización de impactos adicionales: vigilancia arqueológica de los dragados y el equipamiento de las dragas con detectores.

RIESGOS

– RIESGO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Como se comentó anteriormente, el riesgo de contaminación del agua, eliminando los factores que con seguridad se producirán en mayor o menor medida (movilización de sedimentos) y los de significación mínima siempre que se lleven a cabo las medidas protectoras apropiadas (vertidos producidos durante la operación normal de embarcaciones y helicópteros de mantenimiento, o procedentes de la línea eléctrica submarina, turbinas o subestación transformadora), vendrá dado por el propio riesgo de colisión de embarcaciones y helicópteros con las infraestructuras construidas.

Estos riesgos vendrán fundamentalmente determinados por las medidas de seguridad establecidas para las fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento, y tanto en el caso de las embarcaciones como en el de los helicópteros, son discutidos posteriormente.

Por este motivo, en este apartado se discute el estudio del segundo aspecto que define estos riesgos, y que se basa en la mayor o menor afección del vertido a las zonas costeras y, por tanto, a los ricos ecosistemas situados en estas zonas y a los intereses económicos de las poblaciones vecinas.

La valoración se inicia con el estudio de los posibles escenarios de vertido por colisión que se pueden producir en la zona de estudio, y que suponen el estudio de frecuencia riesgo de colisión y la definición de esta probabilidad según los diferentes tipos de embarcaciones (tipo y volumen de sustancia contaminante, y fracción de vertido) que transitan por la zona.

En primer lugar, debería tenerse en cuenta que pequeñas cantidades de vertidos de gas oil procedente de embarcaciones de pesca o similares, se evaporarán o dispersarán rápidamente. En el caso de que la cantidad de combustible vertido sea importante, éste podría alcanzar la costa pero seguramente la mayor parte del mismo (dependiendo de la ubicación, hasta más de un 90%) se evaporaría y dispersaría antes de alcanzar la costa.

Una situación muy diferente se produciría en caso de accidente de embarcaciones de otro tipo (petroleros), situación en la que se podría liberar una gran cantidad de fuel de escasa volatibilidad, que podría permanecer gran cantidad de tiempo sobre el agua y finalmente alcanzar la costa.

En estas situaciones, la evaluación de los efectos vendrá dado por el cálculo de dispersión del vertido y de su trayectoria, si bien el principal factor, que a su vez es el más imprevisible, es el de la cantidad de sustancia contaminante vertida. En cualquier caso, se entiende que tanto el cálculo de los riesgos de accidente como de las trayectorias previsibles de los vertidos, deberán formar parte de estudios paralelos al EslA, pero quedan fuera del alcance de éste.

En general, el comportamiento del vertido dependería de sus características físicas y químicas, como su peso específico, contenido de fracción volátil y viscosidad, temperatura de estado fluido. Por otra parte, las condiciones medioambientales en las que se produce el vertido, definen su transporte y destino, en particular la temperatura del aire, viento, radiación solar, temperatura del agua, corrientes, oleaje, etc.

Como aspecto final, la evaluación deberá considerar tanto el posible vertido que llega a la costa, como el valor y la vulnerabilidad del ecosistema que allí se encuentra.

– AFECCIÓN A LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y AÉREA



Tal y como se comentó anteriormente, la caracterización y evaluación de este tipo de riesgos supera el ámbito de un EslA ya que exige estudios específicos de valoración de impacto que básicamente se basan en el estudio probabilístico de trayectorias y de la posibilidad de ocurrencia de incidentes.

Para ello se estudia el tráfico (aéreo y marítimo) en la zona, incluyendo frecuencias, rutas, tipo de embarcaciones o aeronaves, distribución temporal, condiciones locales de corrientes y climatológicas, batimetría y relieve costero, etc.

12. MEDIDAS PROTECTORAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

Las medidas protectoras, correctoras y compensatorias a aplicar tienen como finalidad evitar, reducir o compensar el impacto ambiental producido por una determinada instalación, en este caso un parque eólico offshore.

Para su definición se requiere una visión interdisciplinar, ya que estas medidas se deberán considerar de acuerdo a los condicionantes técnicos del parque y a aquellos que afectan a cada zona en concreto.

Estas medidas se han clasificado según el momento del desarrollo de los trabajos para el que se proyectan. Así, si se adoptan en las fases de diseño o ejecución de la obra serán protectoras, y su finalidad es evitar o reducir el impacto antes de que éste se produzca. Por otro lado, las medidas correctoras son las que se adoptan una vez realizados los trabajos, y su fin es regenerar el medio o reducir o anular los impactos que hayan podido quedar después de la obra. Por último, se considerará la aplicación de medidas compensatorias, en lo que respecta a la posibilidad de sustitución del elemento del medio afectado o a cualquier otro elemento.

Se asume que las medidas protectoras, correctoras y compensatorias asociadas a instalaciones de apoyo a obra, situadas en tierra, tales como astilleros, parques de material o centros de hormigón, no forman parte del ámbito de esta Guía.

Aunque las medidas protectoras, correctoras y compensatorias que pueden ser aplicadas a un parque eólico offshore son muy numerosas y deberán ser definidas y concretadas para cada proyecto y zona en particular, a continuación se enumeran las principales medidas que se considera deben ser analizadas para su posible aplicación.

12.1 MEDIDAS PROTECTORAS

GEOLOGÍA / SUELO

- En el caso de haberlas, se definirán las zonas en las que el lecho marino se encuentra contaminado, extremando las precauciones para evitar su movilización (Söker, H et al, 2000).
- Se utilizarán las técnicas y maquinaria adecuadas que minimicen la movilización de sedimentos durante las labores de movimientos de tierra.

-
- La maquinaria que se vaya a utilizar durante la ejecución de las obras será revisada, con objeto de evitar pérdidas de lubricantes, combustibles, etc. Los cambios de aceites, reparaciones y lavados de la maquinaria, en el supuesto de que fuera necesario realizarlos, se llevarán a cabo en zonas destinadas a ello, en las que no exista riesgo de contaminación del medio marino.
 - Se retirarán de forma adecuada los restos y desperdicios que se vayan generando.
 - Las superficies de cimentación de las torres serán cubiertas o rematadas (según el tipo de cimentación y la superficie que ofrezca) con la capa superficial de tierra que en el momento de la excavación se habrá separado para este fin. En el caso de que se utilicen otros sustratos, deberá mantenerse el equilibrio adecuado entre lechos duros y blandos existente en la zona. Si existe un interés especial por la introducción de lechos duros, sus criterios de diseño deberán basarse en el estudio de los existentes en el entorno de la zona (Söker, H et al, 2000).
 - Se evitarán en lo posible todas aquellas prácticas que puedan suponer riesgo de vertidos y realizarlas en su caso en zonas específicas donde no haya riesgo de contaminación del lecho.

AIRE

- En fase de proyecto, se considerará la generación de ruido a la hora de seleccionar la mejor tecnología disponible.
- Con el fin de atenuar el ruido producido durante el período de construcción, se procederá a la utilización de maquinaria que cumpla los valores límite de emisión de ruido establecidos por la normativa.
- Se definirá la ubicación de los aerogeneradores de forma que el ruido percibido por las poblaciones costeras sea mínimo.
- Se realizará la modelización de los ruidos producidos durante el funcionamiento de la instalación, con objeto de estimar el impacto producido.

AGUA

- Tal y como se ha comentado, deberán realizarse estudios previos basados en la modelización de los efectos producidos en las corrientes marinas por la presencia del parque eólico offshore.

- Se diseñará la disposición de los aerogeneradores (orientación, distancia entre alineaciones y distancia entre cimentaciones de una línea) y las cimentaciones de forma que se minimice el efecto sobre la hidrografía local, la erosión del lecho y la emisión de sedimentos.
- Se aislarán y reforzarán convenientemente las líneas submarinas. En este sentido, se estudiará la posibilidad de seguir la recomendación de utilizar conductores bipolares HVDCT de forma que se elimine el riesgo del vertido de $MgCO_3$ y se minimicen los campos magnéticos producidos (Söker, H. et al. (2000): North Sea Offshore Wind – A Powerhouse for Europe. Technical Possibilities and Ecological Considerations. A Study for Greenpeace. Hamburg, Germany: Greenpeace).
- Siempre que sea posible, se utilizarán procedimientos constructivos que minimicen la cantidad de sedimentos producidos. En este sentido, tendrá un papel fundamental el tipo de cimentación escogida, considerando que las de tipo gravitacional suponen una mayor producción de sedimentos por preparación del terreno y tamaño, que las de tipo monopilote.

BENTOS / PLANCTON

- El estudio previo de las comunidades bentónicas permitirá seleccionar los emplazamientos para los aerogeneradores y estructuras de montaje menos perjudiciales. De igual manera, se preverá el estudio de su posterior evolución una vez puesto en funcionamiento el parque eólico.
- Se minimizará el impacto sobre el bentos, investigando las áreas en las que la deposición de los terrenos removidos resulta menos perjudicial.
- De igual manera, se afectará a la mínima superficie de lecho posible durante la construcción de cimentaciones y tendido de la línea eléctrica submarina.

MAMÍFEROS MARINOS

- Se estudiarán las poblaciones de mamíferos marinos existentes en la zona de estudio, caracterizándose las especies presentes, sus hábitos alimentarios, periodos reproductivos de cría, etc., con el fin de minimizar los impactos. De igual manera, se preverá el estudio de su posterior evolución una vez puesto en funcionamiento el parque eólico.
- Se evitará llevar a cabo las tareas de construcción o desmantelamiento durante las épocas de reproducción y cría de las poblaciones de mamíferos marinos cercanas, así como durante las migraciones.

COMUNIDADES PISCÍCOLAS

- De cara a minimizar los posibles impactos se considera recomendable -antes de seleccionar el emplazamiento- identificar los hábitats de mayor interés para la conservación, zonas con mayor abundancia de ejemplares (por ejemplo mediante el apoyo de cartografía de caladeros), áreas de alevinaje y rutas de migración. De igual manera, se preverá el estudio de su posterior evolución una vez puesto en funcionamiento el parque eólico.
- Deberá evitarse la realización de las tareas constructivas durante las épocas de cría y freza, así como durante las migraciones, periodos altamente sensibles.

AVES

- Con el fin de minimizar los posibles impactos, se realizará un estudio exhaustivo de las poblaciones de aves presentes en el entorno del emplazamiento, definiéndose las especies, periodos de reproducción y cría, hábitos migratorios, rutas de alimentación, etc. De igual manera, se preverá el estudio de su posterior evolución una vez puesto en funcionamiento el parque eólico.
- Se diseñará la ubicación de aerogeneradores (orientación y espaciamiento) de forma que se minimice la intercepción de rutas habituales de vuelo (entre áreas de descanso y alimentación) y rutas migratorias, y la distancia entre turbinas sea apropiada para evitar la colisión. En general, la intercepción será tanto menor cuanto menor sea la distancia entre turbinas y las alineaciones deberán situarse en paralelo a las rutas de vuelo.
- Si las condiciones técnicas lo permiten, se deberán seleccionar emplazamientos alejados de la costa en los que la presencia de aves sea menor, así como la intercepción de vías migratorias (Söker, H et al, 2000).
- De igual forma, y desde el punto de vista de la avifauna, será preferible buscar zonas de aguas de mayor profundidad en las que el alimento y, por tanto, la presencia de aves, es menor (Söker, H et al, 2000).
- Se evitará llevar a cabo las tareas de construcción o desmantelamiento durante las épocas de reproducción y cría de las poblaciones de aves cercanas, así como durante las migraciones.
- Se contemplará la posibilidad de detener las turbinas en condiciones de baja visibilidad para evitar colisiones de aves.

-
- Si las condiciones técnicas de cimentación y el potencial eólico lo permiten, y teniendo también en cuenta el factor asociado de impacto paisajístico, en lo que se refiere al riesgo de impacto de las aves deberán utilizarse turbinas de gran tamaño ya que son divisadas con mayor facilidad, y será preferible la agrupación de las turbinas en parques únicos (mejor un solo parque grande que dos pequeños con la misma capacidad) (Söker, H et al, 2000).
 - Se escogerán diseños, colores y señalizaciones que aseguren la correcta visualización de los aerogeneradores. En este sentido, deberán conjugarse las exigencias legislativas, el impacto visual y la disminución del riesgo de colisión (Söker, H et al, 2000).
 - Deberá contemplarse la creación de nuevos hábitats en las cimentaciones de los aerogeneradores y, por tanto, de áreas de alimentación para las aves, como la introducción de un nuevo factor de riesgo de colisión.

PAISAJE

- Una de las medidas más eficaces para la minimización de los impactos visuales negativos consiste en la selección de las alternativas de localización con menor impacto visual. Es decir, será importante definir los emplazamientos en áreas técnicamente viables, suficientemente alejadas de la costa.
- La selección de colores que hagan que los aerogeneradores sean menos visibles constituye otra medida importante, si bien no siempre es posible su aplicación ya que las autoridades de navegación marítima y aérea pueden exigir la presencia de marcas de seguridad, en particular fajas de colores y la señalización luminosa de los aerogeneradores.

OBSTÁCULO A LA NAVEGACIÓN

- Se evitarán las zonas conflictivas, en la fase de planificación y selección de alternativas de localización.
- Aumentar la distancia entre turbinas. Esta medida, sin embargo, además de un mayor coste (tiempo de instalación, longitud de los cables de interconexión) supone aumentar el área global afectada.
- En la fase de construcción, el impacto temporal resultante de la presencia de embarcaciones utilizadas para la construcción del parque eólico puede ser minimizado a través de la planificación y la coordinación con las entidades reguladoras y el público afectado.

- Adecuado balizamiento de los aerogeneradores. Señalización luminosa (para la navegación aérea y marítima) y sonora (sirenas de niebla). Estas medidas a su vez pueden dar lugar a impactos visuales y sonoros, por lo que deberá cuidarse el direccionamiento de las luces y de las sirenas para minimizar este efecto.
- La localización de los parque eólicos offshore debe pasar a constar en las cartas de navegación.
- Deberá proponerse la elaboración de un plan de seguridad y emergencia para la detección y el socorro en situaciones de dificultad y respuesta ante accidentes.

AUMENTO DEL TRÁFICO EN LA ZONA DEL PARQUE EÓLICO

- La planificación y la coordinación con las entidades reguladoras y el público afectado constituye la principal medida para mitigar impactos en la navegación.
- También en este caso, es imprescindible la inclusión de los parques eólicos en las cartas de navegación.

AFECCIÓN E INTERFERENCIA CON INFRAESTRUCTURAS, FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS (RADAR, TELECOMUNICACIONES, TV) E INSTRUMENTOS DE NAVEGACIÓN

- De nuevo, la selección de alternativas correctas de localización minimizan este impacto. Para ello, será conveniente la consulta con las entidades reguladoras y operadoras. En el caso de que no sea posible evitar el efecto deberán ser tomadas las necesarias medidas de seguridad y compatibilidad entre proyectos, en la fase de planificación y durante la fase constructiva.
- La información sobre la interferencia producida sobre las comunicaciones e instrumentos de navegación deberá ser difundida entre las embarcaciones que naveguen en la zona del parque eólico.

ÁREAS PROTEGIDAS O DE USO CONDICIONADO

- La principal medida de minimización consiste en evitar las áreas más problemáticas o con mayores restricciones que puedan llegar a ser incompatibles con la presencia de un parque eólico.
- En otras zonas, con menores restricciones, las medidas a definir dependerán del tipo de limitaciones existentes.

POBLACIÓN

- En las fases de planificación y proyecto, la producción y circulación de información sobre el parque eólico y la implicación del público es una medida que puede contribuir a la minimización de determinados efectos particulares y más localizados.

TURISMO

- La afección en los usos del medio marino es de difícil corrección en el caso de que no haya áreas alternativas para la práctica de actividades acuáticas. Si la inexistencia de áreas alternativas es poco probable, por otro lado su existencia puede dar lugar a nuevos problemas, ya que la transferencia de actividades puede causar impactos de diverso orden en las nuevas áreas utilizadas.
- En lo que respecta a la transformación del paisaje, el alejamiento de las turbinas respecto a la costa constituye la principal medida protectora. La implantación de un parque offshore en zonas menos frecuentadas y de menor interés, la disposición relativa de los aerogeneradores y la aplicación de un color que proporcione un efecto de mimetismo (siempre y cuando lo permita la normativa), son otras de las principales medidas protectoras de un eventual efecto visual negativo. Como ya se ha indicado, en el estudio de opinión del proyecto WINDTOUR esta medida fue considerada por el 48% de los turistas como la más importante (entre todas las medidas referidas a los diferentes impactos ambientales y no sólo sobre el turismo).

PESCA

- Identificar en la fase de planificación los principales bancos y áreas pesqueras y evitar la instalación de parques en esas zonas.
- Se estudiará la posibilidad de creación de áreas de reserva en la zona de parque eólico utilizadas como áreas de crecimiento y alimentación para especies con interés comercial, puede constituir una medida importante al proporcionar nuevos recursos pesqueros. Para ello podrán utilizarse las cimentaciones de las turbinas, si bien también pueden construirse arrecifes artificiales que pueden ser colonizados por la flora y fauna marina y servir de abrigo a peces y moluscos.
- En la fase de desmantelamiento, el problema de la remoción de las cimentaciones que implica la destrucción de los hábitats y recursos generados debe ser debidamente analizada, valorándose la posibilidad de su mantenimiento.

OTROS SECTORES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS



-
- En lo que se refiere a los impactos positivos generados por el suministro de bienes y servicios debidos a la instalación del parque eólico, debe fomentarse la contratación y compras, siempre que sea posible, a empresas locales, como forma de compensar el hecho de que los principales impactos negativos se producirán a nivel local.

EMPLEO

- La principal medida a considerar es la realización de una planificación eficaz de la localización del parque eólico que pueda evitar o minimizar los efectos negativos en el empleo.

PERCEPCIÓN SOCIAL Y ACEPTACIÓN PÚBLICA

- Circulación y distribución de información sobre el proyecto.
- Establecimiento de una relación de cierta confianza entre público y promotores.
- Discusión pública de los impactos generados y la definición de medidas protectoras, correctoras y compensatorias.
- Garantía de vigilancia pública de la implementación del proyecto.

IMPACTOS SOCIALES

- Preferiblemente, deben ser tomadas medidas que puedan evitar los potenciales impactos. En el caso de que no sea posible, deben ser definidas medidas de minimización o compensación. Respecto a esto, debe tenerse en cuenta que las medidas de compensación pueden implicar otros impactos sociales.

PATRIMONIO CULTURAL

- Deberán realizarse las prospecciones previas necesarias que se consideran oportunas, en particular en los puntos de localización de las cimentaciones y de la red eléctrica submarina.
- En el caso de que sean descubiertos vestigios importantes, la medida mas eficaz para prevenir un impacto negativo será la alteración de la localización. En el caso de que no sea viable esa alteración, será necesario proceder a operaciones de rescate de los restos y a su entrega a las autoridades competentes.

RIESGOS

-
- Con el fin de minimizar el riesgo de contaminación del agua debido a accidentes de las embarcaciones y helicópteros dedicados a la construcción, desmantelamiento o mantenimiento, se dispondrán los medios de seguridad necesarios durante estas fases, que incluirán el balizamiento luminoso de los aerogeneradores y la señalización adecuada mediante boyas de las cimentaciones y el área del parque eólico.
 - En cuanto a los riesgos de colisión con embarcaciones no relacionadas con el mantenimiento del parque eólico, deberá establecerse y señalizarse apropiadamente un área de seguridad, en torno al parque eólico, de proporciones adecuadas en función de la zona y el tamaño del parque (como valor orientativo, algunos parques utilizan una zona de seguridad de 500 m de anchura alrededor del parque) (SEAS, 2000). Se restringirá el tránsito marítimo en el área de exclusión del parque eólico (excepto para mantenimiento).
 - Por lo que se refiere a la protección de la línea eléctrica de evacuación, se señalará convenientemente su localización y se restringirá la posibilidad de fondear a lo largo de su trazado.
 - Se utilizarán los medios apropiados para aislar cualquier tipo de contaminante procedente de los aerogeneradores, línea eléctrica, embarcaciones o maquinaria utilizada para la construcción o desmantelamiento del parque, con el fin de reducir el riesgo de contaminación del agua.
 - En el caso de que la subestación transformadora se sitúe en el parque eólico, se utilizarán las técnicas apropiadas para evitar el derrame accidental de aceites, para lo cual se aislarán los transformadores y otros dispositivos que pudieran contener sustancias contaminantes.
 - Se diseñará un Plan de Gestión de Riesgos y Procedimientos de Emergencia para que, en caso de producirse el vertido, su efecto pueda ser minimizado.

12.2 MEDIDAS CORRECTORAS

Las medidas correctoras quedarán contempladas en el Proyecto de Restauración Ambiental que posibilite la recuperación de los diferentes elementos del medio, y que estará dirigido básicamente a la recuperación de las condiciones previas al proyecto (en mar y tierra).

Las principales medidas a considerar son:

-
- Definición de la naturaleza y gestión de los residuos generados durante la construcción y funcionamiento del proyecto. Eliminación adecuada de los materiales sobrantes en las obras, generados durante el funcionamiento o de cualquier vertido accidental, una vez hayan finalizado los trabajos de instalación de los aerogeneradores y tendido de la línea eléctrica submarina.
 - Restitución en lo posible la forma y aspectos originales del lecho. Esta medida debe considerarse prioritaria una vez finalizada la fase de construcción. Para ello, se deberá realizar un informe específico y detallado que incluya todas las medidas previstas, y, en su caso, su justificación en base a documentación o experiencias previas.
 - Restauración ambiental de los fondos afectados por las obras. En este punto cabe destacar la realización de tratamiento de las superficies alteradas (regularización de perfiles) y el estudio del bentos. En función de las comunidades presentes, se naturalizarán los lechos introducidos para obtener los sustratos duros o blandos que resulten más apropiados.

12.3 MEDIDAS COMPENSATORIAS

Las medidas compensatorias pueden ser muy diversas, pues de forma habitual van a estar muy relacionadas con las características concretas de la zona de implantación, y de las propias necesidades de la zona.

No obstante, a continuación se sugieren algunas medidas compensatorias que se considera pueden contribuir de forma eficaz a la compensación de los efectos generados.

- Dentro de la afección al medio marino, como medida compensatoria deberá contemplarse la creación de nuevos hábitats en las cimentaciones de los aerogeneradores, creándose áreas de cultivos de poblaciones piscícolas mediante la instalación de módulos alveolares.
- Por otro lado, el potencial perjuicio económico sobre la actividad local puede ser objeto de compensación económica de los sectores de actividad afectados, fundamentalmente el pesquero y turístico. Para el sector turístico, el pago de indemnizaciones económicas (calculadas a partir de un porcentaje del valor del kWh producido) puede estar destinado a iniciativas de promoción turística de la zona, formación profesional, etc.

-
- Respecto al paisaje, pueden ser implementadas intervenciones de recuperación y valorización paisajística, tales como la recuperación de zonas degradadas del litoral, recuperación de construcciones derruidas o degradadas y que constituyan referencias importantes para el paisaje o la señalización de rutas (a pie, bicicleta o automóvil) y de miradores. Estas intervenciones deberán, naturalmente, ser realizadas en el litoral adyacente al parque eólico.
 - En el caso de la afección e interferencias con infraestructuras y comunicaciones, puede existir la necesidad de establecer medidas de compensación cuando se producen impactos de larga duración o que no pueden ser recuperados.

13. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La Vigilancia Ambiental puede definirse como el proceso de control y seguimiento de los aspectos medioambientales del proyecto. Su objetivo es establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental. Además, el Plan debe permitir la valoración de los impactos que sean difícilmente cuantificables o detectables en la fase de estudio, pudiendo diseñar nuevas medidas correctoras en el caso de que las existentes no sean suficientes.

Para ello, en términos generales, será necesario realizar un seguimiento específico sobre los elementos analizados en el Inventario Ambiental. Se deberá, por tanto, proponer una metodología que deberá coincidir o ser muy similar a la desarrollada para dicho inventario, incorporando los cambios necesarios generados por los efectos del propio proyecto, con el fin de poder comparar los resultados de la fase pre y postoperacional. Al final se deberá incluir un capítulo de conclusiones que analice el medio en su conjunto integrando todos y cada uno de los elementos que se han ido estudiando de manera individual, así como las afecciones que el proyecto ha ejercido sobre el medio y el periodo estimado de recuperación de aquellos elementos susceptibles de retornar a su condición original.

La finalidad básica del seguimiento y control consistirá en evitar y subsanar en lo posible los principales problemas que puedan surgir durante la ejecución de las medidas protectoras y correctoras, en una primera fase previniendo los impactos, y en una segunda controlando los aspectos relacionados con la comprobación de la efectividad de las medidas aplicadas.

Como medida de base para la vigilancia ambiental de la construcción, funcionamiento y desmantelamiento de un parque eólico offshore, se recomienda la implantación y mantenimiento de un Sistema de Gestión Medioambiental según ISO 14.000 para facilitar el control de todos estos aspectos, tratándose de una herramienta que permite demostrar la mejora medioambiental realizada en la instalación y que además contempla situaciones accidentales.

La duración del Plan de Vigilancia Ambiental será variable dependiendo del tipo de parque y de los impactos generados por el mismo, considerando, de forma general, un mínimo de tres años.

Se llevarán a cabo una serie de procesos de seguimiento y control, entre los cuales se recomiendan los siguientes:

13.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

En la fase de construcción hay que destacar el papel fundamental que deben jugar la Dirección de las Obras y el equipo técnico encargado del Seguimiento Ambiental de las mismas, ya que ambos tendrán capacidad de control sobre el terreno tanto del cumplimiento efectivo de las medidas protectoras y correctoras, como de las formas de actuación potencialmente generadoras de impacto. Hay que mencionar que el Estudio de Impacto Ambiental es un instrumento fundamentalmente preventivo, por lo que el éxito de su aplicación no debe plantearse tanto por su capacidad para corregir impactos como por su potencial efecto preventivo, de manera que éstos no lleguen a producirse.

Durante la construcción del parque se considera necesaria la realización de un control permanente de la obra, de manera que se garantice que ésta se realiza de acuerdo con lo indicado en el EsIA respecto a las medidas protectoras en la fase de construcción, controlando, además de las labores propias de la construcción de las infraestructuras, todas aquellas que tengan que ver con las afecciones al medio.

Se aconseja realizar el control durante todo el período de tiempo que abarque la construcción por un técnico con experiencia en medio ambiente. Dicho técnico deberá contar con la colaboración de los especialistas en los distintos elementos del medio afectados (bentos, patrimonio arqueológico, etc.).

De forma específica, se controlarán aspectos como los siguientes:

- Especialmente en el caso de utilizarse cimentaciones por gravedad, se realizarán modelizaciones del transporte de los sedimentos generados, basadas en los datos medidos in situ durante los trabajos de drenaje. La finalidad de este control es confirmar el impacto asignado a la deposición de sedimentos y, fundamentalmente, su previsible escasa incidencia más allá de los límites del parque.
- Seguimiento de la abundancia y distribución de mamíferos marinos, particularmente en cuanto a lo que se refiere a la modificación de las densidades de población en los alrededores del parque.
- Seguimiento de la abundancia y distribución de las comunidades piscícolas, y el efecto de la presencia de maquinaria y ruidos.
- Seguimiento de la abundancia y distribución de las aves, en particular en lo que se refiere a las colisiones producidas y la influencia sobre las vías migratorias.

Los resultados de este seguimiento se reflejarán en informes elaborados con periodicidad que se estime (por ejemplo, cada seis meses), en los que quedarán contempladas las observaciones efectuadas durante el seguimiento de las obras, los resultados obtenidos en la aplicación de las medidas propuestas y, en su caso, los problemas detectados, siendo de gran importancia el reflejar en dichos informes la detección, en su caso, de impactos no previstos. En caso de considerarse conveniente, se propondrán nuevas medidas, bien porque las aplicadas no hayan dado los resultados previstos, bien porque se consideren nuevas medidas con las que optimizar la minimización de impactos.

13.2 FASE DE FUNCIONAMIENTO

Como principales líneas de control se pueden mencionar las siguientes:

- Se realizará el seguimiento de la evolución de los fondos marinos, en particular de su morfología, que será reflejo de una posible modificación en los patrones de corrientes y oleaje, y en un proceso de transporte y deposición de sedimentos.
- Se realizará el seguimiento de la formación, transporte y deposición de los sedimentos en el dominio del parque eólico, en particular los debidos a procesos de erosión en las bases de las cimentaciones, introduciéndose las medidas necesarias para evitar su generación.
- Seguimiento de la abundancia y distribución de mamíferos marinos, particularmente en cuanto a lo que se refiere a la modificación de las densidades de población en los alrededores del parque y en el interior del área del proyecto.

En este sentido, se recomienda el uso de detectores acústicos de mamíferos marinos que permitan valorar la presencia y posible efectos sobre estas comunidades (SEAS, 2003).

Por otra parte, también existen experiencias sobre el uso de cámaras de vídeo, acopladas sobre individuos seleccionados, que permiten su el seguimiento de sus trayectorias y la determinación del posible efecto provocado por la presencia del parque eólico en su comportamiento (SEAS, 2003).

Finalmente, también se están utilizando técnicas de vigilancia mediante conteos en avión de las poblaciones cercanas, o de seguimiento mediante el uso de transmisores y receptores vía satélite (SEAS, 2003).

- Seguimiento de la abundancia y distribución de las comunidades piscícolas, sobre todo en lo que se refiere al número y modificación en las especies presentes, con relación al ruido, el campo electromagnético, la disponibilidad de comida y la modificación de la presión pesquera.

Será de especial interés la realización de estudios de seguimiento de especies significativas de las comunidades de interés pesquero profesional. Su finalidad básica debe consistir en evitar y subsanar, en lo posible, los principales problemas así como adquirir las bases documentales necesarias para la elaboración de planes de usos y gestión pesquera en sus alrededores.

En algunos casos, puede ser conveniente utilizar detectores de movimiento en el área próxima al trazado de la línea de evacuación, para caracterizar el potencial efecto sobre las comunidades piscícolas de los campos electromagnéticos (SEAS, 2003).

- Seguimiento de la abundancia y distribución de las aves, mediante metodología documentada, en particular en lo que se refiere a las colisiones producidas, su presencia en el parque eólico, el uso de los nuevos ecosistemas como áreas de alimentación, el grado de adaptación de las comunidades de aves a la nueva instalación (debe tenerse en cuenta que incluso pueden llegar a nidificar en la subestación transformadora o en otras infraestructuras) y la influencia sobre las vías migratorias y rutas de alimentación.

Será importante definir las condiciones de operación en las que se producen el mayor número de colisiones con el fin de prevenirlas y evitarlas. Para la correcta realización de esta tarea, se sugiere la instalación de cámaras de video en lugares estratégicos desde la que poder registrar las posibles colisiones; de otra forma los individuos que hayan colisionado desaparecerían en el mar sin que quede registro de este suceso. En algunos casos, el uso de cámaras podrá optimizarse mediante el uso de infrarrojos y software de reconocimiento de calor, que permita la detección automática de las potenciales colisiones (SEAS, 2003).

Otros sistemas se basan en la utilización de detectores de colisiones mediante sonido, preparados para reconocer el ruido producido en estos casos, y cámaras de video para el reconocimiento de las especies.

- Se recomienda el seguimiento de las comunidades que se instalen en las cimentaciones de los aerogeneradores (fundamentalmente bentos y peces) con el fin de definir su conveniencia en el contexto biológico en el que se encuentran. Deberán realizarse estudios cuantitativos y cualitativos del proceso de colonización, la comunidad aparecida, su estabilidad y su sensibilidad. En



particular, serán objeto de este estudio las especies presentes en estos nuevos hábitats y su potencial como área de alimentación para aves y mamíferos marinos. El seguimiento deberá concretarse sobre cierto número de aerogeneradores que resulten representativos.

- Verificación de los cálculos y estimaciones de producción de ruido submarino.
- Verificación de los cálculos y estimaciones de producción de ruido aéreo.
- Verificación de los cálculos y estimaciones de producción campos eléctricos y magnéticos.
- En general no se suele realizar el seguimiento de los impactos visuales de un parque eólico offshore. Puede ser útil, sin embargo, realizar estudios de percepción de este tipo de parques en diferentes momentos: al finalizar la construcción y pasados algunos años.
- En lo que respecta a la actividad pesquera y actividades económicas relacionadas, debe ser definido un plan de monitorización que contemple los hábitats de las especies con interés comercial y que deben ser definidos en conjunto con la ecología. Los estudios deben realizarse tras el primer año de funcionamiento del parque eólico y ser actualizados periódicamente (por ejemplo de forma anual).
- Dentro del plan de vigilancia, deben definirse las medidas que garanticen la monitorización y vigilancia pública durante las fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento.
- En general, la presencia de un parque eólico offshore no justifica la existencia de un plan de vigilancia del patrimonio cultural subacuático. No obstante, pueden producirse algunas situaciones específicas que justifican esa monitorización, sobre todo cuando se trata del estado de conservación de elementos patrimoniales conocidos situados en las proximidades. En el caso de que la monitorización de la alteración del fondo marino o de estuarios revelara la existencia de zonas de erosión, deberán realizarse prospecciones de esas zonas.
- Se realizará la monitorización del tráfico marítimo generado directamente (operaciones de mantenimiento) o indirectamente (turismo) por el parque eólico, con la cuantificación del número de embarcaciones y trayectos, y la elaboración de un registro de eventualidades y ocurrencia de situaciones de emergencia y accidentes.

- Debe realizarse un plan de seguimiento para identificar y caracterizar la ocurrencia de interferencias con el radar, las telecomunicaciones, TV y los instrumentos de navegación.
- Respecto al obstáculo a la navegación, debe ser implementado un plan de seguimiento que permita identificar la eficacia de las medidas de señalización, el registro de situaciones de emergencia, eventuales accidentes y sus consecuencias, y la eficacia de Planes de seguridad y emergencia.
- Es importante conocer el impacto de los proyectos en la economía local, en particular a través del desarrollo de estudios de post-evaluación. Éstos pueden basarse en datos recogidos en función de la definición y la ejecución de un plan de seguimiento que integre también los impactos sobre el empleo.
- Es de gran interés la realización de estudios de seguimiento de impactos en el turismo, sobre todo durante la fase de funcionamiento, como medio de obtener una identificación y evaluación de los impactos que efectivamente se producen, no sólo como base para una eventual verificación y redefinición de las medidas correctoras o compensatorias, sino también como base para la evaluación de casos semejantes. Los estudios de seguimiento deben ser iniciados tras los primeros seis meses o un año de funcionamiento del proyecto, siendo después complementados con informes. (anuales, bianuales, etc.).
- Los aerogeneradores, al igual que cualquier otra estructura opaca y de dimensiones considerables, proyectan sombras en las áreas vecinas cuando el sol incide sobre ellos. La particularidad de las sombras generadas por los aerogeneradores es el hecho de que el movimiento de las palas del rotor puede causar un efecto de parpadeo cuando el sol incida sobre ellas. Dada la ubicación de los parques, alejados de la costa, no se producirán impactos sobre las poblaciones, pero pueden aparecer molestias sobre el plancton (pérdida de luz sobre la lámina de agua), los peces y determinadas actividades recreativas (por ejemplo windsurf y navegación a vela). En cualquier caso, no se conocen datos o estudios previos sobre este efecto en el caso de parques eólico offshore, por lo que deberá realizarse el consiguiente seguimiento.

A título orientativo, el valor que ha sido utilizado en la jurisprudencia europea como límite admisible para el fenómeno es de 1.800 minutos de sombras al año. Como aspecto más importante se debe tener en cuenta que desde los puntos situados a distancias superiores a los 500 m ó 1.000 m (dependiendo de su orientación) del aerogenerador, no se aprecia como las palas interceptan la luz, sino que la turbina se verá como un objeto interpuesto ante el sol, por lo que no es necesario considerar la

proyección de las sombras a tales distancias (Danish Wind Industry Association. www.windpower.org, 2000).

Tal y como se indicaba en el apartado de construcción, los resultados de este seguimiento se reflejarán en informes elaborados con la periodicidad que se estime conveniente (semestral, anual, etc.), en los que quedarán contempladas las observaciones efectuadas durante el seguimiento del funcionamiento del parque, los resultados obtenidos en la aplicación de las medidas propuestas y, en su caso, los problemas detectados, siendo de gran importancia el reflejar en dichos informes la detección, en su caso, de impactos no previstos. En caso de considerarse conveniente, se propondrán nuevas medidas, bien porque las aplicadas no hayan dado los resultados previstos, bien porque se consideren nuevas medidas con las que optimizar la minimización de impactos.

13.3 FASE DE DESMANTELAMIENTO

El control ambiental estará basado en los siguientes aspectos:

- Deberán estudiarse las implicaciones ecológicas del desmantelamiento del parque eólico, en particular en lo que se refiere a la recuperación de las corrientes y eliminación de las cimentaciones.
- Se realizarán modelizaciones del transporte de los sedimentos generados durante el desmantelamiento de las cimentaciones y extracción de la línea eléctrica de evacuación, basadas en los datos medidos in situ durante los trabajos. La finalidad de este control es confirmar el impacto asignado a la deposición de sedimentos y, fundamentalmente, su previsible escasa incidencia más allá de los límites del parque.

De nuevo, los resultados de este seguimiento deberán reflejarse en informes elaborados con periodicidad no inferior a seis meses, que reúnan las observaciones y resultados del seguimiento de la demolición, el efecto de las medidas propuestas y, en su caso, los problemas detectados, siendo de gran importancia el reflejar en dichos informes la detección, en su caso, de impactos no previstos. En caso de considerarse conveniente, se propondrán nuevas medidas.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Aguiló, M. et al. (1996). Guía para la elaboración de estudios del Medio Físico. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General de Medio Ambiente.
- AMEC (2002). Lynn Offshore Wind Farm Non-Technical Summary.
- Andersen, P. et al. (Bio/consult) et al. (2000). Horns Rev Offshore Wind Power Farm Environmental Impact Assessment on Water Quality. Elsam. Denmark.
- B. Leonhard, S. (Bio/consult) et al. (2000). Horns Rev Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment of Sea Bottom and Marine Biology. Elsam. Denmark.
- Becker, H. (1997). Social Impact Assessment, UCL Press, London.
- Bermejo, M. (1994). Mapa Eólico Nacional. Resúmenes energéticos por comunidades autónomas. INM. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio ambiente. Madrid. Spain.
- British Wind Energy Association BWEA (1994). Best Practice Guidelines for Wind Energy Development. The British Wind Energy Association. London. UK.
- BWEA (1996). <http://www.britishwindenergy.co.uk>
- British Wind Energy Association (BWEA).(1998). Prospects for offshore wind energy. EC. DG – TREN..
- CANTER, L.(1999). “Cumulative Effects Assessment” - Ch. 18 in PETTS, J. (ed.), Handbook of Environmental Impact Assessment, Vol. 1, Blackwell Science, Oxford.
- CANTER, L.(2000). “Cumulative Effects Assessment”, Manual Course, Environmental Impact Training, Horseshoe Bay (TE).
- CANTER, L.W. (2000). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. 2ª ed. McGraw-Hill. Madrid.
- Cape Wind Associates, LLC (2002). Cape Wind Offshore Wind Farm (New England, USA). www.capewind.org

-
- Carryer, R. & Deeming, K. (1999). Environmental risk for offshore wind farm developers: lessons from other industries. Metoc plc, Exchange House, Liphook, Hampshire, UK.
 - Conselho da Europa. (2002). European Landscape Convention/Convention Européenne du Paysage. <http://conventions.coe.int/>
 - COWL (2002). Rhyl Flats Offshore Wind Farm. Environmental Statement. Non-Technical Summary. COWL Flintshire. UK.
 - Damborg, S. & Krohn, S. (2000) Danish Turbine Manufacturers Association. Public Attitudes Towards Wind Power. www.windpower.org
 - Damgaard Christensen, E. (DHI) et al. (2000).Horns Rev Offshore Wind Power Plant. Landfall of cable south of Oksby. Note on hydraulic aspects. Danish Hydraulic Institute. Horsholm. Denmark.
 - Danish Wind Energy Industry Association. <http://www.windpower.org>
 - De Lucas, M. & Janss, G. Efectos de los parques eólicos sobre el medio natural. Ecosistemas. Año IX. N°1/2000 Abril-Junio. Págs 42-43.
 - De Lucas, M., Janss, G., Ferrer, M. 2003. "The effects of wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar". Biodiversity and Conservation 00:00-00.
 - Defra et al. (2001). Offshore Wind farms: Guidance note for Environmental Impact Assessment in respect of FEPA and CPA requirements.
 - Delft University of Technology et al. (2002). "Offshore Wind Energy Ready to Power a Sustainable Europe. Concerted Action on Offshore Wind Energy in Europe". European Commission. Brussels. Belgium. (2001). Available from: <http://www.offshorewindenergy.org/>
 - Dietz, R. et al. (2001). Satellite tracking as a tool to study potential effects of offshore wind farm on seals at Rødsand. Ministry of the Environment and Energy. Denmark.
 - EC (2002). Handbook on the Implementation of EC Environmental Legislation. EC. Brussels.
 - EC. DG – TREN (1997). Wind Energy – The Facts. Volume 1 to 5. EC. DG – TREN.

-
- Edelvang, K. (DHI) et al. (2000). Horns Rev Wind Power Plant. Environmental Impact Assessment of hydrography. Danish Hydraulic Institute. Horsholm. Denmark.
 - Elsam & Eltra (2000). Horns Rev Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment. Summary of EIA Report. Prepared by Elsamprojekt A/S (Tech-wise). https://www.elsam.com/havmoller/pdf/Resume_eng.pdf
 - Elsam (2000). Assessment of oil spill at Horns Rev. Ramboll. Denmark.
 - Elsam (2000). Frequency Analysis for Cable Damage from Ship Activities at Horns Rev. Ramboll. Denmark.
 - Elsam (2000). Oil Spill Scenarios at Horns Rev. Ramboll. Denmark.
 - Elsam (2000). Risk evaluation for helicopter operation at Horns Rev. Ramboll. Denmark.
 - Elsam (2000). Ship Collision at Horns Rev. Ramboll. Denmark.
 - Environment Agency [England and Wales] (2002). Environmental Impact Assessment – a Handbook for Scoping Projects. Bristol: Environment Agency.
 - Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg et al. (2000). Investigation of marine mammals in relation to the establishment of a marine wind farm on Horns Reef. FSM Esbjerg - Ornis Consult A/S - Copenhagen Zoological Museum.
 - González, S. et al. (1995). Directrices y Técnicas para la Estimación de Impactos. Cátedra de Planificación. ETSI Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
 - Global Renewable Energy Partners (GREP) (2002). Kentish Flats Offshore Wind Farm, Summary of EIA Report. www.kentishflats.co.uk
 - Guillemette, M., J.K. Larssen & I. Clausager (1998). Impact assessment of an offshore wind park on sea ducks. NERI Technical Report 227. National Environmental Institute, Kalø.
 - Henderson, A. R. (2001). Offshore Wind Energy in Europe. British Wind Energy Association Conference 2001, Brighton.
 - HODGE, L. (1999). Landscape character assessment: a new force in structure

plans. MSc dissertation, School of Planning, Oxford Brookes University.

- Hoffmann, E. et al. (2000). Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area. Danish Institute for Fisheries Research. Department of Marine Fisheries. Charlottenlund. Denmark.
- HYDER (1999). Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions, EC DG XI.
- IAIA (International Association for Impact Assessment) (1999). Principles of Environmental Assessment Best Practice. <http://www.iaia.org>
- Instituto Nacional de Meteorología (INM). (1988). Mapa Eólico Nacional. Análisis de viento para aprovechamiento energético. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio ambiente. Madrid. Spain.
- Interorganizational Committee on Guidelines and Principles (ICGP). (1994). Guidelines and principles for social impact assessment, Impact Assessment, vol. 12, nº 2, pp.107-152.
- Kahlert et al. (2000): Environmental impact assessment of an offshore wind park at Rødsand: Technical report on birds. NERI Report 2000, Commissioned by SEAS Distribution.
- LI/IEA (Landscape Institute and Institute for Environmental Assessment) (1995). Guidelines for landscape and visual impact assessment. London: E & FN Spon.
- Matthies, H.G. et. al. (1995) "Study of Offshore Wind Energy in the EC". Final Report of Joule I contract JOUR-0072 commissioned by the Commission of the European Communities CEC, Verlag Natürliche Energien, Brekendorf, Germany.
- METOC plc (2000). An assessment of the environmental effects of offshore wind farms. ETSU. Department of Trade and Industry.
- MORI Scotland, Scottish Renewables Forum & British Wind Energy Association (2002). Tourist Attitudes Towards Wind Farms, Summary Report.
- MORRIS, P. & THERIVEL, R. (eds.) (2001). Methods of Environmental Impact Assessment. 2nd edition. London: Spon.
- Natural Power (2002). Offshore wind farm at Robin Rigg. Non-Technical

Summary. Forrest Estate, Dalry, Castle Douglas. UK.

- Noer, H., Christensen, T.K., Clausager, I. & Petersen, I.K. (2000): Effects on birds of an offshore wind park at Horns Rev: Environmental impact assessment. Neri report 2000. Danish Ministry of Environment and Energy & Danish National Environmental Research Institute.
- Nogaret, E. (2001). Iresmed project. Integration of renewable energies in the southern mediterranean countries. EC. Brussels. Belgium.
- Oñate, J.J. & al. (2002). Evaluación Ambiental Erstratégica. La evaluación ambiental de políticas, Planes y Programas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Ross, W. (1998). "Cumulative effects assessment: learning from Canadian case studies", Impact Assessment and Project Appraisal 16 (4): 267-276.
- SEAS (2000) Rødsand Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment. EIA Summary Report. Available from: http://www.seas.dk/gruppe_artikel.php3?textno=444&groupname=Rødsand&headline=Rødsand
- SEO/BIRDLIFE (1995). Incidencia de las Plantas de aerogeneradores sobre la avifauna en la comarca del Campo de Gibraltar.
- Söker, H. et al. (2000): North Sea Offshore Wind – A Powerhouse for Europe. Technical Possibilities and Ecological Considerations. A Study for Greenpeace. Hamburg, Germany: Greenpeace.
- Taylor, C.N., Bryan, C.H. & Goodrich, C.G. (1995), Social Assessment. Taylor Baines, Christchurch, New Zealand.
- The Scottish Executive Central Research Unit (2000). Public Attitudes Towards Wind Farms in Scotland. Results of a Residents Survey.
- Torp Larsen, P. (DHI) et al. (2000).Horns Rev Wind Power Plant. Preliminary EIA of Copper pollution. Danish Hydraulic Institute. Horsholm. Denmark (2000)
- Troen, I. Lundtang Petersen, E. (RISO National Laboratory) (1990). European Wind Atlas. For The EC. RISO National Laboratory. Denmark.)
- Tulp, I. et al. (1999). Nocturnal flight activity of sea ducks near the windfarm Tuno Knob in the Kattegat. Bureau Waardenburg proj. Nr 98.100, report nr. 99.64.

Utrech.

- Vanclay, F. (1999), "Social Impact Assessment", in Petts, J. (ed.), Handbook of Environmental Impact Assessment, Blackwell Science, 1999, Vol. 1, pp 301-326.
- Vanclay, F. e Bronstein, D. (eds.) (1995), Environment and Social Impact Assessments, London, John Wiley.
- Watson, G. M. and Halliday, J. A. POWER – a methodology for predicting offshore energy resources.
- Watson, G. (CLRC Rutherford Appleton Laboratory) (2000). Structure and Foundations Design of Offshore Wind Installations. EPSRC. Offshore wind energy network (2000)

15. GLOSARIO

Bentos: conjunto de organismos (**bentónicos**) que viven en el fondo marino. Pueden subdividirse en **epifaunales o epibentónicos** que viven sobre el sustrato, e **infaunales o endobentónicos** que viven dentro del sustrato, éstos últimos pueden ser someros o profundos. Además de esta clasificación podemos diferenciar entre los organismos que se mueven sobre el sustrato (**vágiles**) y los que son inmóviles o se hallan anclados a él (**sésiles**).

Biotopo: Es el ambiente físico en el cual viven los organismos (biocenosis) de un ecosistema. Puede ser una costa rocosa, un prado, o para un parásito como la pulga, la especie huésped sobre la que vive. Un ecosistema puede contener más de un biotopo.

Candela: Unidad de medida del sistema internacional (S.I.). Mide la intensidad luminosa y es igual a un **lumen** (Unidad de medida del sistema internacional (S.I.). Mide la cantidad de luz emitida por una fuente o recibida por una superficie) por **estandarte** (Es la unidad de ángulo sólido. Una esfera completa está formada por 4 estandartes).

Comunidad: Es el conjunto de poblaciones que habitan en un mismo biotopo. Entre las diferentes poblaciones se establece de forma natural un entramado de relaciones en forma de pirámide depredador-presa que da lugar a la cadena trófica.

Ecosistema: Es una porción determinada de ambiente físico junto con los organismos contenidos en él e incluye todas las interacciones químicas, físicas y biológicas que tienen lugar dentro de los límites físicos escogidos. Podemos considerar como un ecosistema, tanto la biosfera, como un pequeño charco de agua que contenga dos o tres especies de protozoos.

Especie: Conjunto de individuos que en condiciones externas similares, se asemejan en sus caracteres esenciales y son capaces de reproducirse entre sí, siendo sus crías asimismo fértiles.

HVDCT: (High Voltage DC Transmission) Transmisión de Alto Voltaje en Corriente Continua.

Intensidad luminosa: Es la cantidad de luz emitida desde una fuente puntiforme que se propaga por una determinada dirección. Tal intensidad viene definida con el coeficiente de flujo emitido en una cierta dirección, en un cono de ángulo sólido unitario. Su unidad de medida es la candela.

Luminancia: La medida física del estímulo que produce la sensación de brillo medida por la intensidad luminosa de una luz emitida o reflejada en una cierta dirección desde una superficie, dividido por el área del elemento en la misma dirección. La unidad es cd/m^2 .

Nicho ecológico: Papel funcional de una especie en un ecosistema, incluyendo el espacio ecológico n-dimensional en el que desarrolla su modo de vida y se relaciona con otros elementos del ecosistema.

Organismos bentónicos: ver bentos

Organismos pelágicos: son los organismos que viven en la columna de agua propiamente dicha, sin que sea necesaria su interacción con el fondo marino, pudiéndose separar entre **nectónicos**, con capacidad de autolocomoción y **planctónicos (plancton)** que son aquellos con una capacidad de movimiento muy limitada o incluso nula, por lo que resultan transportados por las corrientes y las olas.

Plancton: ver organismos pelágicos

Población: Es una agrupación de individuos de la misma especie y que llevan una existencia conjunta en un mismo biotopo. La población comparte un acervo genético singular, es decir, con el tiempo y si no hay mezcla genética con individuos de otras poblaciones, puede dar lugar a una nueva especie.

ANEXO 1. ACCIONES DE PROYECTO EN TIERRA

A continuación se enumeran las diferentes acciones de los proyectos de línea eléctrica (aérea y/o subterránea) y de subestación transformadora que pueden tener alguna incidencia en el medio, separando la fase de construcción, funcionamiento y desmantelamiento de la infraestructura:

Línea Eléctrica aérea

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Obtención de autorizaciones y constitución de servidumbres.
- Apertura y/o mejora de accesos.
- Transporte de material y maquinaria.
- Acopio de materiales.
- Preparación del terreno.
- Excavación y hormigonado de cimentaciones.
- Armado e izado de apoyos.
- Poda y/o tala de arbolado.
- Tendido de conductores y cables de tierra; regulado.
- Necesidades de mano de obra.
- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

- Localización física de la línea eléctrica.
- Proceso de transporte o distribución de electricidad (producción de ruidos, campos eléctricos y magnéticos, ozono).
- Necesidad de mano de obra.
- Labores de mantenimiento.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

- Transporte de material y maquinaria.
- Acopio de materiales.

- Desmontaje de apoyos.
- Eliminación de cimentaciones.
- Necesidades de mano de obra.
- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños.

Línea Eléctrica subterránea

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Obtención de autorizaciones y constitución de servidumbres.
- Apertura y/o mejora de accesos.
- Transporte de material y maquinaria.
- Preparación del terreno.
- Acopio de materiales.
- Apertura de zanjas.
- Tendido de conductores y cables de tierra; regulado.
- Necesidades de mano de obra.
- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

- Localización física de la línea eléctrica.
- Proceso de transporte o distribución de electricidad.
- Necesidades de mano de obra.
- Labores de mantenimiento.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

- Transporte de material y maquinaria.
- Acopio de materiales.
- Apertura/cierre de zanjas.
- Necesidades de mano de obra.
- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños.

Subestación transformadora (ST)

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Obtención de autorizaciones y constitución de servidumbres.
- Apertura y/o mejora de accesos.
- Transporte de material y maquinaria.
- Acopio de materiales.
- Preparación del terreno.
- Excavación y hormigonado de cimentaciones.
- Montaje de la ST.
- Necesidades de mano de obra.
- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

- Localización física de la ST.
- Proceso de transformación de electricidad (producción de ruidos, campos eléctricos y magnéticos).
- Labores de mantenimiento.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

- Transporte de material y maquinaria.
- Acopio de materiales.
- Desmontaje de la ST.
- Eliminación de cimentaciones.
- Acopio de materiales.
- Necesidades de mano de obra.
- Eliminación de materiales y rehabilitación de daños.