

**Propuesta de evaluación
de la incidencia del vertido del *Prestige*
sobre las costas de Galicia.**

Ejemplos de Baldaio, Traba y Corrubedo

**Eva Font i Rabasseda
Núria Roura i Pascual
Manel Leira Campos
Marc Franch i Quintana
Xavier Puig i Montserrat**

Propuesta de evaluación de la incidencia del vertido del *Prestige* sobre las costas de Galicia.

Ejemplos de Baldaio, Traba y Corrubedo

Trabajo realizado por:

Eva Font i Rabasseda (Geógrafa, ADEPAR)
Núria Roura i Pascual (Ambientóloga, Universitat de Girona)
Manel Leira Campos (Biólogo, Grupo Naturalista Hábitat)
Marc Franch i Quintana (Biólogo, ADEPAR)
Xavier Puig i Montserrat (Ambientólogo, GALANTHUS)

En colaboración con:

SEO/BirdLife
Ramón Blanco Chao
Grupo Naturalista Hábitat

2003

AGRADECIMIENTOS

A nuestra intención de aprovechar las fechas de Navidad colaborando como voluntarios en Galicia, se sumó la propuesta de realizar un diagnóstico de base del estado ecológico de ciertas zonas litorales. Puesto que vocacional y profesionalmente nos dedicamos a temas ambientales, nos pareció una buena manera de contribuir a la causa.

En este sentido, agradecemos todas las colaboraciones que durante estos días hemos recibido.

A la gente de Grupo Naturalista Hábitat y de SEO/BirdLife la posibilidad que nos han brindado, al ofrecernos este trabajo, de conocer sobre el terreno la situación actual de las costas gallegas; un lugar muy bello e interesante, que esperamos que vuelva a recuperar todo su “esplendor” en un futuro. También queremos agradecer a Grupo Hábitat su cálida acogida en tierras galegas.

A *Mochi* (Ramón Blanco Chao), especialmente, por sus clases magistrales de geomorfología y dinámica litoral en el terreno, y por la gran cantidad de conocimientos aportados.

A los voluntarios de SEO/BirdLife, con los que (una parte del grupo) convivimos en el albergue de Gandarío, los cuales nos facilitaron muchísima información del estado de las playas día a día. Y por supuesto a su coordinador, Bruno, el más paciente de Galicia.

Y también a Gemma Pascual, por su lectura y comentarios sobre el trabajo.

A toda esta gente, queremos decirle Moitas Gracinhas por su ayuda.

INDICE

Resumen	9
1 Introducción	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Objetivos y definición del estudio	12
1.3 Estructura y metodología global del estudio	12
2 Diagnóstico ambiental	13
2.1 Introducción	13
2.2 Localización geográfica y niveles de protección	13
2.3 Descripción ecológica de Baldaio, Traba y Corrubedo	16
3 Análisis de los efectos sobre el medio	35
3.1 Introducción	35
3.2 Impactos considerados	35
3.3 Factores ambientales considerados	36
3.4 Definición de las interacciones y valoración de los efectos	36
4 Conclusiones y propuestas	49
5 Bibliografía	51
6 Anexo	53
(propuesta de evaluación, fotográfico, webs de interés)	

Resumen

Las consecutivas mareas negras del *Prestige* han contaminado buena parte de la costa gallega. Delante esta situación ecológica y socioeconómicamente negativa, una importante cantidad de gente (cofradías, municipios, voluntarios, empresas de limpieza, militares), se ha movilizó para mantener el litoral limpio de fuel. Pero estas actuaciones son, a su vez, la fuente de otros impactos sobre el medio.

De este modo, con el presente trabajo se pretende evaluar el estado del medio en Baldaio, Traba y Corrubedo en el momento de efectuar la visita en el campo (entre el 29 de diciembre y el 1 de enero), y analizar a grandes rasgos los efectos ecológicos de las técnicas de limpieza empleadas en estas zonas costeras. A fin de formular una propuesta de seguimiento de las costas afectadas, que tenga continuidad y ayude a establecer las soluciones más adecuadas dadas las particularidades de cada zona.

1 Introducción

1.1 Antecedentes

El 13 de noviembre por la tarde, 2002, el petrolero *Prestige* sufre una vía de agua y poco tiempo después comienza a verter su carga de fuel. Tras 6 días de rumbo errático, el 19 de noviembre a las ocho de la mañana el *Prestige* se parte en dos a 145 millas de las Islas Cíes y 130 de Fisterra, vertiendo hasta el presente momento alrededor de 24.000 toneladas de fuel oil. La climatología y el viento empujan la marea negra hacia la costa, afectando a más de 1.000 kilómetros de costa y amenazando las delicadas redes tróficas que soportan la industria pesquera y marisquera de Galicia.

El tramo de costa afectado por la marea negra incluye un rico y variado ecosistema marino y costero que constituye un ambiente físico y biológico único. Este litoral comprende una serie de costas rocosas, playas arenosas y ensenadas de distintos tipos que sirven como zona de cría para importantes grupos de aves marinas y que durante el otoño se convierten en una importante zona de paso para numerosas especies de aves procedentes del Atlántico y del Mediterráneo. Entre ellas se encuentran especies en peligro de extinción emblemáticas como la Pardela Balear y el Arao Común. Esto ha llevado a que algunos tramos de este litoral sean considerados por SEO/BirdLife como áreas importantes para las aves. Estas áreas (IBAs, acrónimo inglés de Important Bird Areas) son lugares de importancia internacional para la conservación de las aves; y que forman parte de una propuesta integrada y más amplia de conservación de la biodiversidad, la estrategia de conservación de BirdLife, que incluye también la protección de especies y hábitats.

Por otra parte, esta marea negra es la de mayores dimensiones acontecida en Europa y ha puesto a prueba las capacidades de las autoridades y grupos sociales para prepararse y responder a un desastre de semejante magnitud. Cuando un gran volumen de fuel impacta una extensa área del litoral, afectando muchos tipos diferentes de costa es necesario realizar una inspección de las áreas impactadas para determinar cuál ha de ser la respuesta adecuada. Los métodos de limpieza de las playas y las costas rocosas expuestas han incluido desde técnicas de recogida manuales hasta el empleo de maquinaria pesada. También es necesario conducir sucesivas inspecciones que permitan valorar la efectividad y los posibles efectos que las actividades de limpieza puedan tener sobre los distintos hábitats en el caso de que las labores de limpieza continúen durante un dilatado período de tiempo debido a las continuas y sucesivas mareas negras.

Después de dos meses ya transcurridos desde la llegada de la marea negra a las costas gallegas, la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) se encontró en la necesidad de conocer la extensión y magnitud de los impactos ambientales de la marea negra sobre los distintos hábitats comprendidos dentro de las IBAs, así como los posibles daños provocados por los distintos

métodos de limpieza empleados. Es en este contexto donde nace la presente propuesta de evaluación de la incidencia del vertido del *Prestige*.

1.2 Objetivos y definición del estudio

Los objetivos del presente estudio son:

- Analizar las posibles alteraciones del medio natural como consecuencia del vertido del *Prestige* y de los impactos derivados de este en Baldaio, Traba y Corrubedo.
- Proponer una metodología de trabajo que permita valorar los efectos del vertido sobre la costa gallega, con el fin de hacer un seguimiento estandarizado a medio y largo plazo.

Así, este informe se establece como un documento de base para un análisis más profundo de los impactos de la marea negra en el medio.

1.3 Estructura y metodología global del estudio

El estudio consta de cuatro partes, diferenciadas en cuanto a su contenido y tratamiento:

- **Introducción**, en la cual se exponen brevemente los antecedentes que llevaron a la realización del estudio, así como dos puntos más sobre los objetivos establecidos y la metodología utilizada para su realización.
- **Diagnóstico Ambiental** a partir de trabajos anteriores sobre las zonas de estudio.
- **Estudio e Identificación de los efectos** del vertido y las operaciones de limpieza mediante la relación entre los impactos observados y las variables ambientales previamente definidas. Esta parte se ha realizado mediante un trabajo de campo.
- **Conclusiones** sobre la idoneidad de los métodos de limpieza aplicados, en base a los efectos sobre el entorno y experiencias similares; y **Propuestas** derivadas de esta valoración.

2 Diagnóstico ambiental

2.1 Introducción

En este apartado se describen los valores naturales y ecológicos de los tramos costeros de Corrubedo, Traba y Baldaio. Se han escogido estas tres zonas como muestra representativa de las áreas protegidas del litoral gallego a razón de su importancia natural.

El diagnóstico ambiental se ha realizado mediante bibliografía, trabajo de campo y aportaciones de técnicos del territorio.

2.2 Localización geográfica y niveles de protección

Las zonas de estudio se encuentran en la provincia de A Coruña y ubicadas en Costa da Morte, una de las zonas más afectadas por el vertido de fuel del *Prestige*, y donde los trabajos de limpieza han sido más destacables.

Se trata en los tres casos, Baldaio (cf. figura 2), Traba (cf. figura 3) y Corrubedo (cf. figura 4), de importantes complejos dunares y humedales. Las tres zonas están incluidas en la propuesta gallega para la Red Natura 2000, red de espacios naturales a nivel europeo dependiente de la Directiva Hábitat. (cf. figura 1).

Las tres zonas están catalogadas a la vez com IBAs (Important Bird Areas), una estrategia de conservación de BirdLife, que incluye también la protección de especies y hábitats.

Por otra parte, el complejo dunar de Corrubedo y lagunas de Carregal y Vixán, situado en la Península de Barbanza, fue declarado parque natural el 1992. También fue calificado como Humedal de Importancia Internacional por el Convenio de Ramsar (Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas) en el 1993. Además ha sido declarado Zona de Especial Importancia para las Aves (ZEPA) al amparo de la Directiva Aves.

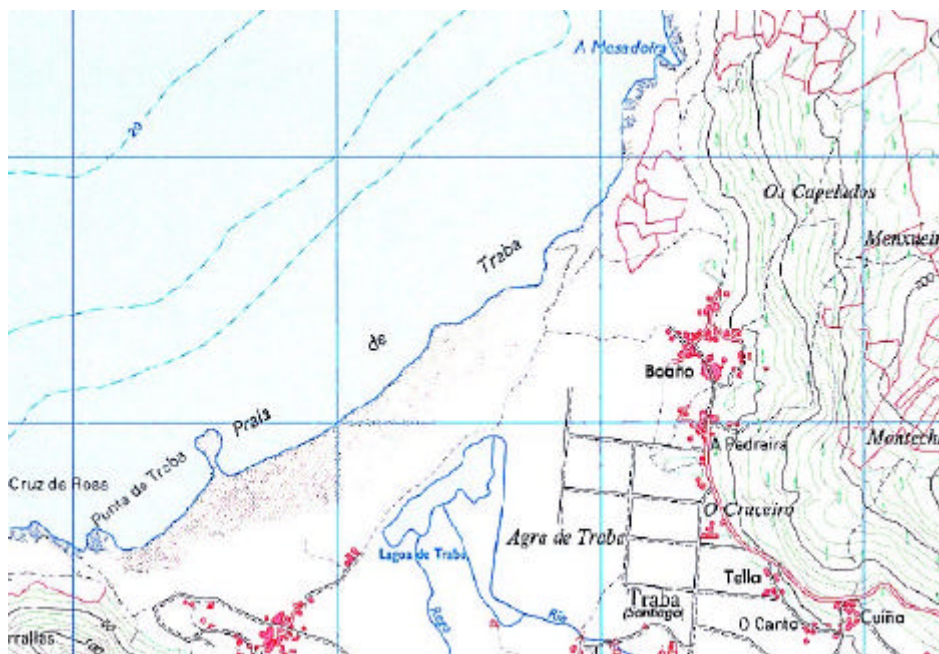


Figura 3 Mapa de localización de la zona de Traba (Fuente: Mapa topográfico 1:25000 de la provincia de A Coruña).



Figura 4 Mapa de localización de la zona de Corrubedo (Fuente: Mapa topográfico 1:25000 de la provincia de A Coruña).

2.3 Descripción ecológica de Baldaio, Traba y Corrubedo

La relevancia de estos tramos costeros radica, como se verá a continuación, en los siguientes aspectos:

- Geológicos
- Fitosociológicos/Florísticos
- Faunísticos

El último aspecto se basa principalmente en valores ornitológicos. También, aunque de menor magnitud, existen elementos mastozoológicos y herpetológicos relevantes. Es altamente probable que existan valores destacados en otros campos, como en la fauna de artrópodos y moluscos o en las floras liquénica o briofítica, pero no se dispone, por el momento, de la información pertinente.

A lo largo de la descripción del medio físico nos referiremos a dos de las zonas (Traba y Baldaio) como a un mismo espacio natural. Esto obedece a su proximidad, solamente separadas por una corta franja costera, y a que la estructura geomorfológica de las áreas consideradas es -salvando las particularidades de cada ambiente sedimentario- altamente homogénea entre ellas, al compartir una misma naturaleza petrográfica y sufrir una serie de procesos litológicos de idéntico origen. Es decir, forman una unidad geológica natural. La zona de Corrubedo se ha considerado individualmente.

2.3.1) Traba y Baldaio

La descripción del medio físico se ha basado principalmente en informes técnicos ya realizados para estos tramos (DE SOUZA BAZARRA et al., 1996, HABITAT, 1997).

a) Clima

El clima es atlántico europeo. La precipitación media anual ronda los 1200 mm y la temperatura los 12,4°C. Presenta 228 días libres de heladas.

b) Medio físico

Valores litológicos

Dentro de las áreas consideradas, existen 3 grupos litológicos básicos, definidos a continuación de Oeste a Este; el tipo (2) es especialmente singular, debido a su distribución extremadamente reducida y a sus propiedades.

1. Migmatitas granitoides

Aparece aquí en el extremo Norte de su afloramiento a lo largo del sector centro-occidental y meridional de la provincia. Más formalmente, el cabo Vilán es una formación precámbrica de rocas ácidas con aparición de granitos anatóxicos, con presencia de xenolitas de esquistos, cuarcitas, paranfibolitas y restos de la fase pegmatoide.

2. Granodioritas biotíticas tipo Traba

Ocupa la mayor parte del área desde Punta Forcados hasta el valle de Traba, correspondiendo con la totalidad de la Sierra de A Pena Forcada. Es un granito biotítico de grano grueso, masivo y a veces pegmatítico. Es un tipo extremadamente localizado, circunscrito a esta comarca, que imprime originalidad y carácter a casi todo este tramo costero (NONN, 1966). Su peculiar diaclasización (disyunción en bloques paralelepíedicos) ha creado un paisaje desgarrado, plagado de crestas con perfiles desiguales.

3. Granitos de dos micas

Aparece al Este del tipo anterior, siendo común en toda la provincia. Aflora en el valle de Traba y todo el litoral hasta Soesto.

Valores estratigráficos/geomorfológicos

En esta área existen casi todas las formaciones costeras sobre sustratos consolidados y no consolidados presentes en Galicia. Entre las primeras, aparecen (1) arrecifes, (2) acantilados y (3) playas de cantos ("coídos"). Entre las segundas, (4) playas arenosas, (5) sistemas dunares y (6) lagunas litorales.

1. Arrecifes

La isobata de -50 m se extiende casi uniformemente a lo largo de toda la línea de costa; la distancia media de la misma a tierra firme ronda los 5 km. Por tanto, el litoral es relativamente somero, estando jalonado de bajíos y arrecifes, que han sido responsables de la mayor cantidad de naufragios producidos en A Costa da Morte. Estos arrecifes están en su mayor parte sumergidos, aflorando profusamente en bajamares vivas, como es el caso de Os Baldaios, situados frente a la playa de Baldaio.

2. Acantilados marinos y crestas rocosas

En general su perfil es subvertical, con numerosos puntos donde el cantil se ha desprendido formando acumulaciones de bloques a altura media y baja. Existen acúmulos también en zonas altas. Hay también varias "furnas" amplias mirando al E, NE y NO.

3. Playas de cantos

Conocidas localmente por “coídos”, son formaciones globalmente poco frecuentes pero características entre Fisterra y Traba. Típicas de costas abiertas y altamente energéticas, tienen aquí algunas de sus mejores representaciones en España, en donde son extremadamente raras, así como en la mayor parte de Europa. Estos “coídos” están asociados a plataformas de abrasión y, dada la escasa aptitud de las granodioritas para la argilización, suelen estar prácticamente libres de limo, a diferencia de la mayoría de las playas de cantos de las costas vecinas.

4. Playas arenosas

La playa de Traba (2,5 km) es un ejemplo característico de playa-barrera (NONN, 1966) y que forma parte de los arenales más extensos de Galicia. Este arenal está fijado a tierra por el SO, formando una flecha litoral cerca de su extremo NE, sobre el cauce del desagüe de la laguna.

La playa de Baldaio es una de las más extensas de Galicia, superando los 5 km de longitud y con una anchura que oscila entre los 150 y los 350 m. Se trata de una playa de tipo atlántico, muy abierta y castigada por el viento y oleaje, propiciando fuertes movimientos de arena que impiden el asentamiento de comunidades bentónicas. Este arenal constituye otro ejemplo característico de playa-barrera, formando una flecha litoral en su extremo E.

Ambas playas se encuentran en un excelente estado, manteniendo su perfil completo. La pendiente externa tiende a suave.

5. Sistemas dunares

Estos espacios presentan conjuntos de primera magnitud, principalmente, por una serie de formas sedimentarias controladas por el relieve, de reconocida importancia.

Existen dos conformaciones generales básicas en los complejos dunares del espacio natural: (1) las dunas de tipo tabular predominan en el sistema de Traba; (2) las dunas en pendiente están presentes con mayor o menor magnitud en todos los sistemas. Dentro de estas conformaciones existen un gran número de macroformas sedimentarias (FLOR, 1992); detallamos a continuación algunas de las más relevantes:

(1) Depresiones de deflación eólica (“blowouts”). Existen 2 tipos: depresiones subcirculares-elípticas y depresiones alargadas (“elongate trough blowout”).

(2) Corredores de tormenta. Presentes en gran número a lo largo de las dunas de Traba y Baldaio, comunicando la playa con las praderas húmedas de trasduna.

(3) Dunas remontantes. En Traba aparecen dunas de bajo ángulo al E y NE de la playa, asociadas a áreas acantiladas y fuertes pendientes.

6. Lagunas litorales

Actualmente existe un lagoon típico bien conservado, la laguna de Traba. La dimensión aproximada de la cubeta de aguas libres es de 600 x 250 m (unas 15 ha de superficie), con una profundidad media (en años recientes) de 1 m. Por el Este parte un canal ("inlet") que desagua en el extremo E de la playa, aunque en condiciones normales está frecuentemente cegado. Es considerada como una "laguna costera cerrada" (VILAS y ROLAN, 1985). Varios arroyos desaguan en la laguna por el Sur, siendo la salinidad muy baja; los sedimentos son principalmente limosos. Toda la laguna, pero sobre todo su zona Sur, está ocupada por un marjal de aguas someras intercalado con praderas inundables (normalmente 0-0,5 m de profundidad); por el Este, entre el desagüe y la cubeta principal, se extiende una marisma salobre y prados húmedos. Una llanura de inundación, situada sobre un manto eólico, ocupa la mayor parte del terreno entre la laguna y el sistema dunar. El conjunto húmedo alcanza una superficie total de unas 75 ha.

El complejo marismeño-lagunar de Baldaio esta constituido por un delta formado por los ríos Castelo y Rapadoiro, entre otros pequeños arroyos, diferenciándose la laguna y una marisma. La laguna, una de las más extensas de Galicia, ocupa una superficie aproximada de 80 ha y se encuentra dividida en dos partes por un dique que la recorre de este a oeste. Estas dos lagunas, conocidas como Norte y Sur, tienen una superficie de 60 y 20 ha respectivamente. La marisma, también una de las más extensas de Galicia, se encuentra dividida, al igual que la laguna, por un dique artificial de norte a sur, ocupando una superficie total de 200 ha. El desagüe se encuentra situado en el extremo E de la playa.

Elementos geológicos amenazados

De acuerdo con VIDAL ROMANÍ (1989), en el espacio natural considerado existen las siguientes formas o ambientes que se consideran de especial importancia en Galicia.

- (1) Formas graníticas:
 - Gnammas*
 - Tors*
- (2) Cuevas marinas ("furnas")*
- (3) Playas de arena**
- (4) Lagunas costeras**
- (5) Dunas:

* = Vulnerables, ** = En Peligro.

c) Vegetación

Esquema sintaxonómico

Desde el punto de vista de la vegetación, han sido identificados los tipos de hábitat que a continuación se relacionan. Sin embargo, ha de tenerse presente que la lista no es completa, pues sólo se relacionan las comunidades naturales o seminaturales que hasta ahora se han identificado dentro del área marítimo-terrestre y zona de influencia, y únicamente se detallan aquí las comunidades o formaciones de vegetación supralitoral.

1. Acantilados costeros

Ocupados básicamente, en un primer nivel cercano a la orilla, por las asociaciones:

(1) *Asplenietum marini*, propia de furnas y pendientes protegidas y húmedas, incluyendo poblaciones del helecho *Asplenium marinum*.

(2) *Crithmo-Armerietum pubigeræ*, caracterizada por el endemismo *Armeria pubigera* ssp. *pubigera*, así como una serie de especies halocasmofíticas: *Crithmum maritimum*, *Beta maritima*, *Frankenia laevis*, *Silene uniflora*, *Plantago coronopus*, *Armeria maritima*, *Cerastium diffusum*, etcétera.

A un nivel más elevado, ocupando laderas y bordes de acantilado, aparece:

(3) *Dauco gummiferi-Festucetum pruinosa*, cinturón de pastizales aerohalófilos, que incluye como especies características a los endemismos *Angelica pachycarpa* y *Rumex acetosa* subsp. *biformis*.

Las asociaciones (2) y (3) son endémicas del NO de la Península ibérica (occidente de Asturias-norte de Portugal).

2. Landas costeras

Ocupan un nivel superior a las asociaciones anteriores, ocupando extensivamente las colinas y pendientes que se enfrentan al mar, a veces intercaladas o superpuestas sobre comunidades de duna. Se conoce aquí el brezal-tojal aerohalófilo *Sileno maritimae-Ulicetum humilis*, característico por su acusada anemomorfosis. Típicamente lleva el tojo costero endémico *Ulex europaeus* subsp. *latebracteatus* f. *humilis*. Comunidad endémica de Galicia.

3. Playas

Existe una sola asociación, común a todo el litoral gallego, *Honckenyo-Euphorbietum pepelis*, que se extiende entre el frente de dunas primarias y el límite máximo de las pleamares vivas.

4. Dunas

Únicas en Galicia por la variedad, buena representación y estado de conservación de sus comunidades psamófilas. Aparecen las siguientes comunidades:

(1) *Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis*, en el frente externo de las dunas vivas.

(2) *Otantho maritimi-Ammophiletum arundinaceae*, raza endémica de Galicia y N de Portugal, caracterizada por *Ammophila arenaria* subsp. *australis*, presente aquí en el borde septentrional de su área de distribución europea.

(3) *Violo henriquesii-Silenetum littoreae*, presente en calveros entre dunas secundarias. Endémica galaico-portuguesa, confiere a la zona un gran valor biogeográfico.

(4) *Iberidetum procumbentis*. Cubre las dunas secundarias y terciarias, en parte fosilizadas. Esta comunidad es endémica del N de Portugal y Galicia, y porta un buen número de caméfitos endémicos ibero-occidentales. Es la comunidad que cubre una mayor superficie de área dunar en este espacio natural.

5. Praderas de trasduna

Ocupan depresiones húmedas o encharcadas rodeadas de *Iberidetum*, así como mantos eólicos deprimidos fosilizados y bordes de humedal, siempre sobre sustratos primordialmente arenosos. En Baldaio, la pradera litoral ocupa el ejemplo más notable de este tipo de ecosistemas de Galicia. Ocupando una superficie próxima a las 100 ha, y de forma de triángulo-rectángulo. Aparecen:

(1) *Holoschoeno-Juncetum acutii*, en depresiones inundadas temporalmente.

(2) *Schoenetum nigricantis*. Comunidad pauciespecífica, parcialmente intercalada por junqueras salobres.

(3) *Thero-Airion*. Se asimilan a esta alianza herbazales secos, de posición taxonómica no bien aclarada, que crecen parcialmente intercalados en el *Iberidetum*, sobre todo en Traba.

6. Junqueras

Aparecen de forma muy local, conociéndose 2 comunidades:

(1) *Agrostio stoloniferae-Juncetum maritimi*.

(2) *Senecio-Juncetum acutiflori*.

7. Cañizales

Espléndido desarrollo de la vegetación helofítica en la laguna de Traba. Comunidades adscribibles a:

(1) *Scirpo lacustris-Phragmitetum mediterraneum*. Destaca la variedad de grandes macrófitos, como *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Scirpus* spp., etcétera.

(2) *Cladietum marisci*. *Cladium mariscus* forma aquí uno de los pocos y más extensos masegares del NO de España (con excepción del existente en Pantín, Valdoviño).

8. Praderas de macrófitos sumergidos/flotantes

Como en el caso anterior, la laguna de Traba y Baldaio albergan una notable diversidad de hidrófitos, que requieren un estudio más profundo. Se han identificado las comunidades siguientes:

(1) *Lemnetalia*. Com. de *Lemna minor*.

(2) *Myriophyllo-Nupharetum lutei* var. *Nymphaea alba*.

(3) *Hyperico eloidis-Potametum polynonifolii*.

(4) *Charetalia*. Tiene gran interés su presencia en los fondos de la laguna de Traba, habiéndose denunciado la presencia de la alga carácea *Chara fragifera*, especie citada sólo en otro humedal gallego y en un total de 10 estaciones en toda España (CIRUJANO et al., 1992).

A juzgar por la abundancia de *Potamogeton pectinatus*, detectada a mediados de la década de los 70, es probable también la existencia de *Potametum pectinati*.

9. Sotos de ribera

Aparecen sotos y bosquetes en la periferia del cañizal y la junquera de Traba, compuestos principalmente por *Salix* spp. Es posible su asignación a la asociación *Senecio bayonnensis-Alnetum glutinosae*.

Es destacable, en esta misma zona, la presencia frecuente de la miricácea *Myrica gale*, especie típica en zonas higroturbosas del interior en el NO de España y Portugal, y muy localizada y escasa en la costa ibérica.

Especies endémicas y raras

En adición a diversas plantas de singular importancia, propias de ambientes húmedos y localizadas en la laguna de Traba (*Chara fragifera*, *Myrica gale*,

Cladium mariscus), cabe señalar los siguientes taxones costeros endémicos o interesantes desde el punto de vista corológico:

Angelica pachycarpa. Un endemismo NO ibérico. Típica de zonas de acantilado. Para esta especie se ha propuesto su inclusión en la Lista Roja.

Armeria pubigera subsp. *pubigera*. Endemismo del NO ibérico; alcanza elevadas concentraciones en zonas de acantilados en general.

Cakile maritime subsp. *integrifolia*. Exclusiva de ecosistemas dunares.

Centaureum chloodes. Especies sólo presente en hábitats dunares, en Baldaio alcanza elevados índices de abundancia en el sector de dunas fijas. Es un endemismo que se distribuye entre Portugal, N de España-SO de Francia.

Cerastium diffusum subsp. *diffusum*. Endemismo del O peninsular. Presente en zonas de acantilados.

Erica erigena. Sólo se encuentra en dos puntos de la costa gallega, Baldaio y Cabo Vilán. En el resto de Galicia únicamente se encuentra en tres zonas del interior.

Eryngium maritimum. Sólo presente en zonas de dunas.

Helychrisum picardii var. *virescens*. Endemismo occidental ibérico. Baldaio representa para esta variedad, una de las zonas mayor conservadas y más extensas en el norte de España.

Iberis procumbens subsp. *procumbens*. Endemismo galaico-portugués. Planta únicamente presente en ecosistemas dunares, en Baldaio es extremadamente abundante en la zona de dunas fijas.

Jasione montana subsp. *montana* var. *imbricans*. Endemismo del N de España-SO de Francia.

Leucanthemum merinoi. Endemismo galaico-portugués. Únicamente localizado en la provincia de A Coruña y N de Portugal.

Lilaeopsis attenuata. Umbelífera americana, naturalizada. Esta localidad es una de las pocas conocidas en España

Linaria polygalifolia subsp. *polygalifolia*. Endemismo galaico-portugués.

Malcomia littorea. Exclusiva de ecosistemas dunares.

Medicago littoralis. Presente en zonas de dunas fijas. Se trata de un endemismo solo distribuido entre la costa portuguesa y el sector litoral occidental francés.

Omphalodes littoralis subsp. *gallaecica*. Es un endemismo de los ecosistemas dunares del NO de Galicia. Sólo se han citado cinco estaciones en el tramo costero entre Corrubedo y Benquerencia. Esta planta se presenta en los calveros entre las dunas fijas. Esta subespecie se recoge, por su extraordinario interés, en diversos catálogos botánicos (Lista Roja, Anexo II de la Directiva de Hábitats)

Polygonum maritimum. Especie exclusiva de ecosistemas dunares.

Ranunculus bulbosus subsp. *aleae* var. *gallaecicus*. Endemismo galaico-portugués. Traba; dunas.

Reichardia gaditana. Endemismo occidental ibérico.

Rumex acetosa subsp. *biformis*. Endemismo del NO ibérico; acantilados en general y brezal-tojal costero.

Scrophularia frutescens. Endemismo occidental ibérico.

Silene scabriflora subsp. *gallaecica*. Endemismo del NO ibérico. Cantiles, dunas.

Silene littorea subsp. *littorea*. Endemismo ibérico, y en Baldaio alcanza, prácticamente, su límite de distribución septentrional. Es realmente llamativa la abundancia de la especie en este lugar.

Spiranthes aestivalis. Orquídea incluida en el anexo IV de la Directiva Europea de Hábitats. Muy abundante en depresiones húmedas entre o tras las dunas.

Trifolium occidentale. Sólo presente en dunas.

(*) Especie amenazada en Galicia.

(**) Especie amenazada en España.

d) Fauna

Peces

No se detallan aquí las especies estrictamente marinas, sino las que se conocen en aguas continentales (i.e., ríos, laguna de Traba). Sólo conocemos 4 especies:

- Múgil (*Chelon labrosus*)
- Pión (*Atherina presbiter*)
- Trucha Común (*Salmo trutta fario*) (*)
- Anguila (*Anguilla anguilla*) (*)

(*) Consideradas especies Vulnerables en el Libro Rojo de los Vertebrados de España (1992)

Anfibios

Se conocen 11 especies. Los encharcamientos en el sistema dunar y los arroyos entre brezal acogen a la mayor parte.

- Tritón Ibérico (*Triturus boscai*) (*)
- Tritón Palmeado (*Triturus helveticus*)
- Tritón Jaspeado (*Triturus marmoratus*)
- Salamandra Común (*Salamandra salamandra*)
- Sapo Partero (*Alytes obstetricans*)
- Sapillo Pintojo Ibérico (*Discoglossus galganoi*) (*)
- Sapo Común (*Bufo bufo*)
- Sapo Corredor (*Bufo calamita*)
- Ranita de San Antonio (*Hyla arborea*)
- Rana Patilarga (*Rana iberica*) (*)
- Rana Verde (*Rana perezii*)

(*) Especies endémicas de la Península Ibérica.

Reptiles

Un total de 8 especies. La mayoría vinculadas a brezal-tojal con afloramientos rocosos y arroyos, especialmente en A Pena Forcada.

- Lución (*Anguis fragilis*)
- Lagarto Ocelado (*Lacerta lepida*)
- Lagarto Verdinegro (*Lacerta schreiberi*) (*)
- Lagartija de Bocage (*Podarcis bocagei*) (*)
- Eslizón Tridáctilo (*Chalcides striatus*)
- Culebra Lisa Meridional (*Coronella girondica*)
- Culebra de Collar (*Natrix natrix*)
- Víbora de Seoane (*Vipera seoanei*)(*)

(*) Especies endémicas de la Península Ibérica.

Mamíferos

Se tiene constancia de la existencia de 29 especies. No obstante, como en los casos anteriores, el catálogo sigue abierto, debido a que el espacio natural aún no está suficientemente bien prospectado, y posiblemente se incorporen nuevas especies en un futuro próximo.

- Erizo Europeo Occidental (*Erinaceus europaeus*)
- Topo Ibérico (*Talpa occidentalis*) (**)
- Desmán (*Galemys pyrenaicus*) (****)
- Musaraña Ibérica (*Sorex granarius*)
- Musaraña Enana (*Sorex minutus*)
- Musgaño de Cabrera (*Neomys anomalus*)
- Musaraña Común (*Crocidura russula*)
- Musaraña Campesina (*Crocidura suaveolens*)
- Murciélago G. de Herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*) (***)
- Murciélago Común (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Murciélago Orejudo Septentrional (*Plecotus auritus*) (*)
- Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)
- Lirón Careto (*Elyomis quercinus*)
- Ardilla Común (*Sciurus vulgaris*)
- Topillo Agreste (*Microtus agrestis*)
- Topillo Lusitano (*Microtus lusitanicus*)
- Rata de Agua (*Arvicola sapidus*)
- Rata Común (*Rattus norvegicus*)
- Ratón de Campo (*Apodemus sylvaticus*)
- Ratón Doméstico (*Mus musculus*)
- Lobo (*Canis lupus*) (***)
- Zorro (*Vulpes vulpes*)
- Comadreja (*Mustela nivalis*)
- Turón (*Mustela putorius*) (**)
- Garduña (*Martes foina*)
- Nutria (*Lutra lutra*) (***)
- Tejón (*Meles meles*) (**)
- Corzo (*Capreolus capreolus*)
- Jabalí (*Sus scrofa*)

(*) Especie Indeterminada, según el Libro Rojo de los Vertebrados de España (1992).

(**) Especie Insuficientemente Conocida, según el L.R.V.E. (1992).

(***) Especie Vulnerable, según el L.R.V.E. (1992). *Rhinolophus ferrumequinum* y *Lutra lutra* aparece recogido, además, en el Anexo II de la Directiva Hábitat.

(****) Especie Rara, según el L.R.V.E. (1992). *Galemys pyrenaicus* aparece recogido, además, en el Anexo II de la Directiva Hábitat.

Aves

Se han registrado 243 especies. En la tabla siguiente se relacionan:

(1) Aquéllas para las que se han obtenido pruebas de nidificación en la zona, o para las que ésta es muy probable.

(2) Especies raras, poco abundantes o que ocupan <50% de las cuadrículas en el Atlas de Aves Nidificantes de Galicia (1995).

(3) Sólo las que aparecen enlistadas, en alguno de los inventarios o Directivas que aparecen señaladas en el encabezamiento, con un grado relevante (p. e., Anexo I en la Directiva de Aves, calificación 2 y 3 en el Convenio de Berna, calificación 2 en el Convenio de Bonn).

ESPECIE	LIBRO ROJO	R.D. 439/90	DIRECTIVA AVES	CONVENIO BERNA	CONVENIO BONN	SPECs BirdLife
Zampullín Común		2		2		
Paíño Común	X	2	X	2		2
Cormorán Moñudo		2				4
Avetorillo Común	X	2	X	2		3
Aguilucho Cenizo	X	2	X	2	2	4
Azor	X	2		2	2	
Gavilán	X	2		2	2	
Cernícalo Vulgar		2		2	2	3
Alcotán	X	2		2	2	
Rascón				3		
Polla de Agua				3		
Focha Común				3		
Ostrero	X	2		3		
Alcaraván	X	2	X	2	2	3
Chorlitejo Patinegro	X	2		2	2	3
Gaviota Sombría						4
Gaviota Patiamarilla				3		
Gaviota Tridáctila	X	2		3		
Arao Común	X	2	X	3		
Lechuza Común		2		2		3
Mochuelo Común		2		2		3
Cárabo Común		2		2		4
Chotacabras Gris	X	2	X	2		2
Cogujada Común		2		3		3
Totovía		2	X	3		2
Bisbita Arbóreo		2		2		
Collalba Gris		2		2	2	
Roquero Solitario		2		2	2	3
Ruiseñor Bastardo		2		2	2	
Buscarla Unicolor	X	2		2	2	4
Carricero Común		2		2	2	4
Carricero Tordal		2		2	2	
Curruca Mosquitera		2		2	2	4
Chova Piquirroja		2	X	2		3
Cuervo				3		
Escribano Palustre		2		2		

Otras especies nidificantes en la zona, pero que aún cuentan con efectivos más o menos numerosos en Galicia, son:

- Ánade Real
- Perdiz Roja
- Codorniz
- Paloma Torcaz
- Tórtola Común (*)
- Pito Real
- Alondra Común
- Lavandera Boyera
- Acentor Común
- Petirrojo
- Tarabilla Común
- Mirlo Común
- Zorzal Común
- Zorzal Charlo
- Zarcero Común
- Curruca Rabilarga (**)
- Curruca Zarcera
- Curruca Capirotada
- Reyzeuelo Listado
- Herrerillo Capuchino
- Herrerillo Común
- Agateador Común
- Estornino Negro
- Pinzón Vulgar
- Verdecillo
- Verderón Común
- Pardillo Común
- Escribano Cerillo
- Escribano Soteño
- Escribano Montesino

(*) Especie en el Libro Rojo (1992) y en el Anexo III del Convenio de Berna.

(**) Especie en el Libro Rojo (1992), en el Anexo I de la Directiva de Aves y en el Anexo III del Convenio de Berna.

2.3.2 Corrubedo

En este subapartado de descripción del medio tendremos en cuenta a la totalidad del complejo dunar de Corrubedo y lagunas de Carregal y Vixán, pues se trata de una misma unidad ecológica. La descripción del medio físico se ha basado principalmente mediante la información de las anteriores zonas y de bibliografía (<http://www.riveira.com> y <http://www.geocities.com>).

a) Clima

El clima es oceánico húmedo (con tendencia atlántica). La precipitación anual media es de 1200 mm y la temperatura oscila entre los 18°C en verano y los 9.5°C en invierno. No presenta heladas ningún día del año.

b) Medio físico

El complejo dunar de Corrubedo constituye un ejemplo excepcional de tipos de humedales costeros en la Región Biogeográfica Atlántica, principalmente en lo que se refiere a las lagunas costeras salobres y de agua dulce, las playas de arena y sistemas dunares, así como a la vegetación de marismas.

En la ensenada del cabo Corrubedo, la costa es poco accidentada y presenta extensas zonas de playas de origen sedimentario, cerradas en sus extremos por acantilados rocosos. El transporte de estos depósitos de arena por el viento ha desarrollado un importante cordón de dunas, las cuales son estabilizadas por la vegetación halófila. Entre estas destaca una gran duna móvil de más de 1 Km de longitud, de 200-250 m de ancho y entre 12-15 m de altura. La duna avanza impulsada por el viento hacia el interior, con una dirección aproximada del NE en lento y constante movimiento.

Detrás del sistema dunar se encuentra una marisma constantemente influida por las mareas y atravesada por pequeños canales y dos lagunas que cerraron de forma natural lo que antiguamente era una bahía.

Este cordón litoral permitió el embalsamiento de un volumen considerable de agua, que actualmente permanece comunicado con el mar mediante un conjunto de canales que reciben el nombre de O Carregal. Este conjunto de canales que comunican la marisma con el mar, como hemos visto anteriormente, es lo que recibe la denominación inglesa de lagoon.

La zona se encharca y se drena en función de la oscilación del nivel del agua a causa de las mareas, constituyendo una marisma, conectada al mar a través de una bocana denominada Río do mar. Esta marisma está poblada por plantas adaptadas a las inundaciones y a la fuerte salinidad mareal.

Completa el conjunto la laguna de Vixán, que al no tener contacto con el mar (salvo en periodos equinocciales), es de agua dulce, lo que diferencia profundamente su flora y microfauna de la del Carregal.

En relación a los hábitats presentes en Corrubedo, partiendo de los criterios utilizados en el sistema de clasificación del convenio RAMSAR, se encuentran en las siguientes clases:

(1) Playas de arena o de guijarros; incluye barreras, bancos, cordones, puntas e islotes de arena; y también sistemas y hondonales de dunas.

(2) Lagunas costeras salobres/saladas; lagunas de agua entre salobre y salada con por lo menos una relativa angosta conexión al mar.

(3) Aguas marinas someras permanentes, en la mayoría de los casos de menos de seis metros de profundidad en marea baja; se incluyen bahías y estrechos.

(4) Pantanos y esteros (zonas inundadas) intermareales; incluye marismas y zonas inundadas con agua salada, praderas halófilas, salitrales, zonas elevadas inundadas con agua salada, zonas de agua dulce y salobre inundadas por la marea.

(5) Lagunas costeras de agua dulce; incluye lagunas deltaicas de agua dulce.

(6) Ríos/arroyos permanentes

(7) Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares.

(8) Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce; charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del periodo de crecimiento.

c) Vegetación

En Corrubedo encontramos casi todas las comunidades vegetales de marismas, lagunas y arenales litorales de la costa gallega. Así mismo alberga un importante número de rarezas o endemismos, tanto en el contexto noroccidental ibérico como estrictamente gallego. En total, se encuentran representados 247 taxones vegetales.

La distribución de las comunidades vegetales se ve limitada por tres factores: el suelo arenoso, la acción del viento y el ambiente marino.

Sobre los suelos más evolucionados que rodean el complejo dunar-marisma, se asienta un pinar de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*. Mezclados con el pinar existen diversas especies caducifolias como *Quercus robur*, *Alnus glutinosa* y *Salix atrocinera*.

Dentro de la vegetación dunar predomina un complejo florístico de *Ammophyla arenaria*, *Scrophularia frutescens*, *Silene scalariflora subsp. gallaeia* etc., destacando el endemismo noroccidental *Helicrhysum picardii*.

La vegetación de las marismas responde a las características físico-químicas del sustrato, sometido a las oscilaciones mareales. Ocupan estos sustratos junqueras y carrizales acompañados de especies halófilas como *Halimione portulacoides*, *Limonium serotium* y *Suaeda maritima*. Se incluye la presencia de *Naja marina*, muy rara en los humedales litorales de Galiza.

Dentro de esta vegetación merece especial mención la presencia de especies de gran valor florístico, biogeográfico, y de carácter endémico como son *Omphalodes littoralis subesp. gallaacia* (endemismo noroccidental en grave riesgo de extinción), *Iberis procumbens* (endemismo galaico-portugués), *Spiranthes aestivalis* y *Ranunculus ophioglossifolius*.

d) Fauna

La existencia de diferentes hábitats dentro del Parque, permite el asentamiento de una fauna diversa.

Fauna marina

Las especiales condiciones biológicas de esta zona húmeda litoral la convierten en la principal área de cría de muchas especies de peces y crustáceos. En efecto, en la zona de transición entre el medio marino y terrestre encontramos una gran diversidad de especies. En la zona intermareal abundan los moluscos (lapas, caracolas, etc.), crustáceos (cangrejos, pulgas marinas, balanos, etc.), poliquetos, estrellas de mar, erizos, esponjas, entre otros. Y en la costa rocosa son presentes especies de gran valor comercial, como son los mariscos (nécora, centolla negra, buey marino, bogavante, mejillón y percebe).

Anfibios

Se conocen un total de 11 especies.

- Tritón Ibérico (*Triturus boscai*) (*)
- Tritón Jaspeado (*Triturus marmoratus*)
- Salamandra Común (*Salamandra salamandra*)
- Salamandra Rabilarga (*Chioglossa lusitanica*)
- Sapo de Espuelas (*Pelobates cultripes*)
- Sapillo Pintojo Ibérico (*Discoglossus galganoi*) (*)
- Sapo Común (*Bufo bufo*)
- Sapo Corredor (*Bufo calamita*)
- Ranita de San Antonio (*Hyla arborea*)
- Rana Patilarga (*Rana iberica*) (*)
- Rana Verde (*Rana perezii*)

(*) Especies endémicas de la Península Ibérica.

Reptiles

En Corrubedo hay presentes un total de 11 especies.

- Galápago Europeo (*Emys orbicularis*)
- Lución (*Anguis fragilis*)
- Lagarto Ocelado (*Lacerta lepida*)
- Lagartija Ibérica (*Podarcis hispanica*)
- Lagartija de Bocage (*Podarcis bocagei*) (*)
- Eslizón Tridáctilo (*Chalcides striatus*)
- Culebra Lisa Meridional (*Coronella girondica*)
- Culebra de Collar (*Natrix natrix*)
- Culebra de Escalera (*Elaphe scalaris*)
- Culebra Viperina (*Natrix maura*)
- Víbora de Seoane (*Vipera seoanei*)(*)

(*) Especies endémicas de la Península Ibérica.

Mamíferos

Los mamíferos presentes en Corrubedo son:

- Erizo Europeo Occidental (*Erinaceus europaeus*)
- Topo Ibérico (*Talpa occidentalis*) (**)
- Desmán (*Galemys pyrenaicus*) (****)
- Musaraña Ibérica (*Sorex granarius*)
- Musaraña Enana (*Sorex minutus*)
- Musgaño de Cabrera (*Neomys anomalus*)
- Musaraña Común (*Crocidura russula*)
- Musaraña Campesina (*Crocidura suaveolens*)
- Murciélago G. de Herradura (*Rhinolophus ferrumequinum*) (***)
- Murciélago Común (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Murciélago Orejudo Septentrional (*Plecotus auritus*) (*)
- Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)
- Lirón Careto (*Elyomys quercinus*)
- Ardilla Común (*Sciurus vulgaris*)
- Topillo Agreste (*Microtus agrestis*)
- Topillo Lusitano (*Microtus lusitanicus*)
- Rata de Agua (*Arvicola sapidus*)
- Rata Común (*Rattus norvegicus*)
- Ratón de Campo (*Apodemus sylvaticus*)
- Ratón Doméstico (*Mus musculus*)
- Lobo (*Canis lupus*) (***)
- Zorro (*Vulpes vulpes*)
- Comadreja (*Mustela nivalis*)
- Turón (*Mustela putorius*) (**)
- Garduña (*Martes foina*)
- Nutria (*Lutra lutra*) (***)
- Tejón (*Meles meles*) (**)
- Corzo (*Capreolus capreolus*)
- Jabalí (*Sus scrofa*)
- Gineta (*Genetta genetta*)
- Gato Montés (*Felis sylvestris*)

(*) Especie Indeterminada, según el Libro Rojo de los Vertebrados de España (1992).

(**) Especie Insuficientemente Conocida, según el L.R.V.E. (1992).

(***) Especie Vulnerable, según el L.R.V.E. (1992). *Rhinolophus ferrumequinum* y *Lutra lutra* aparecen recogidos, además, en el Anexo II de la Directiva Hábitat.

(****) Especie Rara, según el L.R.V.E. (1992). *Galemys pyrenaicus* aparece recogido, además, en el Anexo II de la Directiva Hábitat.

Cabe añadir que no es raro el paso frente a la costa de distintas especies de cetáceos, entre las cuáles se encuentran comúnmente:

- Delfín listado (*Stenella caeruleoalba*) (**)
- Delfín mular (*Tursiops truncatus*) (**)
- Delfín común (*Delphinus delphis*) (**)
- Calderón común (*Globicephala melas*) (**)
- Orca (*Orcinus orca*) (**)
- Rocual común (*Balenoptera physalus*) (***)

Aves

Son el grupo de vertebrados más significativo de la zona. Las aves, principalmente las acuáticas, encuentran en esta zona excelentes condiciones para la cría y vida sedentaria durante todo el año, pero sobre todo para el descanso y alimentación durante los pasos migratorios invernal y primaveral. El número medio de especies invernales censadas en los últimos años (1997-2001) es de 35 con un número total de individuos que oscila entre los 1.000 y 5.000.

En el trecho costero se observan aves como *Alca torda*, *Phalacrocorax carbo*, *Melanitta nigra*, *Morus bassanus* y *Gavia immer*. La playa y las zonas de fango acogen limícolas como *Calidris sp.*, *Haematopus ostralegus*, *Arenaria interpres* y *Charadrius alexandrinus*. En las masas de agua abundan *Ardea cinerea*, *Egretta garzetta*, *Platalea leucorodia*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos*, *Fulica atra*, etc. La zona perimetral y las llanuras arenosas muestran una avifauna compuesta por *Alauda sp.*, *Emberiza sp.*, *Acrocephalus sp.*, etc. así como *Accipiter gentilis*, *Accipiter nissus*, *Tyto alba*, *Asio flammeus* y *Otus scops*. Durante el verano la laguna es visitada por *Circus aeruginosus*.

Por otro lado, las aves que nidifican en la zona son:

- | | |
|------------------------|---------------------|
| • Zampullín Chico | • Totovía |
| • Paíño Común | • Alondra Común |
| • Cormorán Moñudo | • Golondrina Común |
| • Anade Real | • Avión Común |
| • Polla de Agua | • Lavanderas |
| • Focha Común | • Chochín |
| • Chorlitejo Chico | • Acentor Común |
| • Chorlitejo Patinegro | • Currucas |
| • Alcaraván | • Mosquitero Común |
| • Gaviota Argentea | • Reyezuelo Listado |
| • Arao Común | • Buitrón |
| • Martín Pescador | • Tarabilla Común |
| • Azor | • Colirrojo Tizón |
| • Gavilán | • Petirrojo |
| • Ratonero Común | • Mirlo |
| • Aguilucho cenizo | • Zorzal Charlo |
| • Halcón Común | • Mito |
| • Acotán | • Herrerillos |
| • Cernícalo Vulgar | • Carboneros |

- Urraca
- Corneja Negra
- Cuervo
- Perdiz Común
- Codorniz
- Paloma Torcaz
- Tórtola Común
- Lechuza Común
- Autillo
- Mochuelo Común
- Vencejo Común
- Cuco
- Abubilla
- Escribanos
- Pinzón Vulgar
- Verdecillo
- Verderón Común
- Jilguero
- Pardillo Común
- Gorrión Común
- Estornino Negro
- Oropéndola
- Arrendajo Común
- Pito real
- Pico Picapinos
- Cogujada Común

3 Análisis de los efectos sobre el medio

3.1 Introducción

Para determinar las interacciones entre el vertido del fuel y el medio afectado, es necesario definir los factores que interactuarán.

Por una parte encontramos los **impactos** derivados del vertido (contaminación en sí y operaciones de limpieza).

Por otra, se determinan aquellos **factores ambientales** posiblemente afectados, a partir de la información recogida en el apartado de Diagnóstico Ambiental previo. Debido a las características del estudio se han considerado solamente los factores geomorfológicos.

Una vez determinados los impactos y los factores ambientales, se ha elaborado una **Matriz o Tabla de Interacciones** donde aparecen resumidos los efectos sobre el medio. En las filas aparecen los impactos, y en las columnas los factores ambientales (ver matrices en apartado 3.4).

Con esta información se pretende:

- Describir el estado de las zonas estudiadas tras la marea negra.
- Valorar la idoneidad de los métodos de limpieza aplicados mediante la observación directa en los tres tramos.

3.2 Impactos considerados

Los impactos considerados en el estudio se dividen en dos grupos en función de su origen:

- Impactos derivados del vertido de fuel

Dentro de esta categoría se incluyen todos aquellos impactos generados como consecuencia directa de la llegada de la marea negra en la costa:

- Llegada de una superficie continua de fuel
- Llegada de una superficie disgregada de fuel
- Sedimentación del fuel
- Filtración del fuel

- Impactos derivados de las operaciones de limpieza.

Se consideran todos aquellos impactos derivados de las actuaciones de prevención o limpieza del fuel:

- Retirada manual
- Retirada con maquinaria
- Localización y acondicionamiento de los accesos
- Ubicación de los depósitos de fuel
- Mantenimiento y cuidado de los lugares de depósito
- Instalación de medidas complementarias (barreras oceánicas, barreras de arena y/o escolleras)
- Generación de residuos varios (durante los trabajos de limpieza)

La determinación de los impactos en las tres zonas de estudio se realizó mediante una serie de visitas sobre el terreno efectuadas entre el 29 de diciembre y el 1 de enero:

- 29/12/2002: Baldaio y Traba
- 30/12/2002: Baldaio y Corrubedo
- 1/1/2003: Corrubedo

3.3 Factores ambientales considerados

El considerar la geomorfología como único factor ambiental a estudiar, responde a que las distintas entidades geomorfológicas (playas, costas acantilada, marismas, etc.) se ven afectadas de modos distintos por la marea negra y no necesitan las mismas técnicas de limpieza. Las entidades consideradas han sido¹:

- Terrenos circundantes
- Zona húmeda
- Sistema dunar
- Playa arenosa
- Playa de bolos²
- Plataforma rocosa
- Costa acantilada

3.4 Definición de las interacciones y valoración de los efectos en cada zona considerada

En este apartado se analizan las interacciones entre los impactos y los factores ambientales, explicando brevemente el efecto que producen los impactos observados sobre cada zona estudiada. El objetivo es realizar un análisis crítico y constructivo de las técnicas utilizadas para la limpieza del litoral. El esquema seguido se basa al propuesto por ADEGA (2002).

¹ Para la descripción de las entidades mirar el Diagnóstico ambiental.

² También conocida como playa de cantos

a) Situación



Figura 5 Situación de la zona Baldaio, indicando los impactos más significativos que se observaron. (Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa topográfico 1:25000 de la provincia de A Coruña).

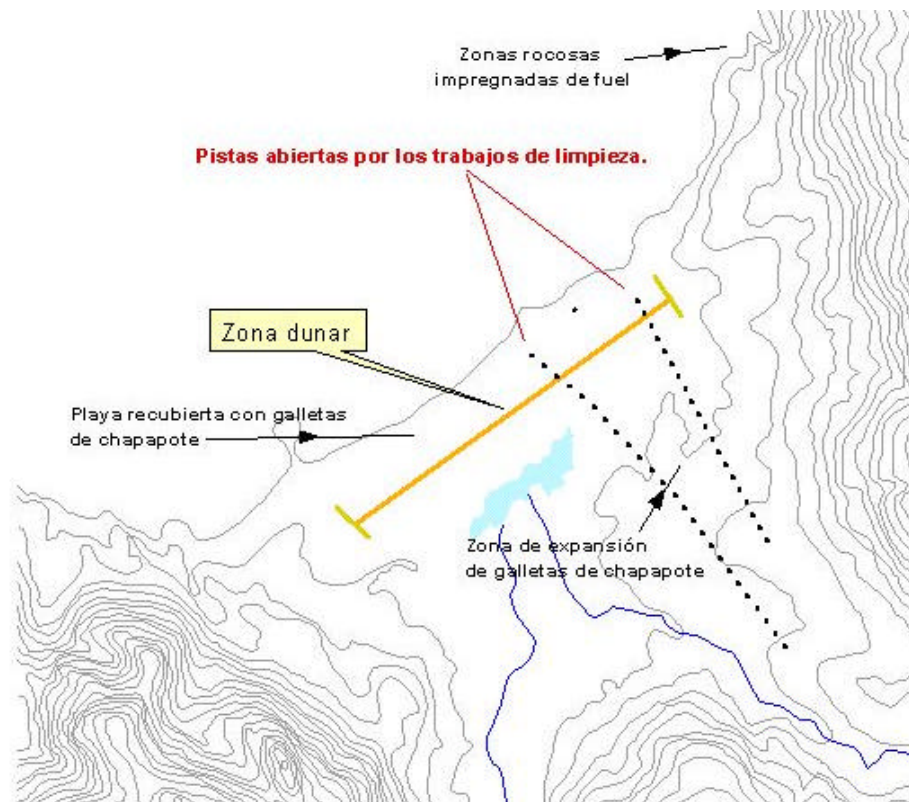


Figura 6 Situación de la zona de Traba, indicando los impactos más significativos que se observaron. (Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía cedida por el Departamento de Xeografía (Ramón Blanco Chao) de la Universidade de Santiago).

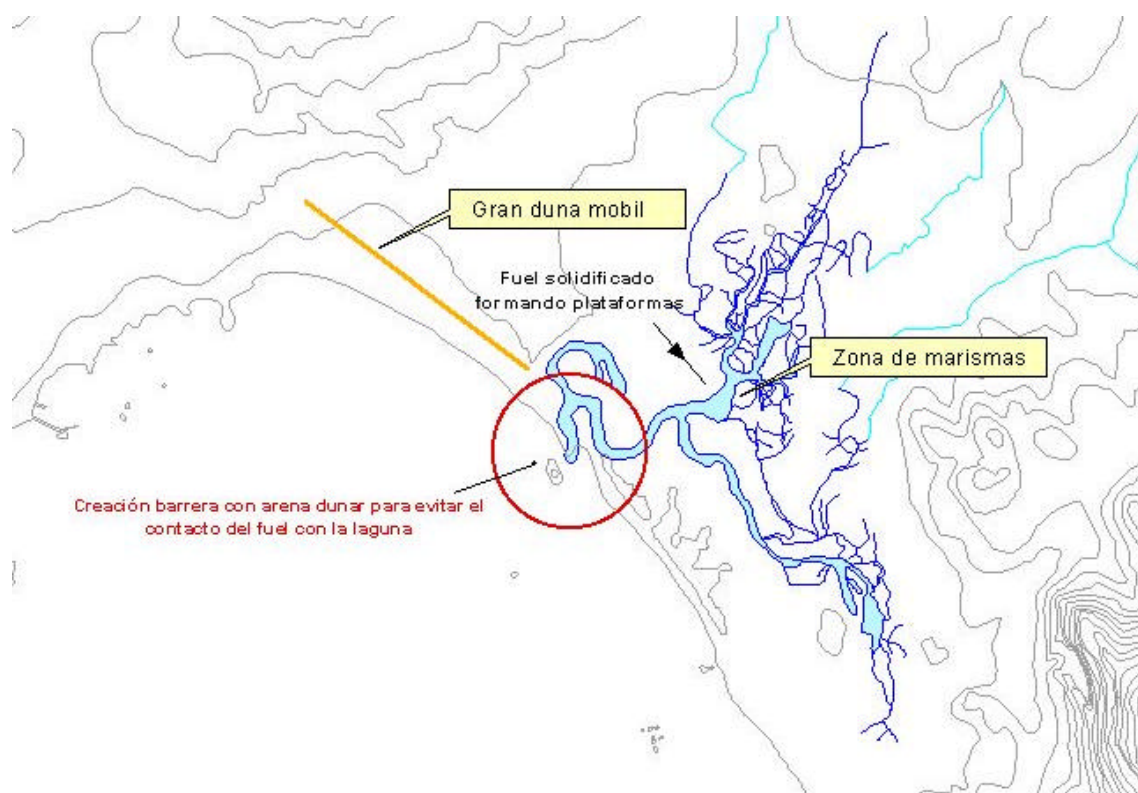


Figura 7 Situación de la zona Corrubedo, indicando los impactos más significativos que se observaron. (Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía cedida por el Departamento de Xeografía (Ramon Blanco Chao) de la Universidade de Santiago).

b) Sensibilidad

- Marismas con vegetación sensible al pisoteo y con un equilibrio hidrosedimentario frágil; y sistema dunar extremadamente sensible al paso de maquinaria pesada. Ambos sistemas acogen especies endémicas, raras y exclusivas de esta zona, que pueden sufrir impactos irreversibles causados por el fuel o las operaciones de limpieza.
- En la plataforma rocosa, las playas de bolos y la costa acantilada, la parte inferior y más batida estará libre de fuel por la acción del oleaje, pero la parte más alta será más sensible al recibir las proyecciones del fuel y estar poco expuesta a la acción del mar.
- El parque natural de Corrubedo es considerado la zona húmeda de mayores dimensiones y mejor conservada de todo Galicia. Presenta una gran diversidad y riqueza biológica, reconocidas en distintas figuras de protección a nivel europeo. Debido a todo esto, constituye un enclave de gran fragilidad y vulnerabilidad.

c) Estado de la contaminación y operaciones de limpieza

c.1) Baldaio

Estado de la contaminación

- La playa arenosa presentaba bolitas pequeñas de *chapapote* con un recubrimiento esporádico (1-10%)³, pero en una extensión considerable de la playa.
- La marisma también presentaba bolitas de *chapapote* distribuidas esporádicamente.
- Deposición de una superficie semi-continua (51-90%), de extensión localizada en ciertos enclaves, de fuel en la costa rocosa.

Operaciones de limpieza

- Retirada manual de las bolitas de *chapapote* ubicadas dentro de la marisma, con una retirada importante de arena limpia.
- Emplazamiento de una barrera con bloques de piedra, de altura considerable, en un canal de conexión del océano con la marisma para impedir la entrada de fuel en esta última (cf. fotografía 2).

Matriz de interacciones de Baldaio

Impactos		Entidades geomorfológicas						
		Terrenos circundant.	Zona húmeda	Sistema dunar	Playa arenosa	Playa de bolos	Plataforma rocosa	Costa actantilada
Estado contaminación	Superficie continua fuel					X		X
	Superficie disgregada fuel		X		X			
	Sedimentación							
	Filtración							
Aspectos operacionales	Retirada manual del fuel		X					
	Retirada fuel con maquinaria							
	Localización y acondicionamiento accesos							
	Ubicación depósitos de fuel							
	Mantenimiento y cuidado de lugares de depósito							
	Instalación de medidas complementarias		X					
	Generación de residuos							

³ Terminología establecida y utilizada por el NOAA (2000).

c.2) Traba

Estado de la contaminación

- Deposición de bolitas de *chapapote* en la playa con un recubrimiento esporádico (1-10%), constatando un proceso de mezcla del *chapapote* con la arena.
- Deposición en el sistema dunar de una superficie discontinua de bolitas de *chapapote* distribuidas esporádicamente (1-10%), que se extiende a lo largo del canal de entrada del agua del océano.
- Plataforma rocosa impregnada de una capa fina de fuel, de recubrimiento fragmentado (11-50%) y extensión localizada.

Operaciones de limpieza

- Observación de movimientos de arena en la playa debidos a la circulación de vehículos pesados.
- Instalación de barreras de arena en las entradas de los canales de conexión del océano con el sistema dunar, con el fin de evitar la entrada de fuel a este.

Matriz de interacciones de Traba

Impactos		Entidades geomorfológicas						
		Terrenos circundant.	Zona húmeda	Sistema dunar	Playa arenosa	Playa de bolos	Plataforma rocosa	Costa acantilada
Estado contaminación	Superficie continua fuel						X	
	Superficie disgregada fuel			X	X			
	Sedimentación							
	Filtración							
Aspectos operacionales	Retirada manual del fuel							
	Retirada fuel con maquinaria							
	Localización y acondicionamiento accesos				X			
	Ubicación depósitos de fuel							
	Mantenimiento y cuidado de lugares de depósito							
	Instalación de medidas complementarias		X					
Generación de residuos								

c.3) Corrubedo⁴

Estado de la contaminación

- Plataforma rocosa, costa acantilada y playa de bolos (cf. fotografía 5) impregnadas de una superficie bastante continua (51-90%) de fuel, de un grosor variable pero nada despreciable en ciertas zonas.
- Presencia de bolitas de *chapapote* distribuidas esporádicamente (1-10%) en la playa de la marisma.
- Solidificación del *chapapote* en forma de plataformas de extensión considerable (de aproximadamente unos 2 m²), grosor considerable y consistencia bastante dura en la zona intermareal de la marisma.
- Sedimentación del fuel en distintas capas, intercaladas en medio de otras capas de arena, en la playa de la marisma (cf. fotografía 4).

Operaciones de limpieza

- Uso de maquinaria pesada en las orillas de la marisma para el emplazamiento de las barreras.
- Movimiento de tierras en los terrenos circundantes a la costa rocosa, pues los accesos a la zona son reducidos. Creación, a primera línea supralitoral, de un acceso con bolos que comunica los distintos lugares de depósito.
- Modificación del acondicionamiento de los accesos al litoral mediante la ampliación del camino y la canalización de los cursos de agua, en la zona húmeda.
- Localización de un aparcamiento de maquinaria en la parte más externa de la zona húmeda (cf. fotografía 9), cerca de la carretera de llegada al lugar, y otro de dimensiones más reducidas en la playa de la marisma.
- Localización, en los terrenos circundantes a la costa rocosa, de distintos depósitos de fuel (contenedores y cubos). Estos depósitos se encontraban en mal estado, abiertos y llenos de agua pluvial (cf. fotografía 10). Al mismo tiempo, al lado de estos se encontraban acumulaciones de residuos diversos (cf. fotografía 12).
- Emplazamiento de una barrera de arena entre la playa y la marisma que impide la entrada de fuel en esta última (cf. fotografía 6). Esta barrera está un poco abierta por la parte sur para que, mediante la ayuda de un sistema de barrera flotante y una instalación complementaria de recogida de fuel, el fuel quede concentrado en un mismo lugar y ser recogido posteriormente.
- Instalación de distintas barreras flotantes dentro de la marisma para evitar la entrada de fuel.
- Instalación de barreras de paja y arena en la playa de la marisma, que delimitan las acumulaciones de petróleo más importantes a fin de evitarla dispersión del fuel en toda la marisma y aprovechar el momento de bajamar para retirarlo (cf. fotografía 11).
- Dispersión por la playa de la marisma de material utilizado para la recogida de fuel, aunque en cantidades pequeñas.

⁴ Si bien durante la descripción del medio hemos considerado la totalidad del parque natural, durante la descripción de los impactos sólo haremos referencia al complejo dunar de Corrubedo y la costa rocosa situada al norte de este sistema.

- Presencia de una cantidad importante de residuos diversos, llevados por los temporales, en la costa rocosa, los cuales también están cubiertos de una capa de fuel (cf. fotografía 13).

Matriz de interacciones de Corrubedo

Impactos		Entidades geomorfológicas						
		Terrenos circundant.	Zona húmeda	Sistema dunar	Playa arenosa	Playa de bolos	Plataforma rocosa	Costa actantilada
Estado contaminación	Superficie continua fuel					X	X	X
	Superficie disgregada fuel		X					
	Sedimentación		X					
	Filtración		X					
Aspectos operacionales	Retirada manual del fuel							
	Retirada fuel con maquinaria							
	Localización y acondicionamiento accesos	X						
	Ubicación depósitos de fuel	X						
	Mantenimiento y cuidado de lugares de depósito	X						
	Instalación de medidas complementarias		X					
	Generación de residuos	X	X		X			

d) Efectos y comentarios

El tipo de costa, su grado de exposición al oleaje y la corriente, y la fragilidad ecológica asociada deben ser los principales criterios para decidir una adecuada actuación de limpieza. Cualquier valoración sobre el comportamiento y persistencia del fuel ha de basarse en un adecuado conocimiento del ambiente costero, y no sólo sobre el tipo de sustrato. Así la toma de decisiones y selección de una técnica de limpieza apropiada sobre un tipo concreto de hábitat debe integrar los siguientes aspectos:

- 1) Tipo de costa
- 2) Exposición a la energía y acción de las olas y las mareas
- 3) Sensibilidad y productividad biológica
- 4) Condiciones de limpieza

Todos estos factores deben ser usados para determinar la sensibilidad relativa para cada tramo de costa afectado. El aspecto clave para valorar esta sensibilidad es la comprensión y conocimiento de las relaciones entre: procesos físicos, sustrato, tipo de costa, tipo de producto, transporte de sedimentos, y destino y efecto del producto. Así, la intensidad de la energía desarrollada sobre un tipo de costa por la acción de las olas y las mareas va a

afectar directamente a la persistencia del fuel. La necesidad de las actividades de limpieza ha de ser determinada, en parte, por la ausencia o la lentitud de los procesos naturales en la eliminación del fuel vertido sobre el litoral, siempre y cuando no se comprometa la integridad ecológica.

Las marismas y los sistemas dunares son zonas de elevado interés ecológico y de una singularidad particular (CIRUJANO et al., 1992). Cuando el fuel llega a estos sistemas rápidamente se adhiere a la vegetación de la marisma. La extensión en que se vea afectada la vegetación y los sedimentos, y la exposición a las corrientes y el oleaje van a condicionar la magnitud del impacto de la marea negra sobre el ecosistema. Una mayor influencia de las olas y las corrientes puede acelerar la recuperación, pero, en otros casos, puede promover la erosión después de que las plantas mueran. En contraste, en los vertidos en zonas apenas expuestas, el fuel puede permanecer en el lugar o ser retirado por las operaciones de limpieza. Por otra parte, la retirada de sedimentos durante las operaciones de limpieza y la instalación de medidas complementarias (barreras oceánicas, de piedra o arena) que impidan la entrada del fuel a la marisma, deben hacerse con gran precaución para minimizar al máximo la evacuación de sedimentos y no alterar el equilibrio hidrobiológico y sedimentario del sistema playa-marisma. Son espacios muy vulnerables debido a sus características hidrosedimentarias, de modo que cualquier alteración de estos ecosistemas puede tener afectaciones importantes.

Las cuestiones sobre el impacto del petróleo y las subsiguientes actividades de limpieza en marismas han sido ilustradas desde hace años (MATTSON et al. 1977, WESTREE 1977, MCCAULEY y HARREL 1981). La complejidad de estos sistemas complica la toma de decisiones relativa a las tareas de limpieza, porque toda una serie de parámetros como: tipo de sustrato, vegetación, estación en que se produce el impacto, tipo de producto y clima, pueden llegar a afectar la recuperación final de una marisma impactada por un vertido de petróleo. Los mayores daños pueden ser provocados por: la destrucción de los sistemas de raíces por el pisoteo; la mezcla del fuel con capas más profundas de arena; la eliminación de sedimentos de superficie, adecuados para soportar el crecimiento de la vegetación; y la exposición de las plantas a elementos tóxicos del fuel, o su asfixia por enterramiento bajo sedimentos movilizados por las actividades de limpieza. Por otra parte, el hecho de que la marea negra se produjera durante el invierno puede atenuar el impacto sobre la vegetación. En general, se ha comprobado, aunque no se conocen los mecanismos responsables exactos, que los impactos durante la época de crecimiento tienen efectos más importantes y duraderos (BAKER 1979).

En cualquier caso, en situaciones como las de Baldaio o Corrubedo, y debido a la importancia de sus recursos ornitológicos, la limpieza de marismas es siempre sugerida como el mejor medio de evitar el impacto del fuel sobre las aves y otros animales, y evitar que el fuel se movilice a otros ambientes cercanos. De todos modos, las actividades de limpieza deben de tener mínimo impacto y por lo tanto evitar cualquier efecto sobre el medio ambiente, utilizando únicamente medios de limpieza manuales adecuados.

La construcción de barreras físicas puede ser útil para prevenir la entrada del fuel dentro de un área sensible o para desviar el fuel hacia una área de recogida. Estas acciones han de ser realizadas intentando minimizar la perturbación de las zonas sensibles, como pueden ser lugares de anidamiento de aves en las playas. La ubicación de las barreras colocadas en las bocas de las marismas de Baldaio y Corrubedo ha de realizarse con el mayor cuidado para evitar una importante alteración del ambiente físico (cambios en la salinidad, modificación de los de transporte de sedimento, etc.). Es necesario mantener la circulación del agua entre la marisma y el mar, debido a los cambios en volumen de agua y la salinidad de la marisma que pueda provocar su bloqueo completo.

El impacto que la marea negra pueda provocar sobre las playas arenosas va a depender de tres factores básicos: la profundidad de penetración del fuel en la arena de la playa, la posibilidad de enterramiento de antiguas capas de arena petroleada por nuevos depósitos de arena limpia y la capacidad de la playa para soportar el equipamiento de limpieza. En playas abiertas y expuestas, como Baldaio, Traba y Corrubedo, a una marea negra con grandes acumulaciones, el fuel cubrió las áreas intermareales por entero, aunque con posterioridad el fuel fue retirado de la parte baja de las playas por acción de la marea al subir. Estando estas playas caracterizadas por una arena de grano relativamente grueso, existe una alta posibilidad de penetración del fuel, alcanzando profundidades de hasta 25 cm. También existe la posibilidad de que se produzca un ulterior enterramiento por arena limpia si el fuel llega justo después de un periodo de tormentas, cuando la playa se encuentra en su máxima forma erosionada. Otro proceso por el que se puede producir el enterramiento de antiguas capas de arena petroleadas es por los patrones de procesos de erosionales y deposicionales que se producen a lo largo de la costa, acompañando a la deriva litoral. Hay que destacar que en este tipo de playas el sedimento es muy blando, dificultando el empleo de vehículos y maquinaria.

En zonas más abrigadas, como puede ser el caso de las playas alrededor de las marismas de Baldaio y Corrubedo, la penetración del fuel en los sedimentos es menor, debido principalmente a su menor tamaño de grano. La persistencia del fuel puede llegar a ser de varios meses o incluso años, dependiendo del grado de exposición de las playas al oleaje. En el caso de vertidos continuados y de gran volumen se pueden formar pavimentos, que cambiarán su naturaleza y estabilidad y por tanto la utilización biológica del sustrato. Aunque estas playas, debido a su dinámica, no soportan una comunidad biológica rica, constituyen unos importantes hábitats para las aves.

Durante las visitas sobre el terreno, en general, sobre las playas de las tres zonas se observó: una deposición de bolitas de *chapapote* en parte superficial, empezando a sufrir procesos de enterramiento por varios motivos (acción de las mareas y actuaciones de limpieza); una filtración del fuel en distintas capas; y solidificación del fuel en forma de plataformas pavimentadas, en la playa de la marisma de Corrubedo. Si bien el *chapapote* de la superficie de la playa puede retirarse con relativa facilidad (a menos que esté mezclado), el fuel infiltrado o

solidificado puede permanecer largo tiempo en la zona y ser la fuente de contaminación *a posteriori*.

Además, en la playa de Traba se pudo observar la colocación de una barrera de arena tras la berma de la playa, por encima de la línea de marea alta. Esta barrera se ubicaba por delante de las dunas, a la altura de un corredor de tormentas habitualmente utilizado como acceso a la playa por los peatones, para impedir que el fuel sobrepase y penetrase en los sensibles hábitats trasduna. El principal efecto ambiental de estas actuaciones se puede traducir en una alteración del perfil natural de la playa, haciéndose necesaria su restauración. El empleo de maquinaria pesada en la construcción de estas barreras y/o su circulación a lo largo del alto de la playa provoca una mezcla importante de placas de fuel emulsionado con la arena.

Todos los tipos de costas rocosas se caracterizan por la importante acción de las olas. En general la persistencia del petróleo es baja debido a que el fuel no va a penetrar en el sustrato y que esta sometido a la acción del oleaje. Hay que tener en cuenta que la acción del oleaje puede retirar con mayor facilidad el fuel de la parte inferior de acantilados, rocas y playas de bolos, mientras que en la parte superior la acción del oleaje será inferior y el fuel puede permanecer durante años.

En los acantilados rocosos, la estrechez de la zona intermareal limita la extensión de la colonización biológica, la cual debe ser capaz de sobrevivir a la intensa acción del oleaje. De todas formas, estas zonas de acantilado constituyen importantes zonas de anidamiento para las aves marinas. Observaciones realizadas en numerosas mareas negras muestran que: el petróleo se puede llegar a mantenerse alejado de la costa por la reflexión de las olas contra los acantilados, las manchas de petróleo son eliminadas con relativa rapidez y las manchas más persistentes permanecen por encima de la línea de marea alta. Debido a ello sería esperable que el impacto de este vertido sobre las comunidades de este medio fuese de corta duración. Pero los casos de grandes volúmenes de hidrocarburos de tipo 2 (como es este el caso) pueden constituir una excepción, y los mayores impactos se producen sobre las aves que poseen colonias o se alimentan en las aguas cercanas.

Las plataformas rocosas también se encuentran sometidas a la intensa energía del oleaje, pero existen diversos factores que las hacen más sensibles a una marea negra que las costas acantiladas. Estos hábitats pueden presentar una comunidad intermareal más rica y es posible la presencia de sedimentos en los que puede penetrar el fuel.

Las playas de bolos presentan una serie de características que favorecen la acumulación y persistencia del petróleo. Su elevada porosidad permite que el fuel fresco pueda filtrarse rápidamente hasta profundidades relativamente grandes y penetrar en sedimentos arenosos más finos, complicando enormemente las tareas de limpieza. Mientras que las capas más superficiales de las playas están limpias, los sedimentos de subsuperficie pueden estar todavía afectados por el fuel, aún tiempo después de la marea negra. Durante

la marea negra del Exxon Valdez la penetración más profunda observada alcanzó los 125 cm.

La capacidad de limpieza natural de las capas superficiales de las playas de bolos está limitada por la capacidad de abrasión y la energía del oleaje para remover estos depósitos. Así, en las zonas donde el tamaño de los bolos es menor y/o estos se encuentran mezclados con arenas, la fricción puede potenciar la eliminación de las manchas de fuel. Por otra parte, debido a que este tipo de playas tienden a tener un perfil irregular, la persistencia del fuel puede ser corta en las zonas abiertamente expuestas al oleaje, pero en zonas donde la energía de las olas llega muy disipada o donde el fuel ha filtrado hacia los sedimentos más finos su persistencia puede ser considerable.

De este modo, en las costas rocosas, vemos que en aquellos casos en que las zonas de marea alta afectadas son accesibles durante la bajamar sería aconsejable eliminar las acumulaciones más importantes de fuel. Mientras que en el caso de costas rocosas que se encuentren fuertemente batidas por la energía del oleaje podría ser sensato dejar una limpieza natural, siempre y cuando no se trate de fuel muy emulsionado y que presente una elevada persistencia y poca facilidad a degradarse.

En general, para las labores de limpieza de la plataforma rocosa, las playas de bolos y la costa acantilada, se deberían planificar las tareas e intervenciones en función de la dinámica litoral de la zona. En este sentido el CEDRE (FATTAL & FICHAUT, 2002) y NOAA⁵ han establecido una tabla con los métodos de limpieza más eficaces para las distintas entidades geomorfológicas

Asimismo, también es importante organizar la circulación (número de personas y tipo de vehículos necesarios, instalaciones para evitar la entrada de maquinaria pesada en determinados lugares) y los accesos (utilizar caminos ya existentes y reducir la creación de nuevos al máximo, cubrir el terreno afectado con materiales diversos, etc.) a la zona contaminada, así como la localización y mantenimiento de los depósitos de fuel (acondicionar el lugar de depósito, cuidar el estado de los depósitos, etc.). En este sentido, en Corrubedo observamos que existe un grave problema en la organización de la evacuación del fuel:

- Ausencia total de protección del sitio donde se localizan los depósitos.
- Depósitos (contenedores) en mal estado, tumbados y abiertos, de modo que al llover se llenan de agua y desparraman el fuel en estos nuevos enclaves.
- Acumulación de residuos diversos alrededor de los depósitos (material utilizado para la retirada de chapapote, botellas de agua, etc.).
- Terrenos supralitorales dañados por la circulación de máquinas pesadas por esta zona.

⁵ NOAA hace un resumen de las técnicas de limpieza para cada hábitat en la página web: <http://response.restoration.noaa.gov/oilaid/coastal/coastal.html>

Estas labores de limpieza podrían haberse desarrollado de modo más eficiente y sin ocasionar tantos impactos, con una buena organización de las actividades y un mantenimiento y cuidado de los depósitos una vez terminada la recogida del fuel.

En conclusión, consideramos importante que la planificación de las operaciones de limpieza y su puesta en práctica se desarrollen bajo la supervisión de un equipo interdisciplinario de expertos en medio ambiente y otras disciplinas (geomorfólogos, botánicos, técnicos en mareas negras, etc.). Asimismo, en actuaciones de gran envergadura (emplazamiento de barreras de arena, etc.) sería necesario hacer un seguimiento regular del estado del medio para conocer las afectaciones y modificar aquellas que causen un impacto negativo.

4 Conclusiones y propuestas

A partir del análisis de los efectos del vertido y de las operaciones de limpieza sobre la zona litoral, creemos necesario el establecimiento de una metodología de trabajo que permita:

1. Inventariar los distintos tipos de medios litorales con sus particularidades propias (rocas, arena móvil, etc.). El conocer el estado cero de las zonas litorales, nos permitirá identificar que medios son los más sensibles y susceptibles de ser afectados.
2. Inventariar el estado de la contaminación y las operaciones de limpieza de toda la zona afectada en cada momento, prolongando esta evaluación a medio y largo plazo. En este sentido, hemos elaborado una ficha de seguimiento a corto plazo (ver anexo) siguiendo el modelo propuesto por el CEDRE (<http://www.le-cedre.fr/>). Se ha diseñado evitando los tecnicismos, facilitando de este modo su relleno por parte de gente de procedencias dispares. En caso de querer hacer un análisis más exhaustivo y específico consultar NOAA (2000)⁶ u otras páginas web del anexo.

De este modo los expertos o técnicos podrían, en función de las condiciones ambientales y el estado de la contaminación, establecer las operaciones de limpieza más ajustadas a cada zona (necesidad de la operación en si, métodos de limpieza a llevar a cabo, lugares más sensibles y vulnerables, etc.) y contribuir a minimizar los impactos sobre el medio.

Si bien los impactos directos de las operaciones de limpieza pueden ser evaluados a corto plazo, es totalmente necesario proseguir con el seguimiento del estado del litoral a medio y largo plazo, pues también existen los impactos inducidos (fenómenos erosivos, retroceso de los acantilados como resultado de la erosión en la parte baja, etc.) que actúan a escalas de tiempo superiores. De este modo, será necesario realizar un seguimiento sistemático que se prolongue en el tiempo, a fin que los expertos puedan hacer proposiciones concretas de rehabilitación de aquellas zonas afectadas (sistemas dunares con sus perfiles alterados, playas erosionadas, etc.).

A largo plazo, esta experiencia e información adquirida tiene que contribuir a establecer una metodología y un protocolo de actuación en caso de darse otra contaminación de características similares. Solo con un mayor conocimiento del medio, la constitución de una buena bases de datos y también de un sistema de información geográfica (SIG), nos podremos anticipar a los acontecimientos y reducir en gran medida los impactos negativos.

Además, a pesar de la importancia de responder de forma adecuada delante una situación de estas magnitudes o de anticiparse a los acontecimientos para minimizar los impactos, lo más importante es evitar que situaciones como esta

⁶ O también consultar la página web de NOAA:
<http://response.restoration.noaa.gov/oilands/shore/shore.html>

vuelvan a sucederse. De este modo, una de las labores más importante a llevar a cabo es impulsar la elaboración de una legislación en el ámbito mundial que regule de modo más eficaz el transporte marítimo de sustancias contaminantes y evite que vuelvan a suceder otros *Prestige*.

5 Bibliografía

ADEGA. 2003. *Recollida de fuel do Prestige: supervisión científico-técnica das operacións de limpeza na Costa de Morte*. Informe técnico.

Asociación de propietarios del parque natural do complexo dunar de Corrubedo e lagoas de Carregal e Vixán. *Parque, ¿Medio o fin?* <http://www.geocities.com/RainForest/Andes/9263/elparque.htm>.

Ayuntamiento de Riveira. <http://www.riveira.com/parque.htm>.

Baker, J.M. 1979. Responses of salt marsh vegetation to oil spills and refinery effluents. In R.L. Jeffries and A.J. Davy (Eds.), *Ecological Processes in Coastal Environments*. London: Blackwell Scientific Publications. pp. 529-542.

Blanco, J.C. y González, J.L. 1992. *Libro Rojo de los Vertebrados de España*. ICONA, 714 pp

CEDRE (Centre de Documentation de Recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des Eaux). <http://www.le-cedre.fr>.

CEE, 1979. Directiva 79/409/CEE (Directiva Aves)

CEE, 1982 Decisión 82/461/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1982, relativa a la celebración del Convenio sobre conservación de las especies migratorias de la fauna silvestre (Convenio de Bonn).

CEE, 1982. Decisión 82/72/CEE del Consejo, de 3 de diciembre de 1981, referente a la celebración del Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa (Convenio de Berna).

Cirujano, S., Velayos, M., Castilla, F. & Gil, M. 1992. *Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica y las Islas Baleares)*. ICONA-C.S.I.C., Madrid.

Fattal, P. & Fichaut, B. 2002. Erika: les premiers bilans des impacts morphologiques dus aux techniques de nettoyage. *Ann. Géol.*, 623: 3-24.

Flor, G. (1992). Tipología, caracterización y tendencias de los procesos de erosión/sedimentación en los campos dunares de la costa de Galicia (NW de España). *Thalassas*, 10: 9-39.

Grupo Hábitat. *El Espacio Natural Islas Atlánticas – Costa de Morte*. Grupo Hábitat, A Coruña.

Grupo Naturalista HABITAT (1997). *El espacio natural Islas Atlánticas-Costa da Morte*. Informe Técnico Inédito, pp 60-71.

Mattson, C. P., N. C. Vallario, D. J. Smith, S. Anisfield, y G. Potera. 1977. *Hackensack estuary oil spill: cutting oil-soaked marsh grass as an innovative damage control technique*. Proceedings 1977 Oil Spill Conference (Prevention, Behavior, Control, Planning), Marzo 8-10, 1977, New Orleans, Louisiana, Washington, D.C., American Petroleum Institute, pp. 243-246.

McCauley, C. A. y R. C. Harrel. 1981. *Effects of oil spill cleanup techniques on a salt marsh*. Proceedings 1981 Oil Spill Conference (Prevention, Behavior, Control, Planning), Marzo 2-5, 1981, Atlanta, Georgia, Washington D.C., American Petroleum Institute, pp. 401-407.

NOAA. 2000. *Shorline Assessment Manual*. National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce. Seattle.

Nonn, H. (1966). *Les régions cotières de la Galice (Espagne). Etude géomorphologique*. Les Belles Lettres, Paris, 591 pp.

Prodon, R. and J.D. Lebreton. 1981. Breeding avifauna of a Mediterranean succession: the holm oak and cork oak series in the eastern Pyrenees, 1. Analysis and modelling of the structure gradient. *Oikos*, 37: 21-38.

de Souza Bazarra, J.A., Rabuñal Patiño, J.L. y Bao Casal, R. (1996). *Informe sobre el espacio natural Cabo Vilán-playa de Trece-playa y laguna de Traba*. Informe Técnico Inédito INECO, 36 pp.

Vidal Romani, J.R. (1989). Geomorfología Granítica en Galicia (NW España). *CLXL*, 13: 89-163.

Vilas, F. y Rolán, E. (1985). *Caracterización de las lagunas costeras de Galicia, N.W. Península Ibérica*. España, Actas Iº Congreso Ibérico de Cuaternario, Lisboa, pp. 253-268.

Westree, B. 1977. *Biological criteria for the selection of cleanup techniques in salt marshes*. Proceedings of the 1977 Oil Spill Conference (Prevention, Behavior, Control, Planning), Marzo 8-10, 1977, New Orleans, Louisiana, Washington D.C., American Petroleum Institute, pp. 231-235.

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL MEDIO⁷

RECONOCIMIENTO DEL ESTADO DEL MEDIO

Objetivos

- Identificar las zonas más contaminadas y hacer una valoración inicial de los daños
- Proporcionar un documento inicial para ayudar a la toma de decisiones
- Permitir una evaluación continuada de la situación

Realizadores

El reconocimiento del medio deberá ser efectuado para observadores ligeramente familiarizados con el litoral, que puedan identificar con facilidad los cambios que se han producido.

Material

- Vehículo para desplazarse
- Teléfono móvil
- Elementos de localización: mapa topográfico y/o fotografías aéreas
- Notes: fichas de reconocimiento, fotocopia del mapa topográfico, bloc de notas, bolígrafos permanentes.
- Elementos de cuantificación: metro y GPS
- Vestimenta adecuada, con previsión de lluvia
- Otros: bolsas de plástico y botes Para recoger muestras

Precauciones

- Ir en grupos de dos o más, en caso contrario avisar del lugar y hora de regreso.
- No exponerse a situaciones de peligro en caso de contaminación importante de la zona a visitar.

Método a seguir para rellenar la ficha

- Determinar el tramo a recorrer
 - Recorrer todo el tramo a evaluar.
 - Dividir el tramo en función de las entidades geomorfológicas existentes (humedal, playa, costa acantilada, etc.). Dichas divisiones deben constar en la primera hoja, dónde constan las zonas resultantes y sus fichas correspondientes.
 - Priorizar los lugares a visitar en función de las últimas observaciones aéreas y/o terrestres sobre la importancia de la contaminación.
- Escoger el momento oportuno
 - Preferiblemente realizar las visitas durante bajamar, pues se puede examinar una superficie mayor, a menos que el acceso resulte difícil y exista el riesgo de verse atrapado por la marea, en cuyo caso deberá realizarse durante la marea alta

⁷ La ficha se ha elaborado siguiendo el modelo propuesto por el CEDRE (<http://www.le-cedre.fr/>).

- En caso que también se quiera cuantificar el fuel flotante hay que tener en cuenta que éste puede ser difícil de detectar durante las horas centrales del día, cuando la irradiación solar es mayor.
- Observaciones y adquisición de la información
 - Descripción de la contaminación, determinando el sustrato sobre el cual se asienta el contaminante, el tipo de llegada (continuo o disgregado, en superficie o de modo subterráneo), su forma y estado, su localización (delimitación de las zonas afectadas). Los términos int. y sup. se refieren a las zonas intra y supramareales respectivamente, debiéndose subrayar la que corresponda en cada caso.
 - Descripción de las operaciones de limpieza, des de cuatro ópticas distintas: trabajos de limpieza y accesibilidad (medios utilizados para su realización y modo de accesos a las zonas en cuestión), almacenamiento del fuel (tipo y estado de los depósitos), instalación de medidas complementarias para prevenir o recoger el fuel (barreras de arena, barreras oceánicas, etc.) y generación de residuos derivados de estas actuaciones.
 - Reagrupar toda la información anterior en la “Ficha de reconocimiento del estado del medio” que aparece a continuación, la cual lleva adjunta un mapa o fotografía aérea de la zona sobre los cuales delimitar las superficie afectadas. Del mismo modo, se puede hacer un croquis o foto de determinadas actuaciones para facilitar su comprensión.

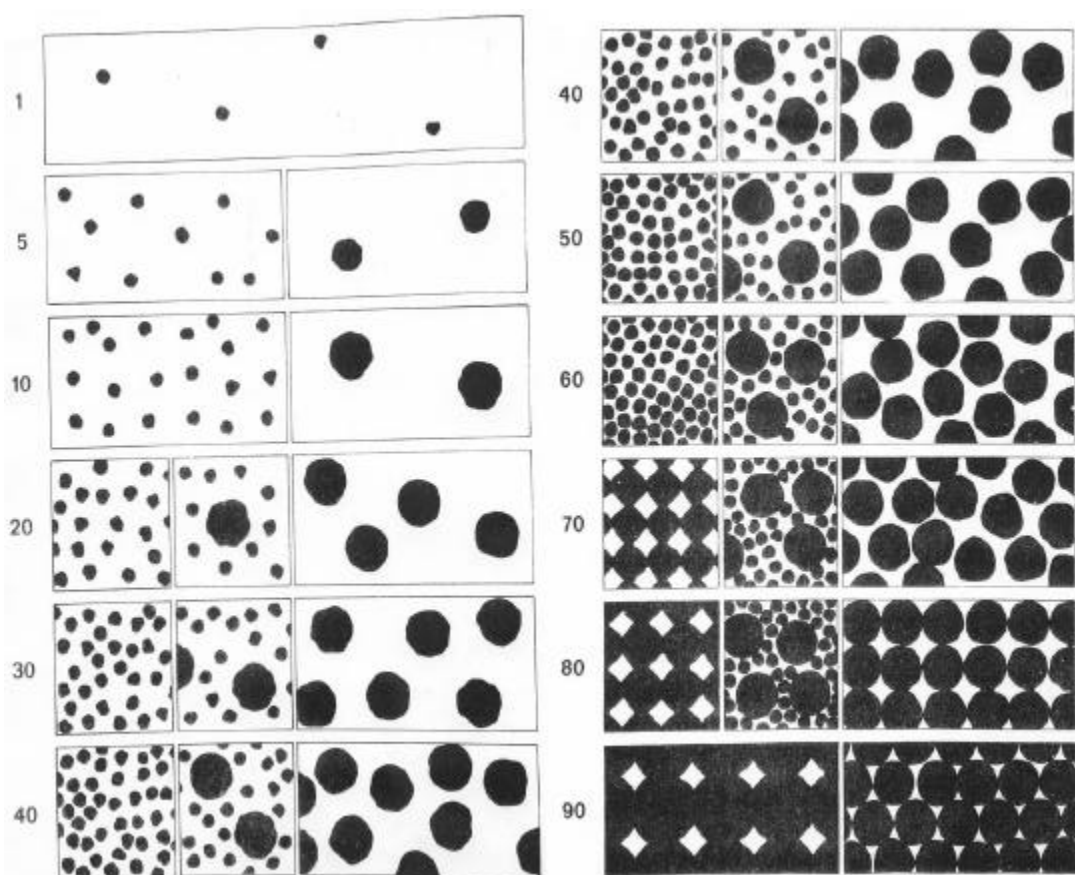


Figura 8 Guía para determinar visualmente el recubrimiento del fuel (PRODON & LEBRETON, 1981)

Ficha N°:

TRAMO			
SECTOR			
ENTIDAD GEOGRÁFICA			
Observadores			
Fecha / /	Hora llegada/salida : - :

A. Estado de la contaminación

Sustrato, a clasificar (1) (2) (3)... en función de la dominancia.

- | | |
|--|--|
| <p>L Lodo ()</p> <p>AF Arena fina (0.06-2mm) ()</p> <p>AG Arena gruesa (2-4mm) ()</p> <p>G Guijarros (4-64mm) ()</p> | <p>BP Bolos pequeños (4-64mm) ()</p> <p>BG Bolos grandes (64-256mm) ()</p> <p>R Rocas ()</p> |
|--|--|
-
-
-

Tipo de llegada del fuel, a completar en función del sustrato afectado

- | | |
|--|--|
| <p>bl Bandas lineales sobre () int / sup</p> <p>b Bolitas sobre () int / sup</p> <p>g Galletas sobre () int / sup</p> <p>pp Placas pequeñas sobre () int / sup</p> | <p>pg Placas grandes sobre () int / sup</p> <p>s Sedimentado dentro () int / sup</p> <p>i Infiltrado dentro () int / sup</p> |
|--|--|
-
-
-

Cantidad de fuel, a completar en función del sustrato y el tipo de llegada

Sustrato	T. llegada	Extensión (LxA) (m)	Cobertura (%)	Espesor (cm)
() int / sup	()
() int / sup	()
() int / sup	()
() int / sup	()

.....

.....

.....

Delimitación de las zona afectadas por fuel en el mapa o foto aérea

B. Aspectos operacionales (labores de limpieza)

B.1 Trabajos de limpieza y accesibilidad

¿Se observan las trazas de anteriores trabajos de limpieza? si no

¿Se están realizando trabajos de limpieza? si no

¿Quién los está realizando? Tragsa Ejército Voluntarios
 Otros:

¿Cuáles y cuántos son los medios que se utilizan o utilizaron?

- Medios náuticos
- Maquinaria pesada
- Vehículos ligeros
- Peones
- Otros

¿Cómo accedieron a la zona para realizar los trabajos de limpieza?

Vehículos:

- Utilizando caminos ya existentes
- Trazando nuevos itinerarios
- Modificando los cursos de agua
- Otros

Describir el tipo y las dimensiones (longitud y amplitud) de los nuevos accesos:

.....

Personas:

- Utilizando caminos o pasos ya existentes
- Trazando nuevos itinerarios
- Otros

Describir el tipo y las dimensiones (longitud y amplitud) de los nuevos accesos:

.....

Ubicación de los accesos en el mapa o foto aérea

B.2 Almacenamiento del fuel

¿Hay depósitos de fuel? si no

Tipo y estado de los depósitos

Tipo	Cantidad	Buen estado	Mal estado
Contenedores	()		
Cubos	()		
Otros	()		
.....			

Ubicación de los depósitos de fuel en el mapa o foto aérea

B.3 Instalación de medidas físicas

¿Se están o han instalando algún tipo de medidas físicas para evitar la llegada del fuel?
si no

¿Cuáles son estas medidas?

- Barreras oceánicas
- Barreras de arena
- Barreras de balas de paja y/o sacos de arena
- Escolleras
- Otros:
-

Ubicación de las medidas físicas en el mapa o foto aérea

B.4 Generación de residuos varios

¿Se observan residuos derivados de las labores de limpieza? si no

¿Cuáles y dónde?

.....
.....
.....
.....
.....

Ubicación de los residuos en el mapa o foto aérea

C. CROQUIS DEL SECTOR O FOTOS

Nombre del sitio: _____

Fecha y hora: _____

Existen fotos: si / no

Poner en el croquis: norte - escala - distribución fuel - tipo sustratos

MEMORIA FOTOGRÁFICA

Fotografía 1 Muro de contención tipo escollera en Baldaio.



Fotografía 2 Deposición del fuel en capas, intercaladas en medio de otras capas de arena, en la playa de la marisma de Corrubedo.



Fotografía 3 Emplazamiento de una barrera de arena (medida complementaria) en la playa de Corrubedo para evitar la entrada del fuel en la marisma.



Fotografía 4 Distintas capas de deposición del fuel intercalados con arena en la playa de Louro.



Fotografía 5 Maquinaria pesada utilizada durante las operaciones de limpieza en Baldaio.



Fotografía 6 Depósitos de fuel en mal estado en la zona de Corrubedo.



Fotografía 7 Residuos diversos generados durante las operaciones de limpieza.



Fotografía 8 Ejemplo de un acceso entre dunas a la playa de Louro, empedrado por los propios voluntarios para facilitar su circulación, y que contribuye a la estabilización de la duna.



WEBS DE INTERÉS

Tabla 1 Webs de interés en relación con la marea negra

Nombre	Web
Oil Spill Web - The International Oil Spill Information and Resource Center	http://www.oil-spill-web.com/
Oil Program, US EPA	http://www.epa.gov/oilspill/index.htm
IFREMER	http://www.ifremer.fr/francais/
MARETEC	http://194.65.82.105/index.htm
Instituto Hidrográfico Portugal	http://www.hidrografico.pt/hidrografico/
Oil Spill Response Training	http://pits.ca/crssql.html
BREST offshore® International site	http://www.brest-offshore.com/en_index.htm
IPIECA	http://www.iecea.org/
Oil Spill Cleanup Contractors Directory	http://www.cleanupoil.com/
Le Floch depollution	http://www.leflochdepollution.com/
Cedre : Centre de Documentation de Recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des Eaux	http://www.le-cedre.fr/
Salvamento Marítimo Español	http://www.sasemar.es/
CSIC	http://www.csic.es
Xunta de Galicia. Información <i>Prestige</i>	http://www.xunta.es/periodico/Prestige/prestig.htm
ITOPF	http://www.itopf.org/
Oil Spill Response Ltd	http://www.osrl.org/
Puertos del Estado	http://www.puertos.es
Instituto Nacional de Meteorología	http://www.inm.es
CoastBase	http://herakles.fzi.de:8181/CatalogServer/index.jsp
Coastal Plaza - Coastal Guide - EUCC	http://www.coastalplaza.org/
European Union for Coastal Conservation (EUCC)	http://www.eucc.nl