

Consecuencias medioambientales derivadas del hundimiento del *Prestige* en las Rías Baixas gallegas*

Environmental consequences from the Prestige wreck in the Galician Rias Baixas

JOSÉ A. SOTELO NAVALPOTRO

Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (UCM)
jasotelo@ghis.ucm.es

Recibido: 20 de febrero de 2003

Aceptado: 7 de abril de 2003

RESUMEN

Los problemas ambientales están aumentando, los medios para frenar los evidentes deterioros no acaban de adoptarse. Las soluciones recogidas en las tradicionales políticas medioambientales, no obstante, siguen siendo útiles; sin embargo, hay que ir hacia políticas preventivas que prevengan consecuencias ambientales como las derivadas del hundimiento del *Prestige*; base para que en nuestro país nos planteemos la necesidad de ir desde el quinto hacia el sexto Programa de Acción Medioambiental de la Unión Europea.

PALABRAS CLAVE

Políticas medioambientales Unión Europea Quinto y sexto programas El *Prestige*

ABSTRACT

While environmental problems increase, measures to solve present problems or prevent future ones are not taken seriously. Owing to circumstances, the solutions contained in traditional environmental policies are still use full. However, we should aim towards a preventive environmental policy which will enable our country to be a forerunner in what, in the near future from the «Fifth» a «Sixth» «Programme» of the European Union (consequences from the *Prestige* wreck in the Galician).

KEY WORDS

Environmental Policies European Union «Fifth and Sixth Programme» The *Prestige*

* Proyecto Complutense PR78/02-11053 y Proyecto CICYT RNE 2002-0557.

RÉSUMÉ

Les problèmes de l'environnement croissent, par contre les solutions pour les résoudre ou en éviter de nouveaux ne sont pas prises au sérieux. À cause des circonstances, les solutions recueillies dans les politiques de l'environnement traditionnelles, continuent à être utilisées (le Prestige?); cependant, il faut que nous allions vers une politique de l'environnement préventive que permette à notre pays d'aller au devant de celui qui va de le «Cinquième» au «Sixième Programme» de l'Union Européenne.

MOTS CLÉS

Politiques de l'environnement Union Européenne «Cinquième et Sixième Programme» Le Prestige

SUMARIO 1. Primera aproximación. 2. El ámbito de la catástrofe: hitos de un desastre. 3. El estado del medio ambiente antes y después del *Prestige*. 4. A modo de conclusiones. 5. Referencias bibliográficas.

1. Primera aproximación

No es, en absoluto, sencillo aproximarse —desde una perspectiva medioambiental— a las consecuencias derivadas de una manera de entender la existencia, nuestra existencia, en un mundo en el que «la insaciabilidad» es más fuerte que la «equidad» (o al menos lo parece). La tan manoseada como olvidada Agenda 21 de Río de Janeiro nos exige la búsqueda de un desarrollo unido a estilos de vida sostenibles. Sin embargo, no se pueden esperar rápidos progresos, en este sentido, desde unos modelos de desarrollo en los que tanto la base material de la vida, como el prestigio social están ligados de manera inseparable a la idea, según la cual, «prácticamente todo se puede comprar con dinero». Debemos intentar separar en cierta medida la base material de la actividad profesional. La cuestión es crear o redescubrir una satisfacción equivalente y un prestigio social parecido al que existe en el campo profesional en trabajos dentro del ámbito doméstico y vecinal. Al mismo tiempo, debemos reconocer y eliminar los mecanismos que convierten una y otra vez la satisfacción de los deseos incluso inmateriales en negocios intensivos en dinero, material y transportes.

El mecanismo por el cual incluso los deseos inmateriales siempre sirven, en definitiva, como base para nuevas transacciones materiales está relacionado con las características perceptivas de la economía actual. Ésta ni siquiera percibe la satisfacción de necesidades cuando no se convierte en una operación económica. Y se considera activas y particularmente valiosas a las personas que se ganan la vida satisfaciendo las necesidades de otros. Precisamente por ello, la política dirigida por esta economía está sumamente interesada en interpretar cualquier insatisfacción como falta de bienes o de servicios.

Desde el invento de la publicidad y del *marketing* modernos, las necesidades incluso se «despiertan» activamente —como si hubieran existido siempre, pero hubieran estado «dor-

midas»— o incluso se crean. Miles de psicólogos con titulación académica se ganan la vida en el sector de la publicidad o en los departamentos de *marketing* de las empresas ayudando a identificar «despertar» o crear estas necesidades. El «éxito» económico, medido en forma de resultados de la empresa o de crecimiento del PIB, depende de una manera bastante sustancial del trabajo de estos psicólogos. Por tanto, no debe sorprendernos que cualquier insatisfacción en nuestra sociedad se convierta rápidamente en una «necesidad» de mercancías y como tal «necesidad» sea el blanco de la publicidad comercial.

Por supuesto, se puede partir de la base de que la felicidad tiene mucho que ver con la ausencia de necesidades insatisfechas; ahora bien, es una grotesca simplificación suponer que la satisfacción de las necesidades se consigue comprando cosas y servicios. En muchos casos, es más bien la satisfacción interna, el reconocimiento de personas que uno conoce personalmente o una ilusión por cuya realización merece la pena trabajar; así como la vivencia de la amistad, de la justicia, del conocimiento, lo que produce la verdadera satisfacción. Todas las culturas lo saben. Mary Clark ha descrito con enorme acierto el error fundamental de la economía moderna; según ella éste reside en que la economía es capaz de conseguir que las man-zanas tengan un denominador común con las peras o los marcapasos (o sea, el denominador del dólar o del euro), pero no con el hombre y el medio ambiente. Si lo que pretendemos es acceder a la civilización y los valores del desarrollo sostenible, lo primero que deberemos hacer es redescubrir este saber sepultado por el predominio del paradigma económico.

El concepto de «sinergia» acuñado por Ruth Benedict sugirió valores inmateriales (con efectos materiales muy positivos, por cierto). En una sociedad altamente «sinérgica», el bien del individuo se solapa en gran parte con el bien general, porque existen las instituciones sociales que lo hacen posible. Ayudar a otros no se considera un sacrificio, sino un enriquecimiento para la persona. Esta concepción contradice de manera manifiesta la doctrina de la economía moderna, que toma al hombre por un ser invariablemente egoísta y hasta le incita a vivir a fondo este egoísmo. La «mano invisible» ya se encarga del bien general.

Y es que el egoísmo vive un período de bonanza en nuestro mundo actual dominado por la economía e influido por la antropología de un Thomas Hobbes. Quien quiere ser considerado un realista, hace hincapié en sus experiencias con el egoísmo de los otros. A todo esto, la célebre frase de Hobbes, según la cual «el hombre es un lobo para el hombre», es dudosa desde una perspectiva antropológica y del todo falsa desde la zoológica (los lobos tienen una inhibición casi insuperable de morder a lobos más débiles).

Ello pese a, la opinión pública, obsesionada por el paradigma económico, reacciona *sumisa ante un* Richard Dawkins, según el cual el egoísmo es el principio funcional y creativo fundamental incluso para los genes. La mencionada inhibición de los lobos o el hecho de que los delfines cuidan a los enfermos o de que el parasitismo más perfecto es la simbiosis entre anfitrión y huésped sólo pueden hacerse compatibles con la teoría de Dawkins sobre el «gen egoísta» mediante unos rodeos que la opinión pública no comprende.

De hecho, el egoísmo no es un rasgo esencia] e invariable del ser humano, dictado por los genes. Además de las experiencias histórico-antropológicas recopiladas por Mary Clark sobre las sociedades sinérgicas, una amplia y rica investigación psicológica en torno a la cooperación ha demostrado que la colaboración marcada por el respeto mutuo es mucho más motivadora y satisfactoria que la competencia. Las situaciones competitivas actúan de freno —en vez de ser un estímulo— sobre todo para las actividades creativas y para la solución de cuestiones complejas.

Como ha puesto de manifiesto el economista Gerhard Scherhorn, a quien debemos este dato, la antropología típicamente occidental es al mismo tiempo la base del «teorema económico de la insaciabilidad». Se refiere al predominio —surgido en la civilización occidental— de las necesidades materiales relativamente superficiales, pero relativamente fáciles de satisfacer, sobre la maduración y satisfacción de las necesidades inmateriales. Scherhorn describe de la siguiente manera esta relación de competencia —fatal desde la perspectiva ecológica— entre la satisfacción de las necesidades materiales y las inmateriales:

Como las satisfacciones inmateriales provienen de actividades, y éstas suelen estar hoy en día dotadas de bienes materiales, las satisfacciones materiales tienden a complementar, ampliar y también a solapar y suprimir las inmateriales. A las satisfacciones inmateriales les resulta difícil imponerse sobre las materiales... no porque las inmateriales se consideren menos importantes, sino *porque las materiales se consiguen con mayor rapidez y facilidad*.

Mientras nuestra civilización no entienda ni supere este mecanismo de represión de la satisfacción inmaterial mediante el crecimiento material, no tendremos ninguna posibilidad de ganar la carrera entre los aumentos de la eficiencia, por un lado, y la revolución de las crecientes expectativas y la espiral desenfrenada del crecimiento, por otro. Sin duda, lo hasta aquí expuesto lo encontramos en las lamentables consecuencias derivadas del tráfico internacional de petróleo, y sus inevitables, o no, accidentes. Descendamos a las consecuencias medioambientales derivadas del hundimiento en noviembre del año 2002, frente a las costas gallegas, del Prestige, un buen ejemplo, lo apuntábamos con anterioridad, del período de bonanza que vive el egoísmo del llamado «mundo occidental», que sigue apostando por un modelo de desarrollo en el que se equipara el bienestar con el crecimiento del PIB, generando en no pocos casos notables desequilibrios ambientales, sociales y territoriales. Descendamos a la realidad.

2. El ámbito de la catástrofe: hitos de un desastre

Un ejemplo concreto de la crisis de los modelos de desarrollo locales, como consecuencia del desequilibrio existente entre el modelo territorial y el modelo de desarrollo lo encontramos en la denominada catástrofe del *Prestige*. Nuestro ámbito de actuación lo ubicamos en las Rías Bajas gallegas. Desde esta perspectiva, el término «ría» es un antiguo nombre usado en Galicia, región de recortada costa del noroeste de la Península Ibérica, para denominar a los profundos entrantes que tan bien desarrollados están, sobre todo, en su parte atlántica. Des-

de la introducción del término en la literatura científica por Von Richthofen en 1886, sólo se ha adquirido un relativo, e incluso limitado, conocimiento sobre rías.

Fue en la década de los 80, del pasado siglo, cuando «ría» y «estuario», hasta entonces considerados una misma cosa, quedan clasificados por Fairbridge como tipos distintos de estuarios atendiendo a las características fisiográficas de ambos. Desde una perspectiva geológica, las posteriores clasificaciones han ido evolucionando según distintos criterios genéticos, geomorfológicos, etc. Así se llega a distinguir entre estuarios desarrollados en llanuras costeras, y los denominados como rías, en función del relieve costero que presenten; si los primeros ocupan costas con relieve bajo, el segundo caso corresponde a antiguos valles fluviales, inundados por el mar, que se han desarrollado en costas con alto relieve.

La progresiva adición de parámetros procedentes de otras perspectivas de la ciencia, ya sea física, química o biológica, logró una mayor definición de las características específicas que concurren en los estuarios. Es a partir de aquí cuando se alcanza una mejor comprensión de los mecanismos que influyen en los procesos de sedimentación en el tránsito de las condiciones fluviales a las marinas de los diferentes medios costeros.

En este contexto, la complejidad de los procesos que se dan en este tipo de medios, exigió tener más en cuenta unos parámetros que otros para cada caso de estudio considerado. Así por ejemplo, cuando Dalrymple y colaboradores en 1992 establecen una correlación espacial y temporal entre la energía relativa de las mareas, del oleaje, y de las descargas fluviales, la combinación de estos parámetros va dirigida al establecimiento de un modelo de facies de estuario que sirva de base conceptual para la interpretación del registro geológico en estuarios. El enfoque de la estratigrafía secuencial, iniciado al mismo tiempo en que se despertaba el interés por el proceso del calentamiento global, con la consiguiente elevación del nivel del mar y su repercusión sobre una parte significativa de la población mundial, aumentó la necesidad por conocer la historia transgresiva de los actuales estuarios producidos en valles sumergidos. En consecuencia, se genera un elevado y bien documentado número de trabajos geológicos realizados en muchos estuarios del mundo.

Por el contrario, los escasos estudios geológicos realizados en rías continúan considerándose como si se tratara de estuarios, y en general sólo se habla de rías cuando la toponimia así lo exige. No obstante, y a falta de trabajos realizados en otras costas de rías que permitan corroborar los datos obtenidos para las Rías Baixas de Galicia, ya se pueden proponer unas características morfológicas y de distribución de facies sedimentarias claramente diferentes a las establecidas para los estuarios. El 80% del total del área de las rías, está sometida al dominio de procesos marinos marcadamente definidos por la acción de las olas y de las mareas a los que también se incorporan los fenómenos estacionales de *upwelling*, procesos que contrastan con los procesos de estuario que sólo se establecen en su parte más interna. El dominio de unos procesos frente a otros, marcan dos zonas de sedimentación muy específica con límites bien diferenciados. En la primera zona, con predominio de procesos marinos, se muestra una heterogénea distribución de sedimentos terrígenos y biogénicos en el sentido transversal, mientras que

alo largo del eje principal y aumentando progresivamente hacia el interior se distribuyen depósitos cohesivos ricos en materia orgánica. En la segunda zona, de interacción fluvio/marina, el río entra en el área, frecuentemente bordeado por llanuras intermareales fangosas, para dar lugar a un sistema canalizado en el que se organizan variadas formas arenosas de lecho equivalentes a las que se presentan en los estuarios influidos por la marea (ver figura 1).



Fuente: Vilas, F. (2000).

Figura 1. Dominios, procesos y facies sedimentarias. A lo largo de una «ría».

Casi podría decirse que no se conoce nada sobre rías, pero aún así, surge la pregunta de si el término «ría» podría ser empleado como término sedimentológico en el caso de existir algún carácter distintivo que claramente permita ser usado como criterio de reconocimiento de secuencias sedimentarias en el registro fósil.

Desde otro punto de vista, de la investigación realizada en rías se pueden deducir otros campos de investigación aplicada en temas relacionados con el impacto humano en el medio ambiente y también con el cambio climático global.

En primer lugar, el hecho de que las rías constituyan eficaces cuenca-trampa de sedimentos las hace igualmente susceptibles a la retención de sustancias contaminantes de procedencia industrial y/o urbana a partir de su asociación con las partículas finas que se encuentran en suspensión en la columna de agua, particularmente en áreas en la que la presencia de *upwelling* genera una alta tasa de concentración de materia orgánica. En segundo lugar, las secuencias generadas durante el relleno sedimentario de las cuencas de las rías, contienen evidencias de las variaciones relativas del nivel del mar y también de los cambios climáticos habidos desde el último máximo glacial. En tercer lugar, el enorme impacto que catástrofes como la del petrolero *Prestige* puede tener en espacios relativamente cerrados.

El profesor Torre Enciso publicó en 1958 su síntesis sobre las rías gallegas, en la que junto a la revisión pormenorizada de los estudios anteriores plasma su interpretación del origen de las mismas. Acepta de partida el «alzamiento epirogénico relativamente reciente» observable a través de los perfiles longitudinales de los ríos, en los que habría dejado «un fuerte codo por el que descenden las aguas formando rápidos o cascadas», así como en el fuerte encajamiento de los cursos actuales sobre «un paisaje perteneciente a un ciclo de erosión más antiguo». Enumera los ríos que cumplen estos requisitos y destaca un hecho: el frecuente encajamiento de los cursos fluviales «especialmente en la parte menos distante de su desembocadura, que fue la que sufrió los efectos de la última onda erosiva remontante». La erosión remontante sobre un valle relativamente joven supondría un encajamiento en el sustrato hercínico, dejando colgados fondos de valles antiguos (por ejemplo en el tramo final del Tambre), mientras que por el contrario, la erosión remontante sobre los rellenos aluviales del tramo inferior del Miño, daría lugar a la formación de terrazas fluviales. Destaca asimismo los grandes cambios de régimen fluvial «que experimentaron los ríos durante las alteraciones climáticas del cuaternario» evidenciados por la existencia de terrazas en zonas bajas interiores relativamente elevadas, más allá de la acción de las oleadas de erosión remontante (ver figura 2).

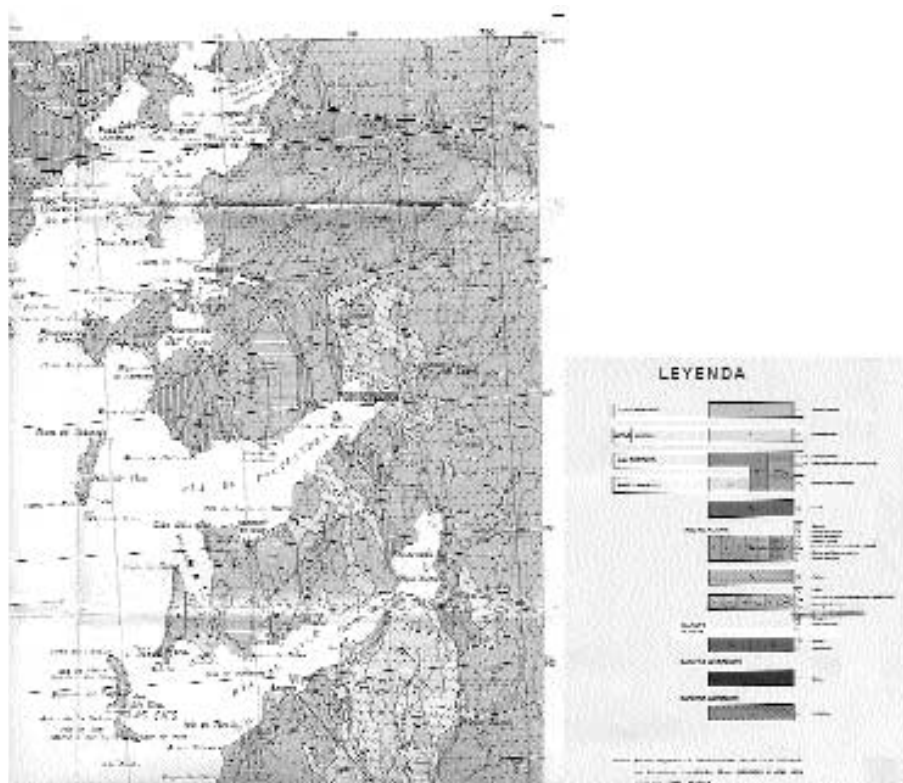


Figura 2. Mapa Geológico de la zona de estudio.

Apoyándose en la existencia de un encajamiento tan destacado como es el de la confluencia de los ríos Miño y Sil en el interior de Galicia, cuyos valles en V están «coronados por un penillano más o menos claramente desenvuelto» Torre Enciso considera que el alzamiento es un fenómeno que afecta al país gallego en general en la segunda mitad del Terciario y muy especialmente durante el Plioceno, es decir, antes de la formación de las más antiguas terrazas cuaternarias, las cuales deben su existencia a la continuación de dicho movimiento de alzamiento durante el Pleistoceno. Tras haber tratado de dar una aproximación cronológica, Torre Enciso introduce una cuestión clave de la formación de las rías al considerar como fundamentales las oscilaciones marinas glacioeustáticas. Para él, el hecho de que los valles excavados por causa del levantamiento se prolonguen bajo el actual nivel del mar, interpretado hasta aquel momento en base a la tectónica, sería resultado en lo fundamental «de las fuertes oscilaciones que ha experimentado el nivel marino durante el cuaternario, y que según los geólogos hay que atribuir en su mayor parte al glacioeustatismo. Se admite hoy que estas oscilaciones marinas se superpondrían a los movimientos verticales que simultáneamente podrían tener lugar tanto en el ámbito de las tierras firmes como en el fondo de los océanos».

Concluye entonces que la excavación de los valles en su parte hoy invadida por el mar, se produjo durante la última o las últimas glaciaciones en las que el nivel del mar se encontraría a unos 100 metros por debajo del nivel actual y que «el mar se posesionó de la forma cóncava así creada» al producirse la transgresión post-Devensiense (post-Würm). Asigna así el mayor peso del proceso al eustatismo sin renunciar a los procesos isostáticos.

Tras esta aportación conceptual al proceso general de formación de las rías, Torre Enciso pasa a realizar el estudio de los distintos sectores litorales gallegos. Cuenta ya con una cartografía topográfica de cierta calidad. Las hojas del mapa 1:50000 del Galicia no estuvieron concluidas hasta 1954. Las primeras ediciones de las hojas gallegas están publicadas entre 1929 (Betanzos) y 1954 (Los Nogales). Comprueba así que el alzamiento no es uniforme en el conjunto gallego, que está escindido en bloques por efecto de la orogenia alpina. Acepta como posible causa de esto el movimiento de «combadura o abovedamiento» referido por Scheu en 1913. Aprecia no sólo un alzamiento diferencial entre bloques sino también falta de uniformidad o inclinación dentro de cada uno de ellos, con claras implicaciones en la orientación de la red hidrográfica. Ello le lleva a identificar qué bloques son los que por tener fachada marítima repercuten en las rías, y así establecer diferencias en las características y evolución de cada una de estas unidades morfoTECTÓNICAS. Todo esto le permite hacer la siguiente clasificación de las rías gallegas:

1. Rías del bloque septentrional o rías altas en sentido estricto, verdaderas rías transversales respecto a la costa, que adquieren su pleno desarrollo en la mitad occidental del bloque—rías de Ortigueira, El Barquero y Vivero—, mientras que en la mitad oriental, recientementealzada, se ajustan al tipo asturiano—rías de Foz y de Ribadeo—.
2. Rías enclavadas en los bordes de la penillanura que se extiende por el noroeste gallego. Difieren profundamente de las anteriores por su orientación y desarrollo, por lo que las

distinguimos con el nombre de rías centrales. La ría de Cedeira, el conjunto lobulado del seno coruñés, y las rías de Lage, Camarifias y Corcubion pertenecen a este grupo.

3. Rías del bloque sudoccidental o rías bajas, de vastas proporciones, y que tienen de común con las del grupo anterior su condición transversal no sólo respecto a la costa, sino también respecto a la orientación de los antiguos plegamientos y unidades petrográficas. Comprende este grupo la ría de Muros y las rías pontevedresas (Vigo, Pontevedra y Arousa).

En su síntesis, Torre Enciso no deja de mencionar otras cuestiones interesantes como el desproporcionado desarrollo de los valles laterales en aquellos valles transversales a las unidades petrográficas, las diferencias en altitud y anchura de las rasas septentrional y sudoccidental (ya apuntadas por Hernández Pacheco, 1950, y Lautensach, 1941) como indicadores del alzamiento desigual e inclinación, o la primordial importancia de la tectónica (del «resquebrajamiento del macizo gallego») en la génesis de las rías.

La ubicación de nuestra zona de estudio nos lleva hasta las rías de Pontevedra y Vigo que ocupan las posiciones más meridionales dentro de las «Rías Baixas», con una orientación de sus ejes mayores según direcciones SO-NE. Ambas presentan una forma de embudo en planta con una anchura variable, estrechándose progresivamente hacia su vértice, y su límite hacia el Oeste, con una serie de islas, Ons y Onza en el caso de la de Pontevedra, y las Cíes, en el caso de la de Vigo (conformando las islas, junto con Salvora, el Parque Nacional de las Islas Atlánticas). La superficie que ocupa la ría de Pontevedra es de 145 km², mientras que la de Vigo es de 164 km².

Y es que empieza, en los últimos años, a convertirse en una costumbre el que cada cierto tiempo nos sorprende en Europa, en general, España y en Galicia, en particular, una nueva catástrofe ambiental de grandes magnitudes. Catástrofe, que oscurece la anterior. Estos días estamos viendo y sufriendo el gran desastre ambiental y social que supone el cúmulo de despropósitos ocurridos con el vertido y hundimiento del petrolero *Prestige*.

Las consecuencias para el medio ambiente son inmensurable, y las consecuencias para Galicia suponen una catástrofe económica y social, uno se pregunta porqué cada seis años, aproximadamente, sufre Galicia esto y sobre todo porque no se previene, se legisla, se dota de recursos a los servicios de prevención.

Una sociedad como la nuestra debe estar preocupada y ocupada en prevenir mejor que en actuar y enfocada al principio de «quien puede contaminar debe contribuir a evitar ese riesgo», tiene, al tiempo, que asegurar a todos no solo un marco legislativo sino un mayor control, un esfuerzo inversor en tecnología innovadora, ecológica, de bajos consumos en su producción, aplicando buenas prácticas ambientales en su hacer y un esfuerzo en el cumplimiento de la normativa y los acuerdos. Solo así será posible que las intenciones se conviertan en realidad. El uso del término «bandera de conveniencia» es perverso porque lo correcto sería denominarlo «banderas de conveniencia económica y fiscal», nunca de conveniencia social y ecológica.

Más allá de las medidas propuestas para ejecutarse desde la UE, la OMI (Organización Marítima Internacional), o cualquier entidad debemos considerar que no vale todo, que el mar no es nuestro desagüe y que es fuente de vida para nosotros y para otras muchas especies.

Este tipo de accidentes tienen una raíz común, más allá de la causa de lo mismo o de la intención de los pilotos o los propietarios de los barcos.

La raíz común a estos accidentes y a otros muchos se basa en la visión exagerada mercantil y «economicista» imperante en nuestro entorno. Creemos, se piensa que todo vale con tal de reducir costes o aumentar beneficios, considerando que el coste o el beneficio es solo una medida económica. Haciendo las cosas bien aseguramos mercados, productos, creamos empleo de calidad y aumentamos la riqueza de los países que hacen apuestas serias y coherentes.

Pero existen otros costes y beneficios que son los ambientales y los sociales, de mayor dificultad a la hora de medirlos. Porque, ¿cuánto cuesta el perjuicio de estos desastres?, ¿qué beneficio proporciona al planeta, a las especies y al propio ser humano la calidad de las aguas? Son preguntas cuyas respuestas parecen obvias, pero que la realidad del día a día no muestra.

No es rizar el rizo decir que una visión respetuosa con el planeta es una visión nueva de la economía y de las relaciones sociales, hablamos de la economía ecológica. Hablamos de pensar no solo con la cartera sino con el valor real de las cosas, considerando el coste ecológico y social de las mismas.

Por desgracia, desastres como el Prestige no son nuevos. De las «últimas» desgracias ocurridas han sido el vertido del petrolero Erika en aguas francesas, el vertido de 200 litros de agua radiactiva del submarino británico Tireless en aguas italianas, y en aguas francesas, en concreto en la Bretaña Francesa, el pasado 31 de octubre, el hundimiento del Evoli Sun, buque cisterna de bandera italiana, el cual se hundió con una carga de 6.215 toneladas de sustancias químicas peligrosas.

De toda su carga tóxica, la mayor parte, 4.000 toneladas eran de estireno, el resto, 2.000 toneladas se correspondían con alcoholes y las 215 restantes con gasóleo. El estireno es un producto tóxico, de fuerte olor penetrante, es insoluble en agua e irritante, sus gases procedentes de la evaporación irritan los ojos y las mucosas del ser humano.

Según diversos informes, el estireno se piensa que es cancerígeno en animales, y se ha asociado en la generación de abortos espontáneos y malformaciones en el nacimiento en niños cuyas madres han entrado en contacto con este compuesto en el ambiente laboral.

En la vida cotidiana este compuesto tóxico, se utiliza como materia prima para la industria del plástico. Lo podremos encontrar, entre otros sitios, en las denominadas bandejas de «corcho blanco» que inundan los mercados de productos alimentarios y las grandes superficies comerciales.

Este buque cisterna, el *Levoli Sun*, hundido a 70 metros de profundidad y a una distancia de 35 kilómetros de la costa francesa, comenzó a tener fugas, sobre todo de estireno, en la parte derecha del casco.

Las consecuencias de esta nueva tragedia para el ecosistema marino, para la fauna y como consecuencia para los seres humanos no podemos predecirlas, pero seguro que no serán buenas, una vez más.

La Unión Europea a ritmo muy lento, y siempre empujada por los acontecimientos y los gobiernos afectados directamente, en ese caso Francia, trabaja en evitar, prevenir y reducir este tipo de situaciones. Es por ello que tiene la obligación, la UE, de evitar este tipo de descargas tóxicas al mar y garantizar una mayor protección de sus aguas comunitarias.

Por otra parte, no debemos olvidarnos que la actuación comunitaria en materia de contaminación marina accidental se inició el 6 de junio de 1978, año en que una Resolución del Consejo estableció un programa de acción para las Comunidades Europeas en materia de control y reducción de la contaminación causada por los hidrocarburos vertidos al mar.

Más recientemente, el 16 de diciembre de 1998 se aprobó en la Comisión de las Comunidades Europeas una propuesta por la que se estableció un marco comunitario de cooperación en materia de contaminación marina accidental, basado en el intercambio de información apoyo y ayuda en el caso de accidentes, sobre todo de vertidos de petróleo.

La apuesta de la Unión Europea, más allá de estas iniciativas, tiene que ir encaminada a una mayor inspección de los barcos en puertos, una certificación de control y calidad por empresas serias, responsables y con prestigio, un control detallado de las empresas de transporte de tóxicos y sobre todo de las empresas verificadoras de estas, tendrá que existir, como existe a nivel aéreo, un mayor control de tráfico de barcos en zonas sensibles ambiental o demográficamente hablando.

Por otra parte la Organización Marítima Internacional (OMI), el otro gran organismo implicado a nivel internacional, tendrá que disponer de medidas, y vías para ejecutar éstas, dirigidas a la transformación de los buques cisterna actuales en buques de doble casco, el cual dificulta la salida exterior de la carga en caso de accidente. También debe controlar que aquellos buques, los de nueva generación, que ya tienen este sistema de doble casco, no lo usen, como hacen algunos en la actualidad, para llevar el doble de mercancía.

Existe, y la Unión Europea es un buen ejemplo de ello, legislación adecuada sobre el tema y Directivas aprobadas suficientes, como en otro ejemplo, la Directiva sobre el control de residuos procedentes de buques en línea con el Convenio Internacional Marpol 73/78 que indica y pauta cómo debe operarse desde buques y puertos con los residuos provenientes de los barcos.

El pasado mes de junio del 2002 se integró en la legislación comunitaria el acuerdo suscrito en el seno de la Organización Marítima Internacional (OMI) que impide el acceso de los petroleros de casco único a los puertos europeos en un futuro. El acuerdo debe valorarse muy positivamente si hacemos un balance ecológico de los últimos 10 años: un desastre petrolero

cada año (basta recordar los casos del Erika, el Castor o el Cristal) y 560.000 toneladas de crudo derramadas al mar.

El doble casco puede ayudar a mejorar las condiciones del transporte marítimo de crudo por dos motivos: por un lado impide el derrame de petróleo al mar en caso de colisión puesto que aunque el casco del petrolero se agriete, el crudo está confinado en un segundo casco. Por otro lado, en petroleros de un solo casco, una vez vaciado el contenido en el punto de destino, debían de llenarse los tanques de agua para actuar como lastre; esta agua era vertida al mar tras el regreso para llenar de nuevo los tanques de crudo. Este vaciado tenía consecuencias muy graves ya que vertía al mar restos de crudo con el consiguiente efecto contaminante. En este sentido parece evidente que dos cascos son mejor que uno.

Al mismo tiempo que la obligatoriedad de que los petroleros dispongan de doble casco, la nueva normativa favorece la reducción de los accidentes marítimos al renovar la flota marítima mundial. En efecto, existe una relación entre el número de siniestros marítimos y la edad de los buques. Según un estudio publicado de la compañía Izar, un buque nuevo tiene cuatro veces menos accidentes que un buque de 20 años y 20 veces menos siniestros totales. En este sentido resulta alarmante que el 50% de la flota mundial tenga más de quince años.

Pese al gran avance que supone la nueva legislación, no debemos, como hemos indicado, olvidar otros factores que inciden en la siniestralidad marítima. Por un lado, se debería exigir que todos los petroleros dispusiesen de doble propulsión y doble gobierno para evitar que perdiesen el rumbo y colisionasen provocando mareas negras de gran envergadura. Al mismo tiempo, se debe avanzar en la reducción del uso de biocidas en los cascos de los buques. Estos productos buscan evitar que se peguen moluscos en los cascos pero tienen altos efectos contaminantes para la flora y fauna marina. Finalmente se debe incentivar la investigación para desarrollar materiales más ligeros que consuman menor energía.

No obstante, toda solución elaborada en términos estrictamente tecnológicos o técnicos no puede ser más que parcial si no se mejora la formación de los tripulantes y se controlan los centros encargados de expedir los certificados de seguridad marítimos. Por ello, se debe avanzar en la consolidación de diferentes foros internacionales en los que se lleven a cabo acuerdos políticos que posibiliten que las soluciones tecnológicas que ya existen en el mercado se incorporen a la legislación marítima. De esta manera, y según diferentes estudios realizados, se conseguirá reducir la siniestralidad marítima en un 98% y la probabilidad de una marea negra a menos de una cada cincuenta años.

Este tipo de accidentes siempre pueden ocurrir en zonas de intenso tráfico de buques. Lo fundamental es tener esto en cuenta. Para que existan medidas internacionales eficaces que protejan la salubridad de los océanos y costas, y planes nacionales, se requieren un buen conocimiento científico de las zonas sensibles, protocolos de actuación a todos los niveles y medios técnicos para hacerles inminente frente (ver figura 3).

Un resumen de lo sucedido lo encontramos en el esquema siguiente:



Figura 3. Principales rutas de transporte de crudo, en el mundo (2003).

Cuadro 1: Cronología de los accidentes de petroleros

18 marzo, 1967: Reino Unido. El Torrey Canyon embarrancó en los arrecifes de las islas Scilly Cornwall vertiendo 80.000 toneladas (919.000 barriles) de crudo.

20 marzo, 1970: Suecia. Al menos 62.500 toneladas (438.000 barriles) de petróleo se vertieron en una colisión de el petrolero Othello en la Bahía Tralhavet.

19 diciembre, 1972: OMAN. Después de una colisión entre el petrolero brasileño Horta Barbosa, el petrolero surcoreano Sea Star derramó alrededor de 115.000 toneladas (840.000 barriles) de petróleo en el Golfo de Oman.

15 diciembre, 1976: USA. El Argo Merchant embarrancó en Nantucket vertiendo 26.142 toneladas (183.000 barriles) de petróleo y afectando a un área de 160 km (100 millas) largo y 97 km de ancho.

25 febrero, 1977: El petrolero Liberiano Hawaiian Patriot se incendió en el Pacífico Norte vertiendo 103.285 toneladas (723.000 barriles).

16 marzo, 1978: Francia. Alrededor de 213.000 toneladas (1.6 millones de barriles) de petróleo se vertió después de que el Amoco Cadiz embarranca cerca de Portsall siendo el accidente ocurrido en Francia. Este accidente afectó a unas 125 millas de la costa de Bretaña.

19 julio, 1979: TRINIDAD & TOBAGO. Alrededor de 314.285 toneladas (2.2 millones de barriles) de petróleo se vertieron después de una colisión entre los petroleros Atlantic Empress y Aegean Captain.

6 agosto, 1983: Sudafrica. Un incendio en el petrolero español Castillo de Bellver provocó que 21.8 millones de barriles de petróleo ligero ardió en la costa de Cabo Town.

- 24 marzo, 1989: USA. El Exxon Valdez derramó en Prince William Sound 34.000 toneladas (240.000 barriles) de petróleo sobre las costas de Alaska.
- 19 diciembre, 1989: Marruecos. Después de una explosión e incendio en el petrolero iraní Kharg-5 vertió 70.000 toneladas de petróleo, afectando a la costa y parques de cultivo de ostra en Oualidia.
- 7 febrero, 1990: USA. El petrolero, American Trader, hizo aguas y 1.000 toneladas (7.000 barriles) de petróleo produjeron una mancha de 22 km contaminando Bosa Chica, una de la mayores reservas naturales de California.
- 28 mayo, 1991: ANGOLA/LIBERIA. El superpetrolero liberiano, ABT Summer, vierte petróleo después de una explosión en Angola causando una mancha de 17 millas náuticas por tres.
- 19 septiembre, 1992: INDONESIA. El petrolero liberiano Nagasaki Spirit choca con el buque-container Ocean Blessing en las Malacca Straits vertiendo 12.000 toneladas de crudo.
- 3 diciembre, 1992: España. El petrolero griego Aegean Sea embarrancó y se rompió en dos cerca de A Coruña vertiendo 80.000 toneladas de petróleo.
- 5 enero, 1993: Reino Unido. El petrolero Braer naufraga cerca de las costas de las Islas Shetland vertiendo de 85.000 toneladas de petróleo en el peor desastre en las aguas británicas durante 26 años.
- 31 marzo, 1994: Emiratos Árabes. Fueron vertidas 15.900 toneladas de petróleo en el Mar de Arabia después del choque de los petroleros Seki y Baynunah afectando a 10 millas del puerto de Fujairah.
- 2 octubre, 1994: Portugal. El petrolero panameño Cercal, derramó 2.000 toneladas de petróleo después de embarrancar cerca del puerto de Leixoes, en Oporto.
- 15 febrero, 1996: Inglaterra. El petrolero liberiano Sea Empress embarranca cerca de Milford Haven, Gales, derramando 40.000 toneladas de petróleo.
- 2 enero, 1997: Japón. El petrolero ruso Nakhodka, conteniendo 19.000 toneladas de petróleo se rompió en dos en el Mar de Japón causando una de la peores mareas negras de la historia de Japón.
- 13 diciembre, 1999: Francia. El petrolero maltés Erika se hundió en el noroeste de Francia vertiendo 25.000 toneladas de petróleo viscoso.
- 23 junio, 2000: Sudáfrica. 1.400 toneladas de petróleo pesado vertido por el buque Treasure off Cape Town provocaron el rescate masivo de pingüinos en las Islas Dassen y Robben.
- 16 enero, 2001: Ecuador. El buque ecuatoriano Jessica, vertió 570 toneladas (4.166 barriles) de diesel y petróleo en el archipiélago de las islas Galápagos.
- 19 noviembre, 2002: España. El petrolero *Prestige*, transportando 77.000 toneladas de fuel oil, se hundió en la costa noroeste de España

Aunque el vertido del fuel, por parte del *Prestige*, puede alargarse en el tiempo a lo largo de los próximos años, la cronología de las primeras jornadas nos ilustrará sobre los acontecimientos que estamos estudiando.

El 13 de noviembre del 2002 los servicios de salvamento acuden a una llamada de socorro del *Prestige* a las 15.15 horas. El petrolero presentaba una vía de agua con una escora de 45 grados a estribor. El barco con 27 tripulantes a bordo se encontraba a 28 millas (50 kilómetros) de Fisterra. El fuerte temporal dificultó las tareas de rescate de la tripulación, que salió sana y salva. No así los tanques que en este primer momento arrojaron un vertido de cinco millas de longitud. El buque corría grave riesgo de hundimiento.

Este será el comienzo de un nuevo accidente en el mar que pasará a la historia como la tercera marea negra ocurrida en Galicia, después de la del *Urquiola* (1976) y de la del *Aegean Sea* (1992). Por desgracia, es también la tercera marea negra de fuel pesado en aguas europeas en menos de 4 años, después del *Erika* (1999) y del *Baltic Carrier* (2001). Objetivo. Trasladar el buque lo más lejos posible de las costas gallegas ante la posibilidad del hundimiento. Una mancha de fuel de nueve kilómetros lo rodea. El tiempo no ayuda ya que se repite el anuncio de temporal con vientos del oeste.

El *Prestige* es escoltado por la Armada a 120 millas de la costa. Se le prohíbe atracar en cualquier puerto español. Una marea de 3.000 toneladas de fuel está ya muy cerca de la Costa da Morte. La empresa que en su día reflató el submarino ruso *Kursk* se hace cargo del rescate. Sin embargo, la marea negra llega a primeras horas de la mañana a las playas de la Costa da Morte, entre Fisterra y Touriñán; aumenta el riesgo de que el buque se parta en dos después de haberse detectado una grieta de cuarenta metros en su casco, provocada por la vibración de los motores.

El 17 de noviembre los vertidos ya afectan a 190 kilómetros del litoral. En la Costa da Morte se habla ya de catástrofe ecológica y económica. Los restos se extienden desde Fisterra hasta Suevos, en Arteixo y parte de las dos mil toneladas derramadas alcanzan la entrada de la ría de A Coruña (tal y como podemos observar en las tres figuras siguientes: 4, 5 y 6).

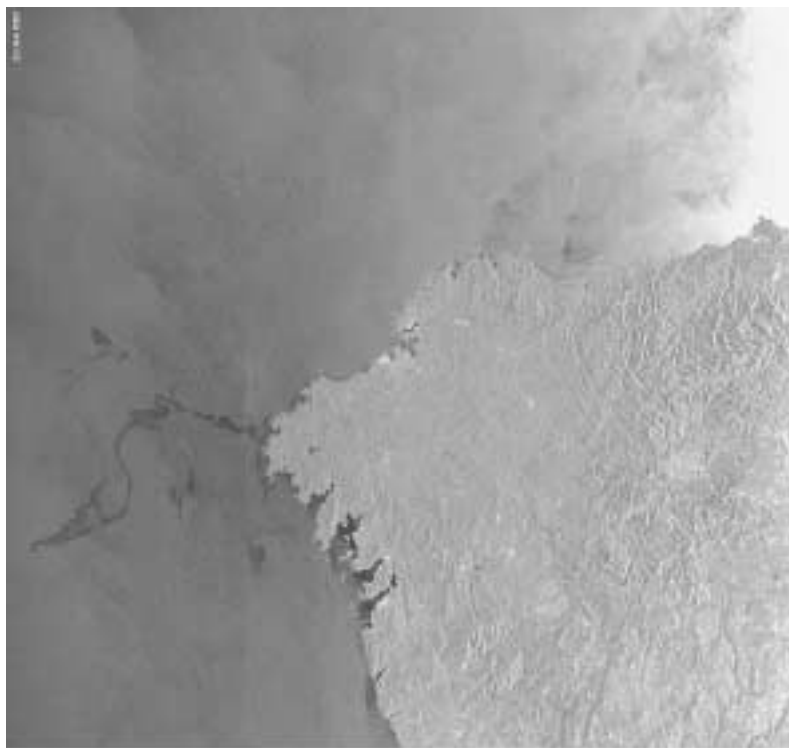


Figura 4. Llegada del fuel-oil a la costa.

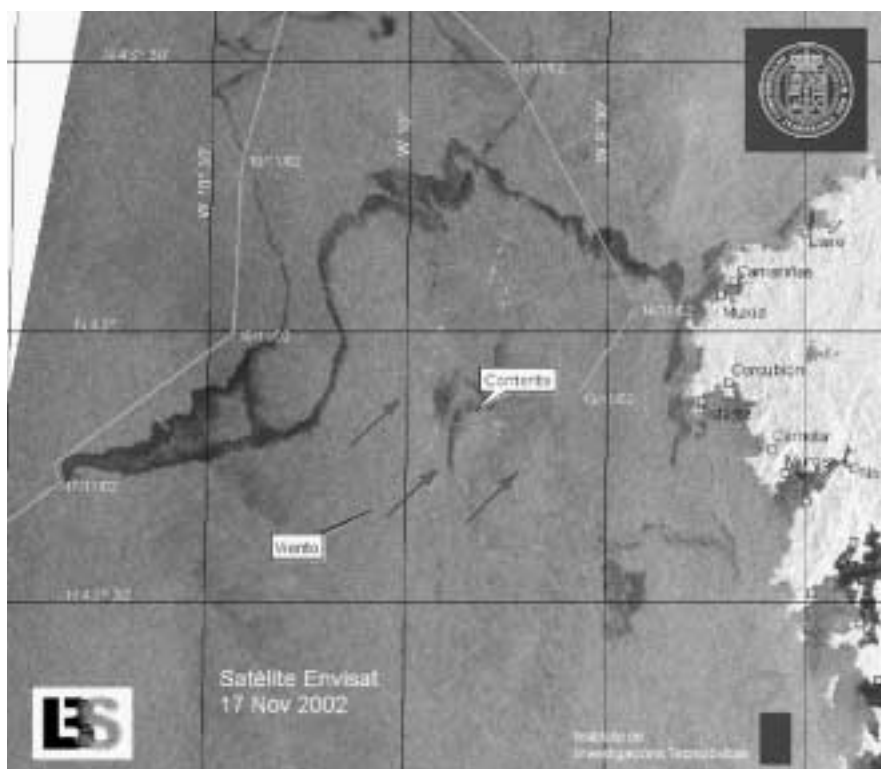
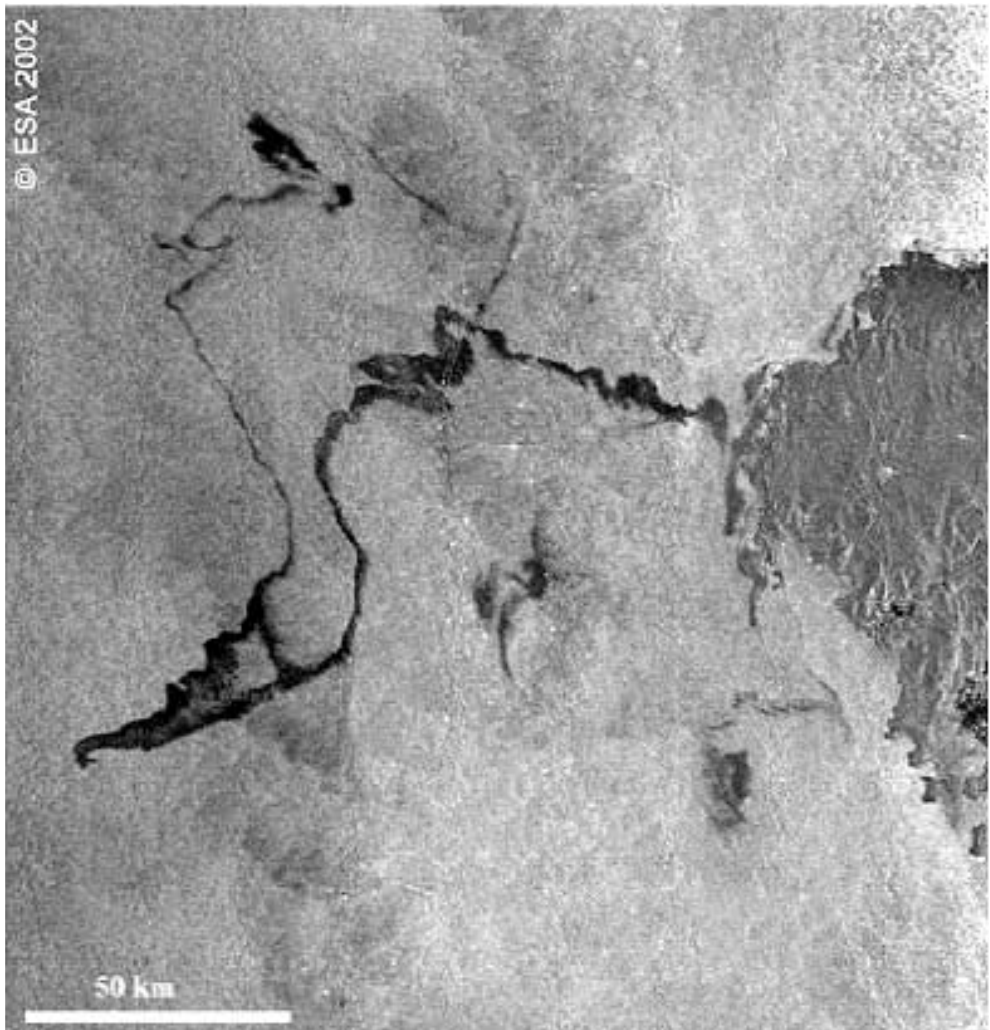


Figura 5. Recorrido del *Prestige*.

En estas imágenes podemos observar cómo el petrolero *Prestige* fue dejando un reguero de fuel; en ellas se presenta superpuesta la trayectoria que siguió hasta que se hundió el 19 del mismo mes. Se aprecia como la dirección de la corriente, del oeste, desplazó en tan sólo un días varias millas la mancha hacia el este. La dirección de la corriente (en rojo) es debida al giro que sufre, de 45 grados, con respecto a los vientos que la originaron, del suroeste (en azul). La mancha situada en $42^{\circ} 30' N$, $9^{\circ} 30' W$ llegaría a las costas de la ría de Muros y Noia en la madrugada del lunes 18. En esta imagen se aprecia ya la zona afectada de la Costa da Morte (Muxía, Camariñas, Camelle, Laxe). Como curiosidad podemos apreciar una serie de puntos brillantes en el centro de la imagen. Se corresponden con barcos de gran tonelaje en el corredor Atlántico, paso obligado de todos los barcos con mercancías peligrosas que navegan desde el Atlántico Sur, o Mediterráneo hacia Europa. La rotura de un nuevo tanque del *Prestige* deja otra gran mancha del fuel frente a Corrubedo que ya ha destrozado buena parte de la costa coruñesa.

El 19 de noviembre, el petrolero finalmente se hunde a 130 millas (234) kilómetros de Fisterra, a la altura de las Islas Cíes. La estructura se quebró en dos partes y se llevó por delante otros tres tanques que guardaban combustible. Vientos del suroeste y olas de seis metros empujaron un vertido de 30.000 toneladas hacia la costa.



Fuente: Fotos de satélite ESA (Agencia Espacial Europea).

Figura 6. La estela del *Prestige*.

Las consecuencias del hundimiento son ya calificables de catastróficas, empezando a afectar a ciertos territorios enmarcables en la Red Natura 2002, como las praias do rostro y amela, tal y como se recoge en la figura siguiente, tomada por el satélite Ikonos (figura 6a):

El satélite Ikonos presenta una gran resolución espacial que nos permite ver con gran detalle la costa. Esta imagen pancromática nos muestra dos zonas muy oscuras, probablemente debido a la presencia de fuel en el agua en torno al Cabo de Finisterre, afectando a la Praia do Rostro y más débilmente a la localidad de Finisterre y costas adyacentes (figura 7a).

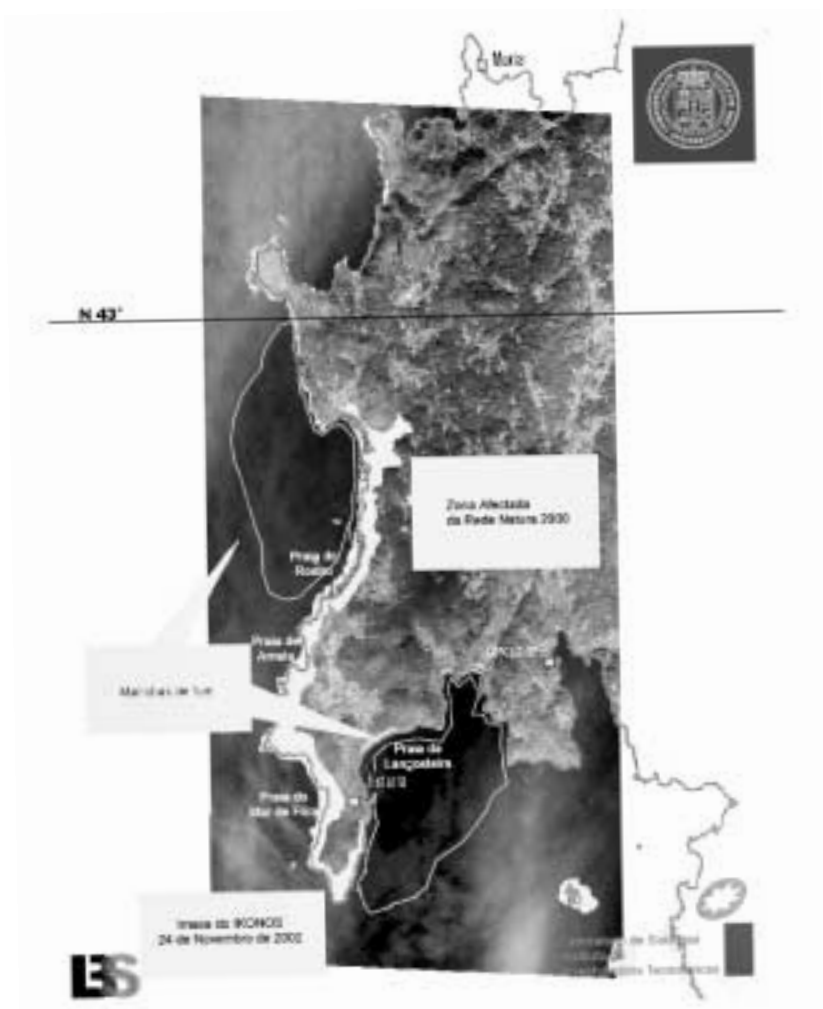


Figura 7a.

Aquí vemos una superposición de una imagen del Ikonos obtenida en el rango visible del espectro electromagnético que ha sido reducida sensiblemente para poder ser superpuesta a una imagen de archivo de la zona mucho mayor que nos ayuda a situarnos. En la imagen de Ikonos podemos apreciar cómo el acantilado situado al sur de la Praia do Rostro está manchado por el fuel, presentando un aspecto negruzco.

El 2 de diciembre llegan las primeras noticias de la posible llegada del fuel a las Rías Baixas. Aparecen «galletas» en Aguiño y se localiza parte del vertido cerca de la Isla de Sálvora. El petróleo amenaza el único parque nacional de Galicia, Illas Atlánticas. El Rey visita Galicia en señal de solidaridad.



Figura 7b.

Los problemas emanados de los vertidos se multiplican sobre todo al observarse la continua pérdida de fuel por parte del barco hundido. En la imagen siguiente obtenida por el ERS, observamos una escena situada en la zona del hundimiento del *Prestige*, con las líneas de batimetría (profundidad del fondo del mar) superpuestas (figura 8).

El 3 de diciembre los marineros de Arousa consiguen frenar la entrada del fuel con sus propias manos. La marea negra ya asola en Parque Nacional. Las Islas Ons amanecen cubiertas de fuel. Una gran estela de hidrocarburo cerca las Cíes, a la entrada de la Ría de Vigo. Más de 7.000 personas participan en la prevención de la llegada de fuel a las Rías Baixas. Ochocientos barcos consiguen evitar que la marea negra asole la ría de Arousa. Miles de personas acuden a la llamada solidaria de Galicia y colaboran en las tareas de limpieza en las playas. Llegan de todos los puntos de España y Europa en la que fue la primera marea humana contra la marea negra.

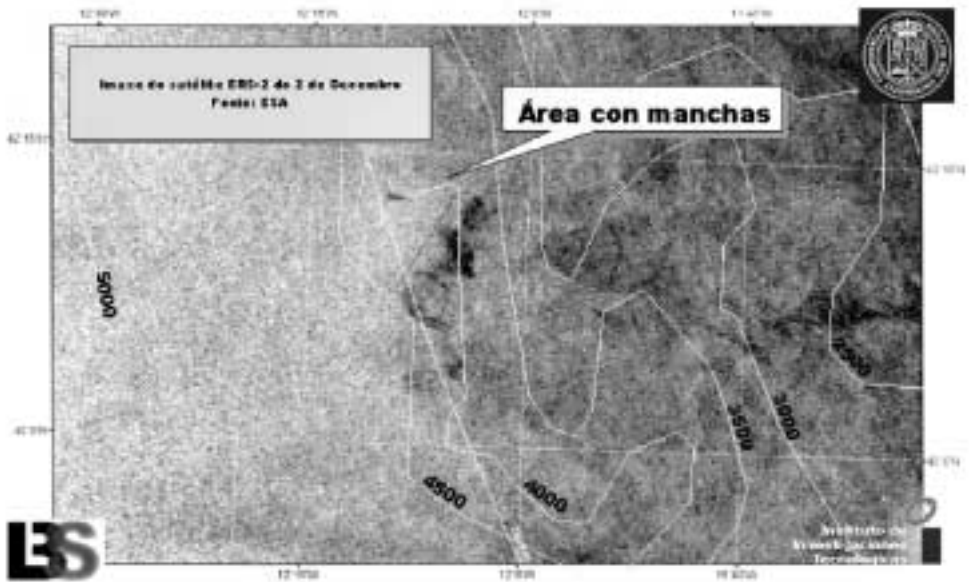
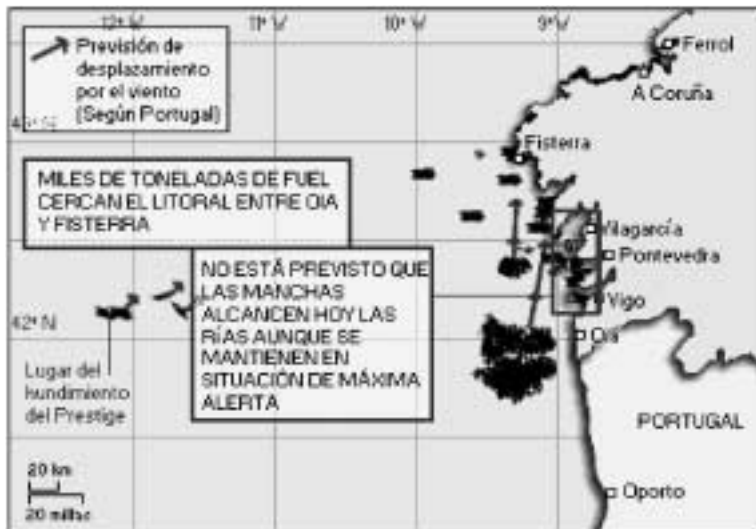


Figura 8.

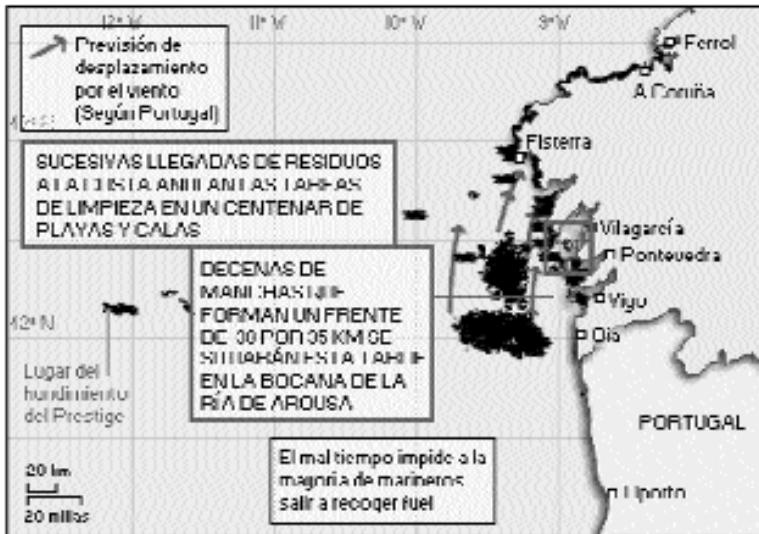
El 13 de diciembre, Galicia espera la llegada de la peor avalancha de fuel. Más de 4.000 embarcaciones se encuentran en alerta en las Rías Baixas una tercera marea negra. El 17 de diciembre ésta afecta de lleno a las Rías Baixas (figura 9).



Fuente: Elaboración propia. Ins. Hidrog. Portugal. Cons. Pesca y Asuntos Marítimos y SIAM.

Figura 9. Evolución de la marea negra. Martes, 17 de diciembre.

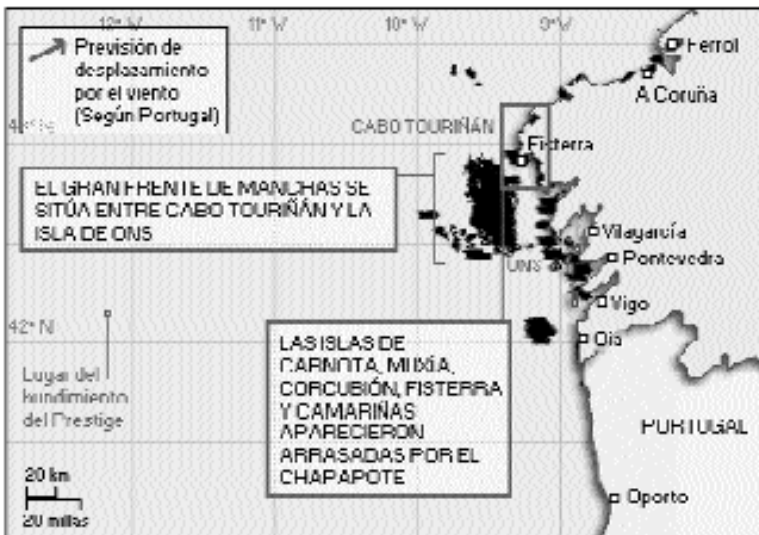
El gran frente de manchas se sitúa ahora entre el cabo Touriñán y la isla de Ons (figura 10).



Fuente: Elaboración propia. Ins. Hidrog. Portugal. Cons. Pesca y Asuntos Marítimos y SIAM.

Figura 10. Evolución de la marea negra. Miércoles, 18 de diciembre.

Las Rías Baixas padecen de pleno las distintas mareas negras generadas por el hundimiento del *Prestige* (figura 11).



Fuente: Elaboración propia. Ins. Hidrog. Portugal. Cons. Pesca y Asuntos Marítimos y SIAM.

Figura 11. Evolución de la marea negra. Jueves, 19 de diciembre.

A comienzos de febrero se ha producido una nueva llegada de fuel a las Rías Baixas, tal y como podemos observar en la figura siguiente:



Figura 12.

Sin embargo, los trabajos de prospección realizados en el marco del plan de limpieza de los fondos marinos del parque de las Islas Atlánticas, que realiza el Ministerio de Medio Ambiente, han dado como resultado que la mayor parte de las cuadrículas (de 100 metros cuadrados) analizadas estaban limpias.

El producto transportado por el *Prestige* es un fuel-oil pesado, que se utiliza básicamente como combustible en instalaciones industriales. Se trata del producto residual de la destilación del petróleo, una vez se han eliminado las fracciones volátiles de mayor valor económico, y de punto de ebullición inferior a unos 300 °C. Su densidad (0,99 g/cm³) y viscosidad (615 «centiStokes» a 50 °C y 30000 centiStokes a 15°C) son, por tanto, elevadas, así como su persistencia en el medio por su escasa solubilidad y volatilidad. De hecho, muestras recogidas en las playas a las dos semanas del vertido no evidencian pérdidas por evaporación o transformaciones. En contrapartida, su penetrabilidad en el sedimento es mínima por lo que, una vez retirado el producto, la contaminación residual será mucho menor que en el caso de un producto más ligero.

El fuel-oil del *Prestige* es similar al que transportaba el *Erika*, aunque con un mayor contenido de azufre (2,6%) y un menor contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos.

La degradación de un fuel-oil de este tipo en el mar es muy lenta. Ensayos de laboratorio, que conducen normalmente a una degradación de un crudo de petróleo del 50-80% al cabo de un mes, no llegan al 12% con este tipo de productos. Por ello es necesaria la recogida manual previa a la aplicación de otros procedimientos de limpieza para incrementar su eficacia.

Los franceses, según fuentes de *Le Cedre*, distinguen cuatro categorías de fuel pesado: (según las normas AFNOR NF M 15-010 hasta NF M 15-013):

- Fuel-oil n.º 1 o fueloil doméstico.
- Fuel-oil n.º 2 (contenido máximo en azufre: 4%) o fuel de bodega.
- Fuel-oil n.º 2 BTS, bajo contenido de azufre (contenido máximo en azufre: 2%).
- Fuel-oil n.º 2 TBS, muy bajo contenido de azufre (contenido máximo en azufre: 1%).

Las características del fuel transportado por el *Prestige*, o M-100 según la clasificación rusa, con un 2,58% de contenido en azufre lo ubican en la categoría fuel pesado n.º 2. Su nombre inglés es «fuel-oil n.º 6». Es un producto muy viscoso, considerado como insoluble, y con un olor característico a petróleo.

El fuel del *Prestige* ha sido analizado por los franceses. Se han utilizado dos muestras. La primera, fue proporcionada al *Cedre* por las autoridades españolas, tomada directamente del cargamento del *Prestige*, y se denomina, a lo largo del documento como muestra de referencia (ER). La segunda muestra, que denominaremos muestra Ailette (EA), fue tomada por el Ailette, en el mar el 18 de noviembre y llegó al *Cedre* el 22 de noviembre por la mañana. Varios análisis han sido realizados para determinar las características físico-químicas del producto, su comportamiento en el mar y su persistencia en el litoral.

Sus principales características físicas son las que aparecen en el cuadro 2:

Cuadro 2

Características		Fuente
Densidad relativa a 15°C	0.993	Certificado de calidad Saybolt-Letonia
	0.995	Medidas Cedre
Viscosidad a 50°C	615 cSt	Certificado de calidad Saybolt-Letonia
Viscosidad a 15°C	30 000 cSt	Medidas Cedre
Temperatura de flujo	+ 6°C	Certificado de calidad Saybolt-Letonia

Se trata de un producto muy viscoso, tal como lo indica la curva de viscosidad-temperatura a continuación (medidas realizadas a 1 s^{-1}); a pesar de las características dadas por Saybolt-Letonia, esta curva no presenta más que una temperatura por debajo de la cual el producto deja de fluir: cuando el producto se encuentra a temperaturas bajas, de pocos grados, (ej.: $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$, temperatura del agua a 3.500 m) es capaz de fluir lentamente sometido a algún tipo de presión.

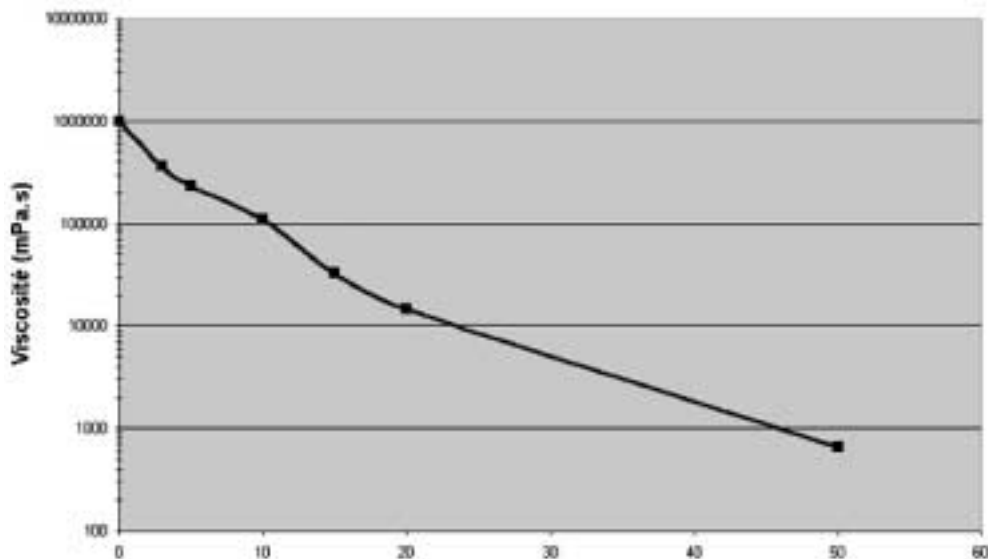


Gráfico 1. Curva de temperatura-viscosidad del fuel del *Prestige* (muestra de referencia).

Tras considerar el problema que supone el pecio del *Prestige*, situado a 3.500 m de profundidad, a la altura de Galicia, el Ifremer (Brest), ha realizado un ensayo, en unos recipientes de prueba bajo presión, sobre la *flotabilidad del fuel, en función de la profundidad de inmersión*. Se destaca, de forma clara, que el fuel sigue presentando una densidad relativa menor a la de la masa de agua que le rodea (densidad del fuel a $3 \text{ }^\circ\text{C}$ y 350 bares , 1.012 frente a 1.045 para el agua de mar a esa profundidad).

La figura adjunta a continuación ofrece una imagen global sobre la composición del fuel del *Prestige*, muestreado por el Ailette el 18 de noviembre (en función del punto de ebullición de sus componentes); siendo muy pequeña la fracción susceptible de evaporarse naturalmente.

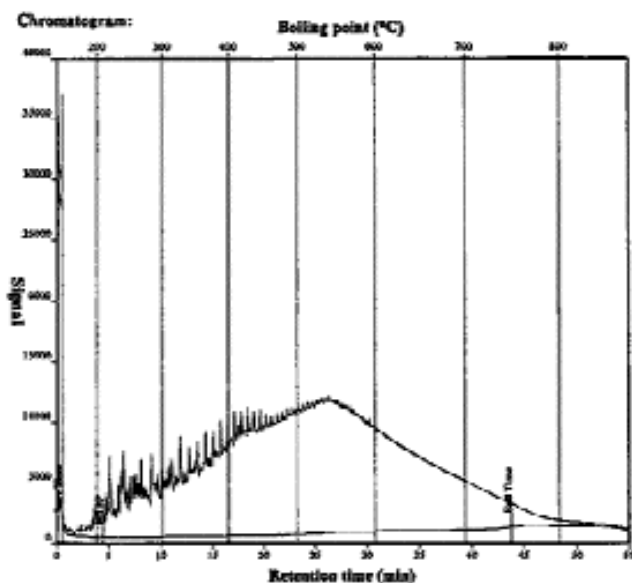


Gráfico 2. Destilación simulada por el Laboratorio ETS de Mont SaintAignan.

El CID CSIC de Barcelona ha realizado los primeros análisis de cromatografía de gases con detector de masa que muestran la siguiente distribución de alcanos: este producto resulta de la mezcla de dos tipos distintos de sustancias de refinado.

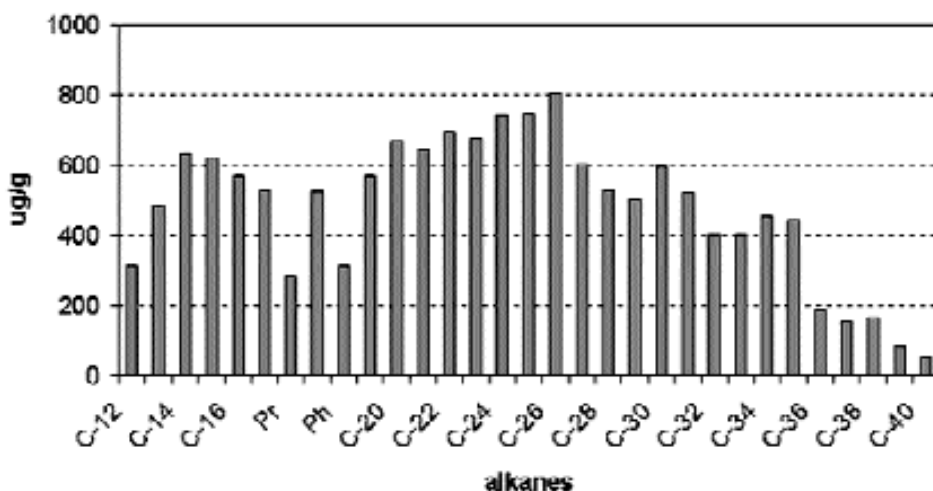


Gráfico 3. Distribución de los n-alcanos del fuel del Prestige (muestra de referencia. Fuente CSIC Barcelona).

3. El estado del medio ambiente antes y después del *Prestige*

Indudablemente, a la hora de estudiar, valorar e interpretar la magnitud de la catástrofe que ha generado el hundimiento del petrolero, puede ser de interés conocer la situación del medio ambiente de la zona, antes y después del evento.

3.1. *Antes*

La introducción de los temas relacionados con el medio ambiente en los contextos científicos, en general, nos aproxima a la preocupación de la Ciencia por las consecuencias que el uso no racional de los recursos, junto a la degradación ambiental de los diversos espacios geográficos puedan llegar a tener en relación con los resultados provenientes del denominado desarrollo económico.

Por otra parte, no debemos olvidarnos de que el medio ambiente debe ser considerado en un sentido amplio, es decir, como un sistema de relaciones, consecuencia de la interacción de los sistemas natural y social. Igualmente, suele considerarse –todo él– como un recurso. Por ello se le concibe constituido por la integración global de una serie de factores y recursos, con los que se insertan y relacionan los seres humanos, en una relación dialéctica de acciones y reacciones recíprocas. En este conjunto de las bases y de los equilibrios de las fuerzas que rigen la vida de un grupo biológico, intervienen factores biológicos y antrópicos que pueden llegar a influir tanto desde el punto de vista fisiológico como desde el psíquico (incluso en casos extremos desde la perspectiva patológica) en los propios individuos.

Como es lógico pensar, en la valoración de este sistema de relaciones entran en funcionamiento factores objetivos y subjetivos, en los cuales, pueden llegar a crearse aspectos de sensibilización, conciencia o, por el contrario, desconfianza frente a las realidades medioambientales o a los problemas que de ellos emanan. Por lo tanto, el medioambiente, podemos afirmar, está marcado por los grupos humanos que lo perciben, lo ocupan y/o lo configuran. Así, no debe de extrañarnos el que con frecuencia nos refiramos al mismo, haciendo especial hincapié en las cuestiones menos positivas, consecuencia de la producción económica (sobre todo de la industria tradicional), del consumo, del hábitat o de las relaciones que hacen de todo el medio un espacio vivido. Tanto es así que, para muchos, el medio ambiente adquiere entidad en la conciencia popular –en los momentos presentes– empezando a ser objeto de estudio para los científicos y preocupación para los políticos, cuando su degradación es ya notoria, resultado tanto de los procesos de contaminación química, como de los ruidos, el hacinamiento urbano, o los «atentados» a la estética de los paisajes rurales o urbanos.

De esta manera, buscando el conocer para, mediante la educación o la política, lograr actuar racionalmente sobre el espacio geográfico, creemos de interés estudiar, trabajar y mostrar ejemplos concretos que nos permitan comprender las transformaciones y, por qué no, las degradaciones sufridas por el medio ambiente español, en general, y de esa porción de tierra comprendida entre las rías de Pontevedra y Vigo, conocida como Península del Morrazo –uno de los territorios afectados por el desastre del *Prestige*–. Ésta, como acabamos de señalar, se

ubica en Galicia, en las denominadas Rías Bajas. Sus límites los hallamos en la Ría de Pontevedra –al norte–, la Ría de Vigo –al sur–, el Océano Atlántico –al oeste– y, al este, la autopista que une Vigo con Pontevedra. Puede, por lo tanto, afirmarse que bien por accidentes naturales bien por elementos artificiales, nos encontramos ante un espacio particular, no sólo por su realidad fisiográfica, sino también por sus peculiaridades medioambientales. Para Otero Pedrayo, el Morrazo mostraba una clara forma peninsular, más fina y dibujada que la de Barbanza, como animada por una lenta vibración en sus rocas alzadas a los 625 metros, en el Faro de Domayo y a los 332 en el de Leboreiro, avanzando entre las dos Rías como un breve esquema de las facies de mar y tierra de la comarca de las señaladas Rías, en riqueza de playas, sectores de pulida o dentada costa, valles de erosión, orlas litorales profusas y tendidas e inicios de cúpulas montañosas de extensos horizontes. (Otero Pedrayo, 1980).

De lo expuesto, podemos deducir que nos encontramos ante una zona de notables cualidades paisajísticas y medioambientales, realidad que aún es; sin embargo, poco a poco, esto se está cambiando. De hecho, la evolución de los paisajes naturales y de los que no lo son, está cada vez más marcada por la influencia del hombre; así, a lo largo de las últimas décadas las transformaciones producidas en los ecosistemas más que de cambios nos inducen a pensar en degradación. Esto se refleja en la Península del Morrazo, en la aparición de síntomas o de elementos que podríamos tildar de degradadores del medioambiente (sobre todo si tomamos éste como un todo). De esta forma –tal y como se observará a lo largo del presente trabajo–, si bien no podemos llegar a olvidarnos de lo irreversible que pueden llegar a ser las transformaciones de los alterados paisajes naturales, mucho más grave pueden ser las consecuencias que se desprendan de la alteración de los espacios urbanos que se localizan en la península.

Es por esto por lo que, la realidad que se desprende de la proximidad del Morrazo a núcleos urbanos como Pontevedra o Vigo, así como la incontrolada especulación urbanística, puede hacernos pensar en la opinión de los que creen que, en no pocos casos, como el presente, nos encontramos ante el enfrentamiento entre los espacios urbanos y los rurales. La ciudad, «hija del pueblo», estimulada por los cambios industriales, ha tomado sus distancias con respecto a su medio de origen. Ha adoptado, incluso, actitudes dominadoras sobre él, mientras que la economía industrial se ha ido desviando, de forma progresiva, del cultivo, pasando a ser considerado como un sector de rentabilidad mínima. Las relaciones campo/ciudad, situadas durante muchos siglos bajo el signo de una interdependencia vivida, pasan a reflejarse, en la actualidad, bajo nuevos signos de tipo demográfico, económico, social..., teniendo que añadir –ahora– los medioambientales. Lo hasta aquí señalado, puede observarse –con claridad meridiana– en los fenómenos que se están desarrollando –de forma acelerada– en la Península del Morrazo, si bien hay que sumarles ciertas peculiaridades cuya impronta se encuentra en la importancia que han tenido –y aún poseen– las actividades pesqueras y las relacionadas con el marisqueo, con especial incidencia en las formas de vida del mundo rural.

Tal y como hemos señalado, anteriormente, la península conforma una región natural que se integra en el «litoral». Su relieve es, por lo general, abrupto, montañosos, aunque más

suave que el que caracteriza a Galicia; incluso, en ella podemos llegar a encontrar valles abiertos, de notable esplendor, como por ejemplo el de Coiro. Toda la zona está atravesada por la mencionada Sierra de Domayo, que corre en dirección NE-SW, dando lugar a la auténtica columna vertebral de estos lugares, también, a la hora de tratar de las unidades estructurales debemos hacer referencia a la Sierra de la Magdalena, que baja desde el norte hacia el sur, en el extremo occidental de la península (desde Bueu hacia Darbo, Aldán e Hio, todas ellas parroquias del «Concello» de Cangas). De esta manera, podemos afirmar que en toda la unidad predominan las zonas de pendiente sensible (entre el 10 y el 25%), con áreas escarpadas en los señalados lugares de mayor altitud. Esto permite el que, por lo general, el drenaje sea bueno.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Cuencas hidrográficas.

Las biocenosis de la península están marcadas, tal y como señalamos, por la acción del hombre; así, debemos recordar que la vegetación primigenia, compuesta por los bosques atlánticos de roble (*Quercus robur*) tan sólo está representada, en los momentos actuales, en las zonas más elevadas.

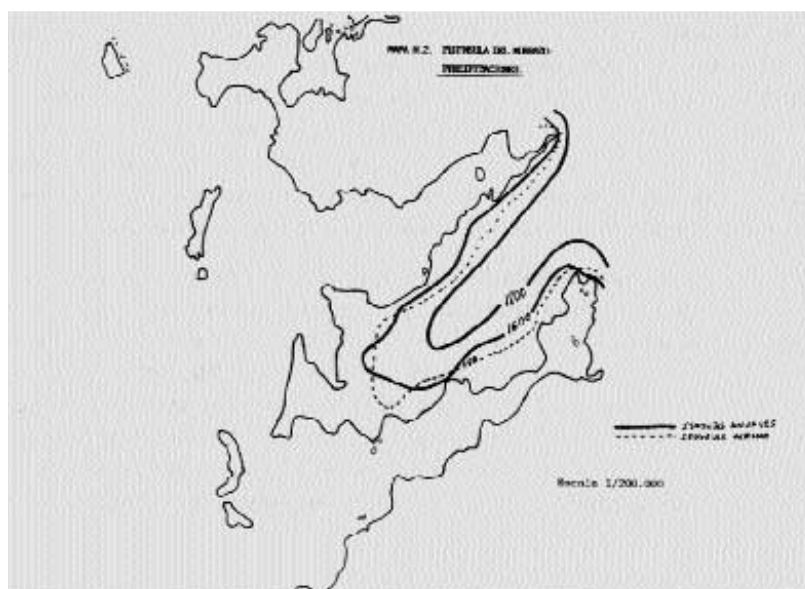
Las causas las encontramos en el hecho de que al haber destruido el hombre la mayor parte de los bosques, y debido a la ausencia de cobertera vegetal natural, se produjeron notables cambios climáticos y una importante degradación edáfica, lo que permitió la aparición de brezales. De forma simultánea, a lo largo de las últimas décadas, se ha desarrollado una importante repoblación forestal, a partir de pinos y eucaliptos. Ambas especies han ido —por sus propias características— empobreciendo los suelos que, además, se caracterizan por ser poco profun-

dos, alternando con frecuentes afloramientos de la roca subyacente, con importante pedregosidad (su ph oscila entre 5 y 6).

Igualmente, decir que entre las especies que en la actualidad ocupan la península destacan los castaños, los retamares («Xesteiras»), partizales y prados naturales, bosques ripícolas, vegetación del acantilado costero y de las dunas de la costa, marjales salinos costeros...

La degradación, consecuencia de la notable influencia humana, se ha dejado sentir, también, en la fauna, principalmente, en los vertebrados; no debemos olvidar que hasta hace apenas un siglo aún habitaban estos lugares ciervos, osos, cabra montés, corzos junto con el lobo, el zorro o el tejón. En los momentos presentes, la distribución de las especies supervivientes (lobo, zorro, tejón) depende de la cobertera vegetal, junto con la mayor o menor conservación de los cursos fluviales, acantilados, ensenadas...

A lo hasta aquí señalado, hay que añadir la mayor o menor incidencia de un clima marcado por la influencia marítima por el norte y el oeste, disponiendo de un clima suave y húmedo a lo largo de todo el año. Los vientos varían, siendo muy diferentes según la época y las zonas; en Marín, por ejemplo, predominan los vientos del norte y sudoeste, mientras que en Vilaboa y Moaña dominan los del oeste y los del sur. Las oscilaciones térmicas no superan los 10 °C, aunque tampoco las extremas son excesivas, no superando en agosto los 30 °C, ni—debido a la altimetría—la nieve en invierno.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14a. Precipitaciones.

Por todo ello, puede deducirse que los factores paisajísticos están marcados, principalmente, por el contraste existente entre las Rías y el interior de la península. En este sentido, hay que

destacar el que en el extremo occidental de la península se han desarrollado áreas de dunas, debiendo mencionarse la ensenada de Rande, el cabo de Home —zona de contacto tectónico—, la «costa de la vela»... Se dan, igualmente, grandes arenales costeros, que llegan a alcanzar alturas próximas a los 150 metros; también, hay que citar los humedales anejos.

Junto a la realidad marcada por el medio natural de la Península del Morrazo, los sucesivos desplazamientos por el ámbito geográfico de la provincia de Pontevedra se ha obtenido, en primer lugar, una impresión genérica bastante favorable sobre el grado actual de contaminación. Hasta el momento anterior a la catástrofe del *Prestige* puede afirmarse que la riqueza paisajística no ha sido dañada, los principales ríos y estuarios presentaban un adecuado grado de conservación, el aire no está excesivamente contaminado y no se advierten grandes acumulaciones de residuos humanos e industrial en las zonas que requieren mayor protección de su medio ambiente. Desde esta perspectiva los aspectos que podríamos destacar son:

- La población en las zonas interiores presenta una densidad excesivamente baja que aumenta progresivamente a medida que se aproxima a la faja costera. Los principales núcleos están enclavados en las proximidades de los estuarios y rías, lo que viene a coincidir con la desembocadura de los diversos sistemas hidrográficos.
- La configuración normal de la red de saneamiento de la provincia correspondiente tanto a las comunidades como a los establecimientos industriales, se observa una masiva utilización de cuencas y estuarios como lugares de vertido de residuos domésticos e industriales (si bien a lo largo de los últimos años los esfuerzos en el ámbito local se han dirigido hacia la construcción de depuradoras).
- Los depósitos resultantes más visibles se observan a lo largo de los ríos Louro y Lérez y puntos de la ría de Pontevedra.
- Las industrias de mayor potencial contaminante tienen instalados aparatos y mecanismos de control, si bien la eficacia de los mismos es relativamente escasa.
- En el aspecto estético se observan algunas alteraciones graves, tales como abundancia de residuos espumosos, películas de aceite y desperdicio de uso doméstico. Tales transgresiones han sido detectadas en aquellas zonas calificadas como puntos negros» por la población pontevedresa (ría de Pontevedra, río Lérez, etc.).
- Los contaminantes que se vierten continuamente en ésta ría incluyen en cierta medida: mercurio, sosa cáustica y otros compuestos químicos de carácter altamente nocivo para el aprovechamiento marisquero.
- Las rías de Vigo y Arosa presentan bajos niveles de contaminación, excepción hecha de la presencia visible de sólidos suspendidos. Los ríos que van a desembocar en las mismas no reciben una descarga excesiva de los establecimientos industriales próximos, excepto en el caso de determinadas fábricas de productos alimenticios y algún vertido esporádico de efectos espectaculares.

- En el área de Porriño se observa un fuerte índice de polución de carácter esencialmente Industrial. La presencia en el río Miño de abundantes capas de aceite y grasa Implican un elevado nivel de vertidos transportados por el río Louro.
- No existe apenas contaminación atmosférica en la provincia, exceptuando la zona de Marín-Pontevedra (fuertes obras principalmente) y la zona industrial de Porriño, con escasa influencia en ésta última sobre la polución circundante.

Una cuestión digna de ser comentada de forma individual es el *deterioro producido por los vertidos domésticos*. Indudablemente, el vertido libre de las aguas residuales procedentes de residuos domésticos y actividades agrícolas (ganadería), origina que abundantes tramos de los ríos y zonas de las rías se encuentran muy contaminados por sustancias orgánicas en descomposición y con cierta alteración del medio ecológico natural correspondiente. En el caso de las rías ello tiene singular importancia, pues a ellos se vierten directa o indirectamente el 70-80% de los residuos de la provincia.

Esta fuente de contaminación es la que podemos considerar como la más generalizada, siendo sus principales efectos los siguientes:

- *Sobre la salud pública*: Muchos de éstos contaminantes contienen bacterias patógenas, que pueden influir esporádicamente en la salud de los habitantes, bien a través de las aguas de distribución doméstica (sometidos únicamente a tratamiento con cloro), como por ingestión de animales capturados en las rías.
- *Sobre la fauna de aguas continentales y marinas*: Haciendo desaparecer especies piscícolas en las zonas afectadas, o forzando la sustitución por otros más resistentes al nuevo medio ecológico creado, con gran detrimento para la pesca y capturas, tanto deportiva como profesional.
- *Sobre la calidad paisajística*: La descarga de desperdicios sólidos sin tratar en los nos, estuarios y aguas costeras da como resultado que se deposite un barro maloliente y repulsivo en los bancos de los ríos y en las costas, perceptible principalmente en mareas bajas. Estos depósitos en materia orgánica en descomposición pueden principalmente percibirse en Redondela y zonas de la ría de Vigo, y son consecuencia lógica de que el movimiento de las corrientes y las aguas en las rías no son suficientes para trasladar los materiales a alta mar, para una futura dispersión de los mismos.

Es una característica común de las ciudades costeras de toda Europa verter directamente en el mar. Ahora bien en los casos en que la estanqueidad de las aguas promuevan su sedimentación en las aguas de vertido, suele en la medida de lo posible evitarse éste efecto, bien alejándose el punto de vertido hasta un lugar en el que los efectos combinados de las mareas, corrientes, olas y el viento dominante, aseguren el arrastre de los desperdicios sólidos a alta mar; o bien mediante la transformación y depuración de la carga orgánica a través de un tratamiento adecuado previo al vertido.

Cuadro 3: Efectos producidos por industrias tipo (similares a las existentes en la zona de estudio)

Industria	Elementos/Líquidos	Sólidos	Casosos	Efectos	Localización
Siderurgia Integral	<ul style="list-style-type: none"> Actividad que consume una gran cantidad de agua. Contaminantes: <ul style="list-style-type: none"> Sólidos suspendidos (+10.000 mg/litro). Cianuros, Cinc. Emulsiones: Alcalis. Aceites y grasas. 	<ul style="list-style-type: none"> Una planta de tres millones de Tm/año produce unos 1.200.000 Tm/año de desechos sólidos, de los cuales 40.000 Tm son recuperables. 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminantes: <ul style="list-style-type: none"> So²; polvo; óxidos de hierro; hidrocarburos. Arena. 	<ul style="list-style-type: none"> Vertidos muy tóxicos para la fauna marina (los cianuros, tiocianuros y fenoles). 	<ul style="list-style-type: none"> Pontevedra.
Minería del Granito	<ul style="list-style-type: none"> Partículas de polvo en suspensión. 		<ul style="list-style-type: none"> Durante la extracción se emiten piedras y polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> Los vertidos no son tóxicos. 	<ul style="list-style-type: none"> En general por toda la península.
Cemento y Derivados	<ul style="list-style-type: none"> Flujo hidráulico: Lluvia y aguas de lavado. Contaminantes: Caliza... 	<ul style="list-style-type: none"> El problema es cuando se dispone hormigón sin usar. 	<ul style="list-style-type: none"> Polución cuando se entrega el cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> Los sólidos en los vertidos líquidos enturbian las corrientes y sedimentan en los lechos de los ríos y rías. El polvo emitido se asienta en el terreno de los alrededores y, finalmente, se traslada a los ríos. 	<ul style="list-style-type: none"> Bueu, Cangas, Marín.
Loza y Porcelana	<ul style="list-style-type: none"> Niveles muy grandes de arcilla en los vertidos. Flujo hidráulico: 0,5 m³/toneladas de aceite usado. 		<ul style="list-style-type: none"> Se emiten a la atmósfera finas partículas de arcilla. 	<ul style="list-style-type: none"> Pueden obstruir los ríos con sedimentos arcillosos. 	<ul style="list-style-type: none"> Vilaboa.
Construcciones Metálicas	<ul style="list-style-type: none"> La transformación de metales con máquinas supone el uso de líquidos refrigerantes, aceites, lubricantes. 		<ul style="list-style-type: none"> Los aceites usados para el corte se descomponen durante las labores de las máquinas emitiéndose gases. 	<ul style="list-style-type: none"> Pueden producirse incendios en el sistema de tuberías debido a la acumulación de aceites. 	<ul style="list-style-type: none"> Bueu, Marín, Cangas.
Mataderos	<ul style="list-style-type: none"> Carga hidráulica 1,5/3,3 m³ (animal procesa). 	<ul style="list-style-type: none"> Grasa, huesos, piel. 	<ul style="list-style-type: none"> Olores desagradables 	<ul style="list-style-type: none"> La mayoría de los líquidos contaminantes son biodegradables. Los residuos dan un aspecto desagradable. 	<ul style="list-style-type: none"> Cangas, Bueu, Marín, Moaña.
Conservas de pescado moluscos congelados	<ul style="list-style-type: none"> Flujo hidráulico: moluscos, pescado. 8 m³/Tm 16 m³/Tm (eliminación de sólidos y grasas). 	<ul style="list-style-type: none"> Residuos, despojos de moluscos, vísceras del... 	<ul style="list-style-type: none"> Olores desagradables derivados del cocinado. 	<ul style="list-style-type: none"> Los vertidos son desagradables. 	<ul style="list-style-type: none"> Bueu, Moaña, Cangas, Marín.
Madera Chapada	<ul style="list-style-type: none"> La madera suele tratarse con mercurio para prevenir la acción de los hongos. El mercurio suele aparecer en los vertidos. 	<ul style="list-style-type: none"> El serrín y las maderas van de desperdicio son la materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> Los gases emitidos de partículas finas de madera. 	<ul style="list-style-type: none"> El mercurio, cuando se encuentra en grandes cantidades, es muy peligroso –al acumularse en los peces y mariscos–, para la alimentación humana. 	<ul style="list-style-type: none"> Pontevedra-Marín, Bueu, Cangas.
Pasta de Celulosa	<ul style="list-style-type: none"> Flujo hidráulico: 30 m³/hora x 1.000 Tm/año. Contaminantes: <ul style="list-style-type: none"> Hidrosulfato de cinc. Sales de mercurio. 	<ul style="list-style-type: none"> Fibra de celulosa, azúcares de madera, hidratos de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrógeno sulfurado, metil-mercaptano, dimetil-sulfuro. 	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentación de los sólidos en suspensión en el lecho de la corriente receptora, generando depósitos y bancos de cieno. En su descomposición desprenden un olor desagradable. 	<ul style="list-style-type: none"> Pontevedra-Marín.

Fuente: Elaboración propia.

Junto con los anteriores también son dignos de mención «los residuos industriales» y «la contaminación por metales pesados».

Respecto de los primeros, el tamaño y características de las industrias en funcionamiento determina que, salvo en algunos casos, su contribución a la contaminación de ríos y costas sea pequeña, comparada con la contaminación de los vertidos domésticos.

Pese a ello, existen peligros ciertos de llegar a alterar el equilibrio ecológico en algunas áreas, por efecto de las emisiones contaminantes de determinados tipos de industria.

La ría de Pontevedra, en primer lugar, presenta unos niveles de contaminación importantes hasta tal punto que será muy dificultoso restablecer el equilibrio ecológico del sistema, caso de que se iniciara una estrategia orientada hacia la recuperación de la misma.

A éste proceso de degradación están contribuyendo en gran medida los residuos de algunas industrias ubicadas en la ría.

La degradación ambiental producida por estas plantas industriales (materia orgánica, sólidos en suspensión, elevado pH, etc.) y de modo especial los vertidos de ácidos (sulfúrico y clorhídrico), sales de mercurio y sosa cáustica han sido determinantes en el proceso de deterioro de la mencionada ría.

Junto a estas plantas altamente nocivas, están ubicadas un conjunto de actividades de cierto poder contaminante, (manufacturas metálicas, conservas de pescado, etc.), si bien su incidencia sobre el espacio ecológico es sensiblemente menor que las anteriores citadas.

La zona de Porriño junto con los valles del Louro y Tea, forma la segunda gran área de alto grado de contaminación de la provincia como consecuencia de su elevada concentración industrial.

En lo que a calidad atmosférica de la zona se refiere, la presencia de gran cantidad de puntos de inmisión de residuos gaseosos y el bajo nivel de transferencia aérea han dotado a la misma de un cierto nivel de nocividad ambiental, si bien no afecta apenas a los asentamientos de población.

Las rías de Vigo y Arosa han sido escasamente dañadas por el desarrollo industrial de la provincia, si bien la primera presenta mayores síntomas de deterioro.

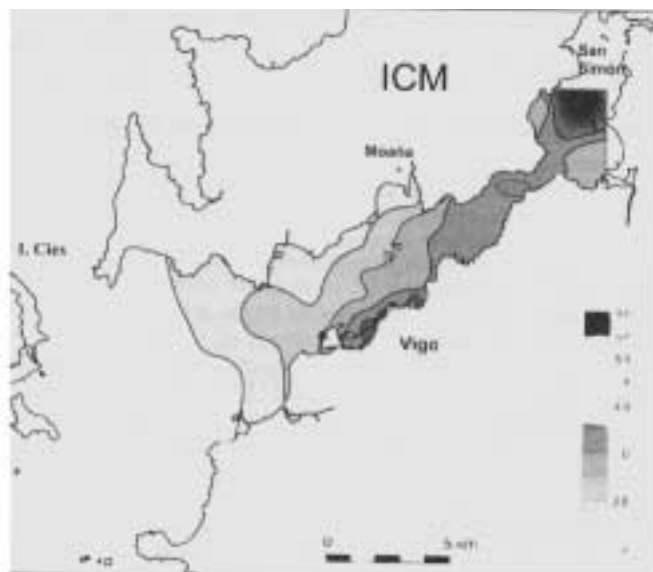
Respecto de la contaminación por «metales pesados», cobra relativa importancia la ría de Vigo, donde el mayor núcleo de población lo constituye la propia ciudad de Vigo y su área de influencia con un total de 287.000 habitantes (INE, 2001). Entre las actividades industriales predominantes se destacan las de la construcción naval, fabricación de automóviles, siderurgia y cerámicas, entre otras. Los análisis de aguas son la vía más obvia para cuantificar el grado de contaminación existente, pero no son fáciles de realizar pues las concentraciones de metales en disolución son muy bajas, y hay grandes probabilidades de contaminar las muestras durante la recogida y análisis. Además, los metales transportados en ecosistemas acuáticos, debido a su baja solubilidad, se fijan rápidamente sobre el material sólido. La unión del metal con el material en suspensión llevará, en último término, a la incorporación de los elementos traza al sedimento. Es por ello, que los sedimentos son un almacén altamente concentrado de metales, con concentraciones varios órdenes de magnitud superior a los de las aguas adyacentes, tanto inters-

ticiales como suprayacentes. Esta mayor concentración metálica junto con su fácil muestreo, manejo y análisis químico hacen preferibles los estudios de sedimentos frente a las aguas.

Ahora bien, el primer factor clave a la hora de evaluar el grado de contaminación en un área dada radica en la determinación de los denominados valores de fondo o «background». Rubio *et al.* (2000a) demuestran como la elección de uno u otro valor de fondo condiciona la interpretación geoquímica de un área. Otro factor que influye de manera decisiva es el efecto del tamaño de grano y su relación con el comportamiento de los metales durante la diagénesis.

La técnica más recomendada para el establecimiento de los valores de fondo para una zona en concreto, es el análisis de testigos sedimentarios lo suficientemente profundos como para tener registro de sedimentos de edad anterior a la etapa industrial del hombre. En sedimentos submareales no es fácil conseguir testigos que lleguen hasta ese nivel, de ahí que hasta la fecha para las Rías Baixas se hayan venido usando las alternativas mencionadas que en todos los casos se refieren a sedimentos superficiales. Rubio *et alia* (2000) en un reciente trabajo y con la finalidad de validar los datos preexistentes se ha tomado un testigo K1 (corer de gravedad) en la zona submareal de la parte interna de la Ría de Vigo, en un área altamente impactada antrópicamente, concretamente en el transecto Vigo-Moaña (Rubio *et al.*, 2000a), contrasta y combina los resultados con datos procedentes de estudios previos en muestras superficiales y verticales de la Ría de Vigo con la finalidad de reinterpretar el estado de contaminación en la Ría.

Los resultados de estas propiedades para los testigos subsuperficiales concuerdan con las tendencias comentadas de los sedimentos superficiales y en concreto las del testigo K1 se muestran en la figura.



Fuente: B. Rubio *et alia* (2000).

Figura 14b. Distribución superficial del Índice de Contaminación Metálica.

En ella podemos apreciar que los valores de fondo obtenidos en muestras preindustriales procedentes del testigo de gravedad Kl de la ría de Vigo, son análogos a los de Rubio *et al.* (2000a) para Al, Fe, Mn, Ti, Ni, Co y Zn, aportándose nuevos valores para Pb, Cu y Cr. Se puede deducir, a la vista de los resultados obtenidos en el Índice de Contaminación Metálica que la ría en su conjunto presenta un estado de contaminación moderado para Cu, Zn, Cr, Fe y Pb, que se acentúa según nos aproximamos a la ensenada de San Simón y hacia la zona portuaria de Vigo, como consecuencia de la mencionada base industrial.

Indudablemente, el estado actual del medio ambiente en la provincia puede mejorarse:

- controlando las emisiones industriales a la atmósfera y a las aguas;
- mediante un plan progresivo de tratamientos vertidos domésticos.

Ambos aspectos tienen bastante importancia y, en particular, respecto al segundo, los peligros para la salud pueden paliarse aumentando las instalaciones de depuración de agua para tratar las aguas domésticas.

El futuro desarrollo de la actividad industrial y el crecimiento demográfico que se esperan en la provincia tenderán a agravar más ambos tipos de contaminación.

Los efectos potenciales del desarrollo industrial pueden ser minimizados asegurando que las nuevas industrias traten sus corrientes de vertido antes de su salida y habilitando controles por medio de una apropiada legislación, particularmente para aquellas industrias que representan un mayor peligro para el medio ambiente, como son las químicas, papeleras y del metal.

Pero, además, una adecuada estrategia del medio ambiente exige tener en cuenta la otra gran fuente de contaminación de la provincia: los vertidos domésticos.

En una provincia en la que existe una decidida determinación de controlar la contaminación industrial (actual o futura) la situación de la contaminación de origen doméstico es un factor importante. La contribución a la contaminación de muchas industrias será insignificante comparada con la de las comunidades adyacentes a las fábricas. Este hecho hará difícil llevar a cabo una legislación en la que se prevean sanciones para controlar la contaminación industrial, salvo que se apliquen restricciones similares a la contaminación de origen doméstico.

Será, por tanto, necesario incorporar a los programas de mejora del medio ambiente un programa para aumentar los sistemas de tratamiento de los vertidos domésticos.

Esto puede lograrse más efectivamente considerando para cada zona de desarrollo industrial una planta de tratamiento que sea capaz de tratar los vertidos domésticos e industriales a un tiempo y que posteriormente vierta a los ríos y litoral. Sin embargo los efectos de otros tipos de contaminantes industriales, únicamente podrán ser centralizados mediante tratamiento independiente en cada fábrica.

Para completar esta sucinta visión debemos referirnos, por otra parte, a los denominados servicios públicos y, en concreto, al saneamiento. El nivel de contaminación orgánica que transportan las aguas de la Península suele ser importante, sobre todo si tenemos en cuenta

que éstas no suelen pasar por ningún tipo de tratamiento, por lo que suelen verter, directamente a las rías, una gran cantidad de residuos.

Lo hasta aquí expuesto puede concretarse en diversos ejemplos, que nos permitirán conocer mejor la problemática medioambiental señalada. Para ello, iremos tratando lo que acontece —en esta materia— en los diversos «Concellos». Sin embargo, antes de entrar en ello, no debemos de olvidarnos de que el espacio que estamos estudiando nos presenta, principalmente, el predominio de un paisaje rural cuyas bases se habían creado ya en la Baja Edad Media. Sus rasgos esenciales no se habían alterado hasta épocas muy recientes, siendo aún reconocibles en la actualidad en amplias zonas de la Península del Morrazo. Nos encontramos ante una densa red de poblamiento, cuya trama esencial no ha experimentado cambios sustanciales, en la que la aldea es el elemento principal, completo por la presencia de pequeñas iglesias parroquiales junto con un poblamiento disperso representado por granjas y casales aislados. Un paisaje rural humanizado, organizado en aldeas, en las que la agricultura ha supuesto uno de los factores económicos y paisajísticos fundamentales.

Al lado de los núcleos de poblamiento rural se han afianzado y desarrollado importantes núcleos urbanos —en el caso que nos compete debemos resaltar la importancia de Marín o de Cangas del Morrazo, todo ello sin olvidarnos de la enorme influencia que sobre las entidades de población del Morrazo ejercen núcleos como Vigo o Pontevedra—. Sobre este esquema tan simple se empiezan a dejar sentir los resultados de unas actividades urbanísticas, económicas o de ocio, cuyos resultados más generales vamos a pasar a tratar seguidamente.

Si dejamos al margen el núcleo urbano de Pontevedra, en la parte noroccidental de la península encontramos el «Concello» de Marín. Su superficie es de 39,6 km² con una población de derecho que en 2001 era de 23.552 habitantes, lo que supone una densidad de población de 595 hab./km². La realidad económica y social de Marín, junto con su especialización portuaria, hace que sea en el puerto y en los astilleros donde encontramos algunos de los principales focos contaminantes (éstos nos aproximan a las industrias conserveras y frigoríficas que se ubican en el puerto). No obstante, una de las cuestiones más problemáticas la hallamos en la realidad urbana. Los factores que han dado lugar al actual caos urbanístico que padece Marín podríamos resumirlos en los puntos siguientes:

- Una demanda turística de carácter familiar en los meses de julio y agosto, muy importante.
- La inversión de los ahorros generados por los marineros en el mar (pesca de altura, plataformas petrolíferas, marina mercante, marina de guerra) en la adquisición de viviendas.
- La transformación del paisaje urbano a partir de los años sesenta, pasando de casas de una o dos plantas a construcciones que superan las seis plantas. Esto genera una alternancia de todo tipo de construcciones lo que se concreta en una verdadera anarquía urbana. Debido a la proximidad con Pontevedra esto se ha acrecentado (no son pocos los pontevedreses que se han trasladado a vivir a Marín).

Ahora bien, si los problemas descritos son una realidad, no debemos olvidarnos de que una de los coadyuvantes fundamentales lo encontramos en la falta de planificación urbanística y de ordenación del territorio; si tomamos como puntos de referencia el antiguo puerto y la Academia Militar, podemos afirmar que el desarrollo urbanístico ha sido y es, totalmente, caótico. Junto a esto debemos destacar los problemas de las zonas rurales y rururbanas del «Concello». Puede constatarse paulatina desaparición de las formas arquitectónicas populares (en los momentos presentes la mayor parte de las construcciones son de ladrillo, con la única excepción de los chalés que por mor de circunstancias económicas diversas proliferan de forma dispersa, y que se construyen en granito). Los motivos de semejante caos lo encontramos en la referida pesca de altura, primero, después el desarrollo y la ex-pansión urbana de Pontevedra y, en los momentos actuales, la especulación del suelo y la incontrolada construcción que tienen entre sus múltiples consecuencias, la degradación del medio natural y del medio urbano.

El segundo «Concello» a estudiar es el de Bueu. Posee una superficie de 31 km² con una población que en 2001 ascendía a 12.407 habitantes, lo que suponía una densidad de población de 400 Hab./km². La problemática medioambiental se concreta en la degradación e incluso desaparición de las dunas de las playas de Agrelas y Portomaioir; éstas, amén de ser utilizadas —como aparcamientos—, tal y como sucede en otras muchas playas del Morrazo, padecen las consecuencias de que a través de las mismas desembocan pequeños cursos de agua que, a lo largo de los últimos años, se han convertido en verdaderas cloacas (a través de ellos desaguan todo tipo de residuos: jabones, detergentes, líquidos de cocina, grasas, excrementos,...). Igualmente, debemos hacer referencia a la zona del antiguo salazón, al antiguo aserradero, a las ruinas del Club Náutico... cuya degradación se acrecienta al haberse convertido, en los últimos años, en los lugares utilizados por los drogadictos; igualmente, debemos citar la zona de «Banda do Río» en la cual se incluyen construcciones abandonadas, negocios en ruinas y el trabajo de los «bateiros», que deshacen las bateas en plena playa.

Ahora bien, para muchos es el «Concello» de Cangas —en el que se ubica la denominada capital del Morrazo— uno de los que cuenta con más y mayores problemas medioambientales. Cuenta con una superficie de 38,1 km². y una población que en 2001 se aproximaba a los 22.488, lo que supone una densidad de población de 590 hab./km. Quizá, su tradición pesquera, la atracción que ha tenido sobre los foráneos, la importante densidad de habitantes por kilómetro cuadrado sean los causantes de ello. De esta forma, junto al puerto, a las industrias conserveras y frigoríficas, debemos hacer referencia a los aterramientos, escombros, basuras que a lo largo de los últimos años se suman al «campismo» incontrolado y a las talas ilegales (especialmente, importantes en el Carballal de Coiro).

En la degradación del medio físico del «Concello» cobra especial interés el deterioro de las muy bellas playas con las que cuenta Cangas. Los motivos son diversos, si bien podemos destacar el excesivo uso dominical durante los meses de verano; esto ocasiona la acumulación de basuras que, al no retirarse, se van acumulando año tras año. El problema se incrementa ya que la mayor parte de los habitantes de Cangas, suele pasar los fines de semana en las playas.

Las referidas playas son de notable belleza debiendo destacarse en la zona conocida como ría de Aldán, las de Menduiña, Rabáns, Couso, Areacova, Vilariño, Arnelas, Carballal, Areabrava, Alada, Castiñeirás, Francón y Laguelas.

En la parte sur de Cangas frente a las islas Ciesse encuentra la playa de Melide. Toda la ensenada de Barra forma una gran playa, que a efectos naturales se subdivide en tres: Barra, Nerga y Donón.

Dejando atrás las de los Castros y Temperán, llegamos a la ensenada de Liméns, donde existen dos playas: Liméns, donde existen dos playas: Liméns y Santa Marta; pasando por la de O Porto y la de Entremuiños, se llega a la zona de Balea, donde se ubican las de Areamilla, Medio, Congorza y Salgueiron.

En la ensenada de Cangas están las de Rodeira y Canabal (popularmente, conocida —esta última— por la de los «alemanes»). En los momentos actuales, la playa más afectada por la contaminación, en general, es la de Rodeira; la razón, quizá, la encontremos en que es la más céntrica y de más fácil acceso (en la época estival, pese a que se prohíbe el baño, no son pocos los visitantes que no tienen en cuenta que en ella se concentran todos los vertidos de los alrededores).

Todas las playas a las que hemos hecho referencia, dejan mucho que desear en cuanto a la limpieza. Son pocas las papeleras o los contenedores, llenándose rápidamente, de tal forma que con los primeros calores, se crean olorosos basureros muy transitados por las ratas, las cuales suelen asentarse en las dunas, sobre los marjales salinos.

En lo que es el mismo centro de la villa, se localizan la playa de Massó y la del matadero, muy afectada por la contaminación. La primera, una pequeña caía, está situada al lado de la fábrica de conservas que lleva su mismo nombre. En la segunda se vierten, directamente, los residuos del matadero, por lo que las aguas son propensas a transportar todo tipo de bacterias y virus provenientes de los restos de los animales que se sacrifican.

Al introducir los comentarios referentes a este «Concello» hacíamos referencia a un problema que se presenta, sobre todo, en los meses de verano, nos estamos refiriendo a «campismo» salvaje e incontrolado; este tipo de práctica se da en la mayor parte de las playas, si bien es muy importante en los parques naturales de melide y Barra, amenazados por la degradación paisajística, y ya, en los momentos actuales, verdaderos focos de contaminación.

Junto a esto, mencionar que los «chiringuitos» que pueblan la zona, vierten sus residuos (líquidos y sólidos), en las propias dunas, dando lugar a un sin fin de basureros en los que se acumulan latas, cascotes de botella, etcétera.

Sin embargo, al tratar del Cangas del Morrazo, por desgracia, no sólo debemos mencionar la degradación que está sufriendo su geografía física, también debemos hacer mención a los problemas del medio humano y económico. Cangas, «per se», forma parte de la conocida como región urbana de Vigo, quedando bajo su influencia económica. A esto debemos añadir el que, en lo que va de siglo, ha presentado un crecimiento demográfico con un índice en 2001 del 157,9 (tomando como base 100, 1900); los motivos son varios, si bien debemos hacer refe-

rencia a un sector hoy en crisis permanente pero que ha motivado tan importante incremento, la pesca (también a la referida crisis del sector pesquero hay que achacar el estancamiento socioeconómico de la villa en los últimos años).

Una de las mayores dificultades, al tratar del medio humano y económico de Cangas, es el delimitar su núcleo urbano, ya que no puede considerarse como tal, tan sólo, la parroquia de Cangas, sino que hay que añadir algunas zonas de las parroquias de Coiro, de Darbo, ..., las cuales forman parte del complejísimo entramado urbano (de esta manera, puede afirmarse que el núcleo urbano estaría formado, aproximadamente, por unos 9.500 de los 22.000 habitantes que integrarían todo el municipio).

Dentro de la morfología de la villa de Cangas, se puede percibir —perfectamente— una zona antigua, encabezada por la Colegiata, que presenta unas callejas estrechas (Outeiro, Cega, ...) que, por lo general, desembocan en unas pequeñas plazuelas (Progreso, Arco, Fonte Nova, ...), y, una zona moderna, con bloques que oscilan entre tres y seis plantas.

Es en la segunda de las zonas, en la que hemos calificado como moderna en la que, desde un punto de vista urbanístico, puede hablarse —tal y como hacíamos al estudiar el caso de Marín— de caos. De hecho, a la falta de planes generales se suma la inexistencia de normas locales que, de una u otra forma, coadyuven al logro de un urbanismo equilibrado (a esto hay que añadir el aumento desmesurado de la especulación inmobiliaria unido al desconocimiento de las líneas urbanísticas que se van a seguir en el casco urbano; también hay que hacer referencia a la falta de suelo para equipamiento, lo que facilitaría la construcción de viviendas sociales) Moaña es otro «Concello» del Morrazo. Con una superficie de 35,1 km². En Moaña los problemas medioambientales también son heterogéneos, si bien presenta una cierta similitud con los referidos al tratar los existentes en los otros «Concellos». La caracterización de los mismos viene marcada por los vertidos al mar —tanto de aguas residuales, como de desechos de tipo industrial— y por el elevado índice de contaminación de los ríos Fraga y Puntillón. Si descendemos a ejemplos concretos, en primer lugar debemos hacer referencia a los barcos que descargan pescado en el secadero de bacalao y frigorífico conocido como de «Morales», bombeando al mar los residuos de las sentinas; junto a esto, en la antigua fábrica de Corona, ahora frigorífico, se limpia el pescado —especialmente, pota— y parte de los subproductos que arrojan a la ría sin ningún tipo de depuración, observándose en las proximidades todo tipo de restos. También, dentro de este amplio primer apartado, hacer referencia a una empresa de desgüaces existente en un lugar denominado Regueriños, la cual tira al mar la chatarra que carece de interés comercial. En segundo lugar, debemos tratar del estado de las playas. Las de Forte, A Borna, O Porto, Sobreira, Queixeira y Moura recogen todo tipo de basuras y desperdicios —líquidos y sólidos—. En tercer lugar, un ejemplo concreto de degradación medioambiental en el «Concello» lo hablamos en el denominado «Chan de Arquiña». En teoría nos encontramos ante una zona calificada como de «recreativa», si bien, para diversas asociaciones ecologistas, habría que hablar de «vertedero recreativo», de un «basurero de esparcimiento» cuyo estado es impresentable. «Chan de Arquiña» es una zona en la que junto a los extraordinarios

castañares existen elementos y restos arqueológicos y prehistóricos. Sin embargo, en este lugar, casi todo está sin vallar, sin señalizar y sin limpiar.

Por último, hay que señalar los problemas medioambientales del «Concello» de Vilaboa. Este, con 37,5 km² y una población de 8.521 habitantes (lo que supone una densidad de 227 hab./km², es decir una de las más bajas de península del Morrazo, pese a ser una cifra elevada), también presenta unos importantes cambios paisajísticos debido tanto a la construcción de la autopista que une Vigo con Pontevedra, como a los vertidos incontrolados que junto a la existencia de escombreras provenientes de industrias como la de cerámica, se han convertido en verdaderos focos contaminantes.

Otro ejemplo al que no podemos dejar de mencionar es el denominado como Parque Nacional de las Islas Atlánticas.

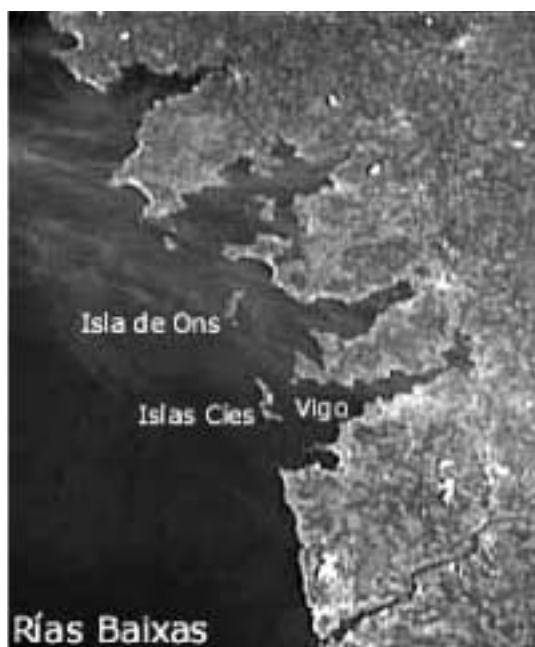


Figura 15.

Las Islas Cíes (42° 15' Latitud Norte y 8° 54' Longitud Oeste), situadas en la entrada de la ría de Vigo constituyendo una barrera natural de protección para la misma. Esta característica es la que hace del *Puerto de Vigo* uno de los más seguros del mundo. El conjunto está formado por tres islas, Monteagudo, Faro y San Martiño. La situada en el norte, Monteagudo, y la del medio, isla de O Faro, se encuentran unidas por una barra arenosa y un puente. Esto da lugar a que en la bajamar se forme una especie de lago marino rico en flora y fauna singular (ver figura 16).

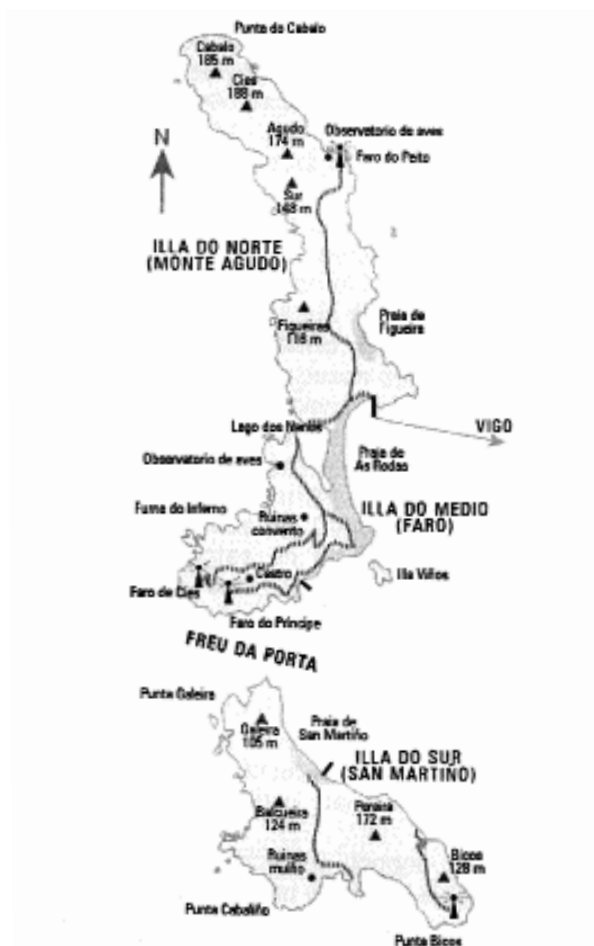


Figura 16.

A la belleza natural de las islas hay que añadir la existencia de colonias de aves marinas, animales terrestres, flora en vías de extinción y dunas, además de diversos restos arqueológicos. Todo esto da lugar a que en el año 1980 sean declaradas Parque Natural consiguiéndose de esta manera su protección, pasando en el año 2001 a integrar el Parque Nacional de las Islas Atlánticas.

Éstas forman una pared rocosa vertical hacia el mar abierto en contraste con las suaves pendientes de la zona opuesta. Las playas se caracterizan por una arena blanca y extremadamente fina bañada por aguas transparentes. En el acantilado existen enormes cavernas marinas que constituyen un refugio para las aves marinas. Algunas sobrepasan los treinta metros de profundidad y quince metros de altura.

Las dos islas principales, Monteagudo y O Faro, están unidas por una barra arenosa resultado de la acción de las corrientes marinas. La costa oeste de las islas Cíes se caracteriza por la altitud y dureza de sus acantilados, en contraposición con la costa este, definida por laderas que descienden hasta playas de fina arena.

En la isla de Monteagudo resalta el *sistema dunar de Figueiras-Mixeiro*, desde el que se llega hacia el norte al Faro de Monteagudo o de O Peito, donde existe un observatorio de aves. Volviendo a la isla de O Faro se encuentra la formación sedimentaria de la playa de Rodas, que une las dos islas, y el extenso y bello *lago de Os Nenos*. Hacia el sur se llega al observatorio de aves de Alto da Campá y al Faro de Cíes. Un centenar de metros abajo se localiza el Faro da Porta, cerca del pueblo celta de Castro de As Hortas.

El «Castro de As Hortas» es un vestigio de la antigua población céltica de las islas Cíes. De gran interés arqueológico, muchas de las piezas allí descubiertas se pueden admirar en el Museo de Pontevedra y en el Pazo de Castrelos de Vigo. También en la isla de O Faro se conservan los restos de un *monasterio fundado en el Reino Galaico-Suevo*, víctima de sucesivos saqueos por vikingos y piratas ingleses como Sir Francis Drake, actualmente sede del *Centro de Interpretación*.

En la isla de O Faro se encuentra el único alojamiento de las Cíes, el camping, al que acceden numerosos visitantes desde Semana Santa hasta final del verano por transporte marítimo desde el puerto de Vigo.

Junto con las colonias de Cabo Vilán, crecen en las islas Cíes las poblaciones más importantes en Galicia de la escasa Camariña (*Corema album*). Otras especies botánicas de interés son el *Helicrysum picardii virescens* y la *Viola kittaibelliana var. Henriquesii*, ambas endemismos galaico-portugueses.

El Parque Natural de las Islas Cíes cuenta como reserva de aves marinas con la mayor colonia del sur de Europa de *Larus Cachinnans*, 2.000 parejas, y de *Phalacrocorax aristotelis* con 1.000 parejas. Otras numerosas especies de aves encuentran en las islas su hábitat ideal, tanto por causa de su soledad como por la benignidad del clima, de precipitaciones escasas y temperaturas suaves.

El espacio intermareal y los fondos submarinos de las Cíes son extraordinariamente ricos en fauna y flora (siendo, sin duda, los más afectados por la catástrofe). En sus cristalinas y atlánticas aguas viven mariscos como el Percebe (*Pollicipes cornucopia*), el Buey (*Cancer pagurus*) o la Nécora (*Necora puber*). Son remarcables la gran cantidad existente de esponjas, gorgonias, poliquetos y moluscos, destacando también los ejemplares de Erizos (*Paracentrotus lividus*), de las Estrellas de Mar (*Asterias rubens e Marthasterias glacialis*), y el Pulpo (*Octopus vulgaris*).

LA ISLA DE ONS

Mayor en extensión que las Cíes y Sálvora y algo menor que la Isla de Arousa, este promontorio granítico presenta dos caras fuertemente diferenciadas. La de tierra, que mira a la ría de Pontevedra, presenta un perfil suave y rectilíneo, jalonado de playas de arenas blanquísimas.

La del oeste, enfrentada al mar abierto, un perfil recortado con pequeñas calas, ensenadas, acantilados y cuevas marinas, localmente llamadas «furnas» (ver figura 17a).



Figura 17a.

Al igual que en las Cíes, es probable que existiera una notable masa arbórea autóctona de rebolo o crequiño, en la actualidad desaparecida, destacando entre su flora más representativa los tojos, brezos, sauces..., más pinos y eucaliptos de repoblación.

El archipiélago constituido por las islas de Ons y la de Onza albergan una de las mejores colonias de cormorán moñudo de Galicia, a la que se suma una gran colonia de gaviota patiamarilla. Destaca la presencia de aves de acantilado como la chova piquirroja o el vencejero real. En Ons abunda el eslizón ibérico, endemismo ibérico, pero de distribución muy

reducida en Galicia. Desde la costa es frecuente observar el paso de delfines mulares «arroaz» y común y la exhibición de charranes a la captura de pequeños peces en sus cristalinas aguas costeras.

LA ISLA DE SÁLVORA

Situada enfrente del puerto de Aguiño, las agrestes costas de la pequeña Isla de Sálvora crean un gran vivero natural de todo tipo de mariscos destacando el excelente percebe que se da en estas rocas. Además de esta riqueza marina, la isla es el habitat de numerosas aves que eligen como lugar de nidificación sus agrestes costas.

La isla de Sálvora fue elevada al rango de los lugares sagrados de los celtas por el poeta Ramón Cabanillas, cuando localizó en ella las fantasías de Merlín y los sueños del rey Arturo. El señorío de la isla de Sálvora siempre estuvo ligado a los dueños de la Torre de Goiáns, en Boiro, que ordenaban la población de la isla. Sus vecinos llevaban en barcas el ganado para pastar en los prados.

Por último, tenemos que referirnos a la isla de *Cortegada*.

Situada al fondo de la ría de Arousa, frente a la villa de Carril, la isla de Cortegada está en contacto con la desembocadura del río Ulla.

Su extensión es de cinco hectáreas en las que apenas hay elevaciones reseñables. Al encontrarse cerca de zonas habitadas (con la marea baja se puede acceder a pie desde Carril), la conservación de su riqueza natural estaba en peligro. Al norte de la isla de Cortegada se localiza el bosque de laurel (el más grande de Europa) con ejemplares de hasta 13 metros de altura. Conviven también robles, pinos mansos y eucaliptos en la zona central, así como especies tropicales como los plátanos.

En cuanto a la fauna, además de los caballos, jabalís, reptiles y aves limícolas que hay en la isla, en la parte de la ría que la separa de Carril se cultiva la almeja que sirve como sustento económico para la zona.

Buena parte del territorio del Parque Nacional se ve afectado, directa o indirectamente, por las Directivas Comunitarias Hábitats y la 79/409/CEE de Aves, eje central de la política Comunitaria en materia de Conservación de la naturaleza (tal y como podemos observar en las figuras 17a, 18).

La Red Natura 2000 incluye los ecosistemas y hábitats naturales más representativos de Europa, designados Zonas Especiales de Protección para las Aves (ZEPA), y Zonas Especiales de Conservación (ZEC). Las Zonas Especiales de Protección para las Aves (ZEPA), declaradas en cumplimiento de la Directiva.

Aves, ocupan hoy día en el Estado español más de tres millones de hectáreas, siendo sin embargo dicha superficie insuficiente e incompleta, ya que no cubre los porcentajes que establece la UE para algunas de las especies. En nuestra área de estudio, amén del Parque Nacional, encontramos áreas de gran valor ecológico como la Ensenada de San Simón, en la ría de Vigo, el Cabo Udra o la Costa da Vela.

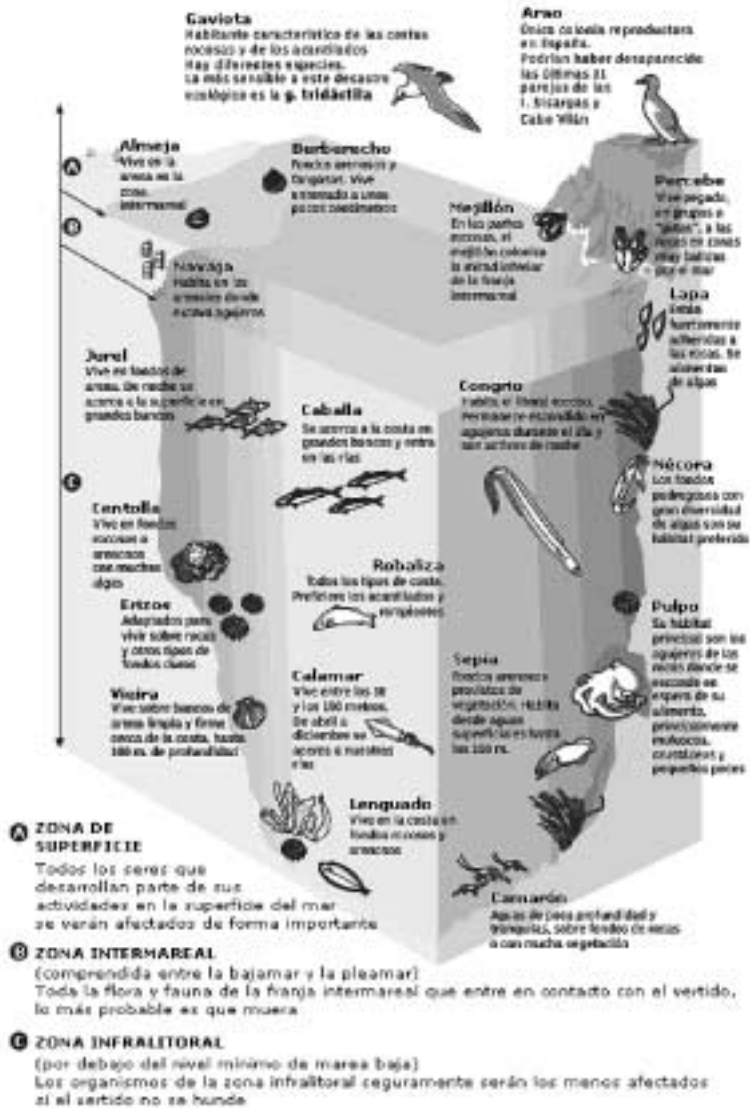


Figura 17b. Red Natura 2000 en la zona de estudio.



Fuente: SEO/BirdLife (2002).

Figura 18.



Fuente: Museos Científicos Coruñeses. Elaboración propia.

A. Manzano/Manuela Mariño/Xoán G.

Figura 19. El ecosistema de la costa gallega, que se extiende a lo largo de 1.195 kilómetros, está amenazado desde que el Prestige, empezó, hace hoy una semana, a perder el fuel que transportaba en sus tanques.

Cuadro 4: Conflictos que se plantean en el uso alternativo del suelo

Los principales rasgos de la actuación sobre estos ecosistemas, ninguno de ellos irreversiblemente degradado excepto en ciertos casos de ocupación física, son los siguientes:

- a) Sobreexplotación, quizá el rasgo principal en la medida en que está dando lugar a la extinción de los bancos naturales, cuyo posterior abandono facilita su ocupación por el alga «*Zoostera sp.*» que a su vez contribuye a la degradación de los bancos.
- b) Desequilibrio del ecosistema natural con la consiguiente extinción de especies, debido al predominio del monocultivo en determinadas zonas.
- c) Las ocupaciones físicas para obtención de suelo residencial e industrial o por la construcción de infraestructuras.
- d) La contaminación, debida a los vertidos de grandes industrias altamente degradantes, especialmente en sus localizaciones en el interior de las rías.
- e) La incorrecta localización de vertidos que aún procedentes de industrias no muy contaminantes, pueden afectar gravemente a determinadas especies.
- f) Los vertidos urbanos, vertidos directamente a las rías o aportados por las rías cuando están localizados aguas arriba de las cuencas, especialmente cuando proceden de núcleos concentrados sin ningún grado de depuración.

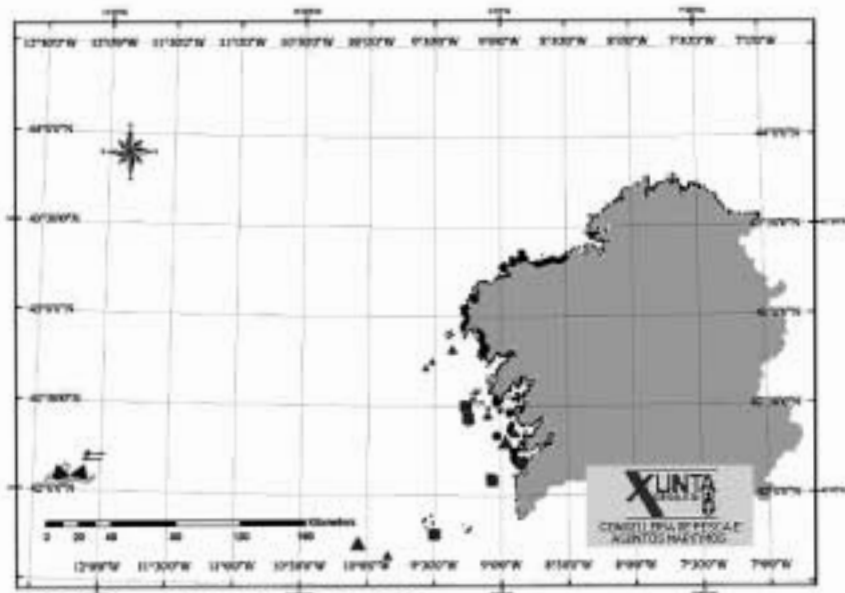
Fuente: Elaboración propia.

3.2. *El después, al día de hoy*

El petrolero finalmente se hunde, el 19 de noviembre del 2002, a 130 millas (234) kilómetros de Fisterra, a la altura de las Islas Cíes. La estructura se quebró en dos partes y se llevó por delante otros tres tanques que guardaban combustible. Vientos del suroeste y olas de seis metros empujaron en un primer momento, un vertido de 10.000 toneladas hacia la costa; después la llegada de fuel ha sido y es constante. Tal y como señalábamos con anterioridad, en la primera quincena de diciembre del 2002, éste afectó de lleno a las Rías Bajas (ver figura 20).

Para calibrar los efectos a largo plazo de los vertidos del *Prestige*, podemos empezar por mirar a lo sucedido con otras catástrofes. En 1969 se produjo el desastre del *Florida* en las costas de Massachusetts. El equipo encabezado por Christopher M. Reddy, de la Institución Oceano-gráfica de Woods Hole, extrajeron en 2000 un testigo de 36 centímetros de longitud en West Falmouth. De acuerdo con sus resultados, persiste todavía la contaminación por petróleo, pese a haber pasado más de treinta años. Los lugares más afectados corresponden a recovecos y recodos. Enterrados en los sedimentos, y a resguardo de la acción biodegradable de los microorganismos, sigue todavía allí cierta cantidad de componentes pesados del petróleo.

Las condiciones meteorológicas en nuestro planeta hacen de las costas orientales de los océanos unos lugares que gozan de una fertilización extra a causa de los eventos estacionales de afloramiento. En esta situación se encuentran las aguas marinas próximas a Galicia, que convierten a sus rías en áreas altamente productivas, con un promedio de 260 gramos de



Fuente: Xunta de Galicia (diciembre del 2002).

Figura 20.

carbono por centímetro cuadrado y año, el doble de lo que se produce en una sabana. Por otra parte, Galicia, encrucijada de fauna boreal y lusitánica, presenta una elevada biodiversidad. Una producción primaria alta, buena renovación del agua y riqueza de especies constituyen un patrimonio singular y son origen de una larga tradición en la explotación y manejo de los recursos marinos de los que, directa o indirectamente, vive buena parte de la población gallega.

Actualmente, todo ello está gravemente amenazado por la reciente catástrofe del petrolero *Prestige*. Sus tanques, con 68.000 toneladas de fuel, han originado, hasta el final del año 2002, tres mareas negras por el derrame de aproximadamente un tercio de su carga. La primera marea ocurrió durante el errático alejamiento del petrolero hacia mar abierto; la segunda, al partirse en dos antes de su hundimiento; y la tercera, al emerger a la superficie del océano el fuel a través de las fisuras en el casco del pecio, que yace a unos 3.600 m de profundidad y 270 km al Oeste de las islas Cíes.

El fuel que transportaba el *Prestige* tiene una composición elemental de 85,4% C, 10,5% H, 2,6% S, 0,24% N y algunos metales como Al, Fe, y Zn y Ni, principalmente, tal y como apuntábamos con anterioridad. Este producto se considera un combustible pesado por su alto contenido en hidrocarburos aromáticos (46%), resinas y asfaltenos (35%). Ello condiciona su comportamiento cuando se vierte en el agua o una vez que alcanza el litoral, ya que la escasa presencia de compuestos ligeros apenas supone una pérdida de hidrocarburo-

ros por disolución y evaporación. El vertido es algo menos denso que el agua marina y forma con ella una emulsión a partes iguales, que ha sido arrastrada por los vientos predominantes del sudoeste durante otoño e invierno. Este «mus de chocolate» se ha ido desplazando en la misma dirección que el viento y a un 3 o 4% de su velocidad. Los temporales que acompañan a esos vientos durante esta época del año han fraccionado y dispersado los tres grandes vertidos, que alcanzaron la costa en forma de mantas de varios centímetros de espesor y cientos de metros cuadrados, pero también en forma de manchas de extensión variable, galletas y bolas, que afectaron a unos 200 km de litoral, desde Finisterre a La Coruña.

La franja costera afectada se extendió unos 400 km hacia el sur tras la llegada de la tercera marea negra, dañando gravemente a las islas del recientemente creado Parque Nacional de las Islas Atlánticas Gallegas, así como a los frentes litorales desde la ría de Muros hasta la de Corcubión y desde cabo Silleiro hasta la desembocadura del Miño.

La penetración de los restos del vertido no afectó severamente al interior de la Rías Bajas, fundamentalmente debido a la barrera natural que forman las islas Cies, Ons y Sálvora y a la acción decidida de los pescadores, bateiros y mariscadores, que con sus embarcaciones y medios propios retiraron del agua los cúmulos de fuel.

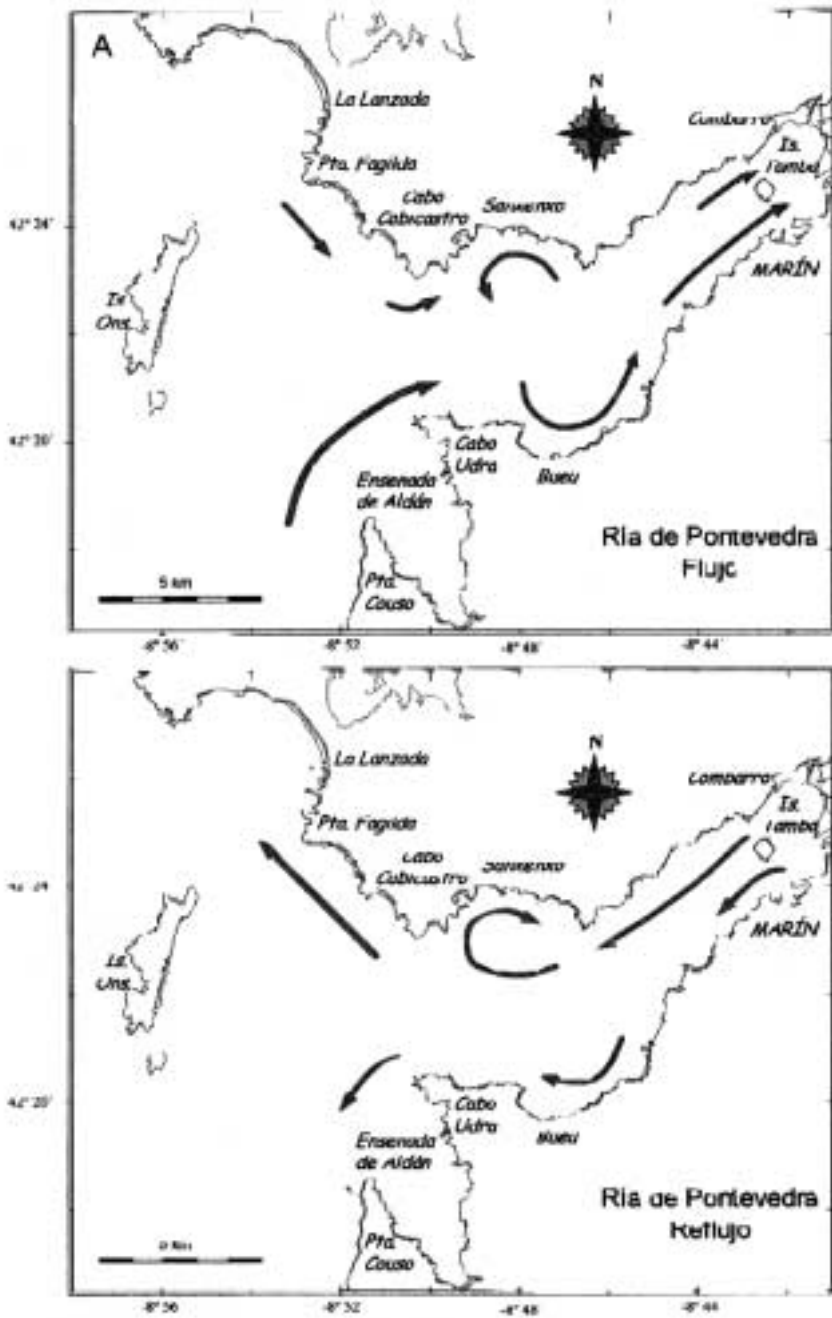
Desde esta perspectiva puede ser de interés el que nos detengamos, como ejemplo concreto, en la hidrodinámica de la Ría de Pontevedra para entender, en caso de que penetre el fuel, como lo dispersarán las corrientes.

La circulación en la Ría de Pontevedra presenta un patrón antihorario predominante. Aunque existe relación directa entre las corrientes de fondo y el estado de marea, se observa un flujo neto de salida por la costa Norte y una entrada de agua marina siguiendo la costa Sur. Es importante resaltar la presencia de giros de corrientes en las ensenadas de Bueu y Sanxenxo. En la parte interna de la Ría, se aprecia una tendencia general del agua del río Lérez al aproximarse a la costa Norte por efecto de Coriolis, aunque en la zona de la Isla de Tambo, por efecto de la topografía, se canaliza por el SE de la Isla (ver figura).

En general, las velocidades de corriente de fondo en el interior de la Ría son débiles, no superando los 14 cm/s, aunque en la entrada Norte pueden alcanzar los 44 cm/s, fenómenos que, sin duda, coadyuvarán a la mayor o menor expansión de los restos de fuel que penetran en la Ría.

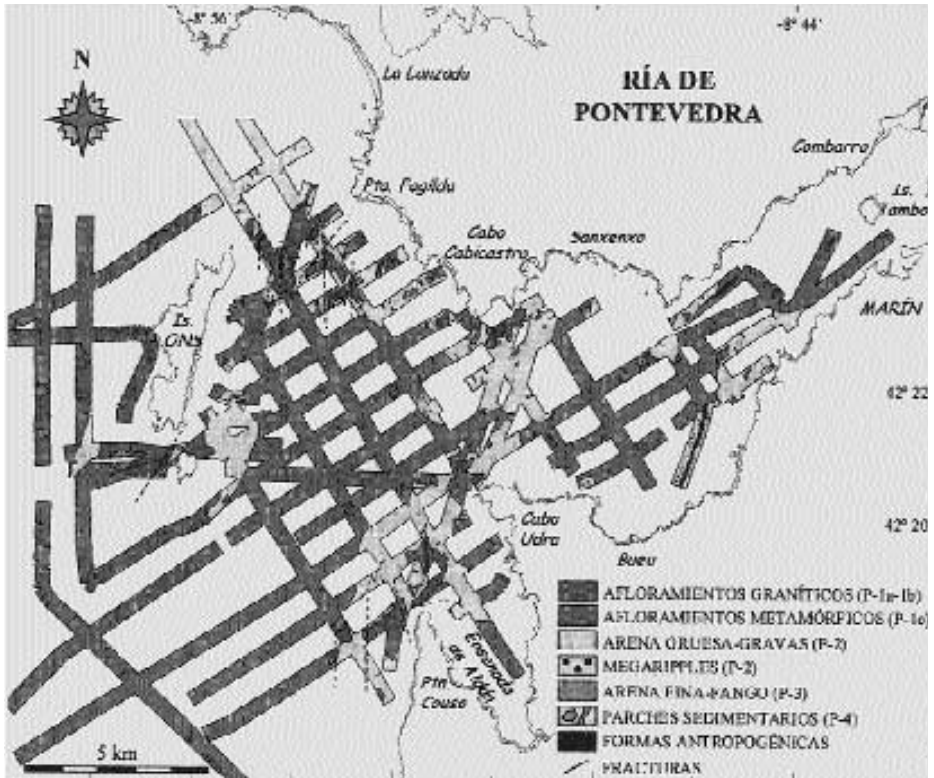
Las condiciones meteorológicas juegan un papel importante en la formación de olas y corrientes que controlan los procesos de sedimentación en la Ría. El sistema de circulación de la Ría puede verse afectado por tormentas, que inducen corrientes fuertes de oleaje, del SO durante el invierno y del NO durante el verano, que pueden edificar importantes cuerpos sedimentarios, con los que fácilmente se mezclará el fuel, con consecuencias hoy difícilmente valorables.

Desde este punto de vista, cobra notable importancia la cartografía de alta resolución del fondo de la Ría, elaborada a partir de los registros de sonar de barrido lateral (ver figura 22).



Fuente: R. Durán et alia (2000).

Figura 21a y 21b: Ría de Pontevedra, direcciones de corriente de marea.



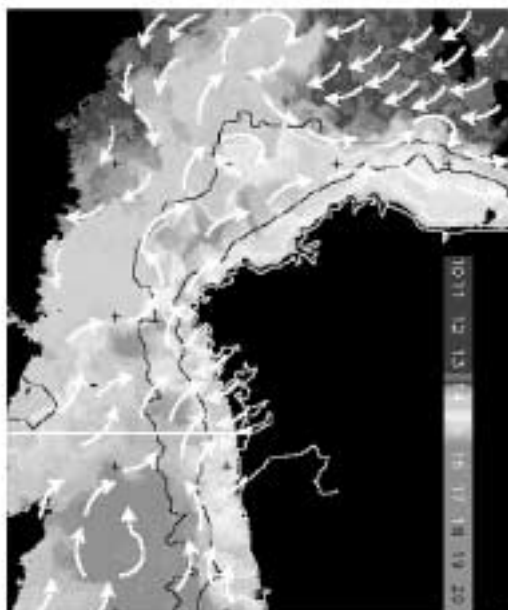
Fuente: R. Durán et alia (2000).

Figura 22: Ría de Pontevedra. Cartografía de alta resolución del fondo.

La cartografía detallada de sedimentos y procesos sedimentarios de los fondos actuales de la Ría de Pontevedra tiene un gran interés desde el punto aplicado, dada su importante actividad industrial y tras el desastre de el *Prestige*, ya que pueden llegar a detectarse posibles zonas de acumulación de contaminantes y diversos tipos de impactos antrópicos no detectables con facilidad por otros métodos. La presencia de contaminantes tales como metales pesados, fuel..., que mayoritariamente se asocian a los sedimentos finos, pasarían desapercibidos en aquellas áreas de predominio de sedimentos de tamaño grueso, dadas las bajas concentraciones de elementos contaminantes que éstos tienen. No obstante, el pequeño porcentaje de sedimentos finos incorporados en las áreas de gruesos, puede ser muy significativo desde el punto de vista ambiental, ya que los análisis de la fracción fina de estos sedimentos muestran concentraciones de contaminantes comparables a las existentes en los sedimentos finos. A lo expuesto debemos añadir que la circulación costera, según el Instituto Oceanográfico –en investigaciones recientes–, presenta dos elementos claramente diferenciadores:

a) Primavera y verano:

Predominan los vientos de componente norte en la Cuenca Ibérica, la circulación costera es hacia el sur en superficie (<100m), constituyendo la Corriente Costera de Portugal (CCP) y en sentido inverso, es decir hacia el norte, en niveles subsuperficiales (>100m), constituyendo la Corriente Subsuperficial Costera de Portugal (CSCP). La CSCP es una corriente de talud que se extiende hasta los 1500m de profundidad, incluyendo la propagación del AM a lo largo del talud continental de la Península Ibérica, tal y como podemos observar en las siguientes figuras (23a y 23b).



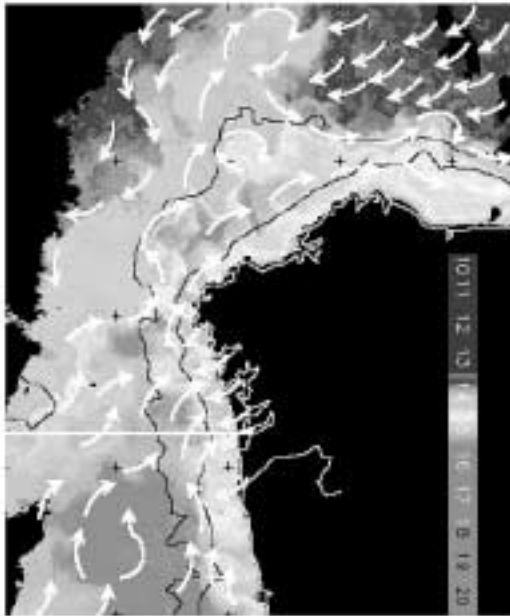
Por el contrario, durante el otoño o invierno, cuando predominan los vientos de componente sur, la circulación superficial se invierte, de forma que el agua se desplaza hacia el norte desde superficie hasta los 1500m de profundidad, constituyendo la Contra Corriente Costera de Portugal (CCCP), que transporta aguas cálidas y salinas de origen subtropical hasta nuestras latitudes (42-43°N) durante el invierno. Consecuentemente, la causa de la relativa benignidad de los inviernos gallegos en comparación con los neoyorquinos, no se debe a la llegada de la CG a nuestras costas, sino a la CCCP.



Figura 23a y 23b

b) Otoño e invierno (figuras 24 a, b y c):

No todos los restos de los vertidos han alcanzado la costa gallega, sino que una parte también fue transportada por la corriente de Navidad, que circula hacia el norte sobre el margen continental atlántico europeo a una velocidad de 5 a 15 km por día. Esta corriente ha dispersado las masas viscosas de fuel a lo largo de todo el Cantábrico, dejando su huella en algunas zonas rocosas y arenosas de su litoral.



Por el contrario, durante el otoño e invierno, cuando predominan los vientos de componente sur, la circulación superficial se invierte, de forma que el agua se desplaza hacia el norte desde superficie hasta los 1500m de profundidad, constituyendo la Contra Corriente Costera de Portugal (CCCP), que transporta aguas cálidas y salinas de origen subtropical hasta nuestras latitudes (42-43°N) durante el invierno. Consecuentemente, la causa de la relativa benignidad de los inviernos gallegos en comparación con los neoyorquinos, no se debe a la llegada de la CG a nuestras costas, sino a la CCCP.



El sistema de afloramiento

Mapa del borde este del Atlántico Norte, mostrando la zona de afloramiento costero del noroeste de África. En detalle, las costas del noroeste de la Península Ibérica.



Figura 24a, b y c.

La influencia de los compuestos contenidos en la mezcla orgánica que constituye el fuel puede plantearse considerando su presencia en tres compartimentos, agua, biota y sedimento, así como examinado los flujos que se establecen entre ellos. Este enfoque biogeoquímico proporciona una visión global y pluridisciplinar que puede vertebrar la labor a realizar para diagnosticar y paliar el efecto nocivo de la catástrofe.

En la columna de agua, el plancton, y particularmente el neuston, han debido ser afectados por el derrame; en primer lugar, por un inmediato efecto físico agudo de adherencia. La absorción de seres vivos en las masas viscosas de fuel habrá supuesto un incremento de la mortalidad en fase de huevo y de larva de numerosos organismos, algunos de ellos de interés comercial. El principal efecto de este incremento de la mortalidad sería un fallo en el reclutamiento, que afectaría, directa y negativamente, a la biomasa de las poblaciones. El efecto sobre las fases tempranas del desarrollo se manifiesta con cierto retraso en los subadultos y adultos. Las consecuencias serán más graves cuanto más se tarde en retirar todo el hidrocarburo del agua y de las costas, que es la tarea primordial en estos momentos.

En la interfase aire-agua el fuel ha afectado gravemente a las aves marinas residentes e invernantes en estas costas. Hasta ahora se están recuperando cerca de mil quinientas, lo que sugiere que han sido dañadas unas quince mil, entre ellas algunas de difícil recuperación como el arao común. Asimismo, entre los mamíferos marinos, el delfín mular y la marsopa han experimentado un fuerte impacto directo o indirecto, este último provocado incluso por las medidas de prevención y limpieza. Igualmente se han resentido las tortugas bobas, que siendo juveniles alcanzan las costas gallegas.

No obstante, dentro de la enorme catástrofe ecológica que significa este evento, lo menos malo es que haya ocurrido a finales del otoño, cuando todavía la producción primaria y secundaria, así como la actividad reproductora de la mayoría de las especies es baja. Para poder comprobar si existe o no una disminución de la abundancia de huevos y larvas por efecto del vertido, además de tener que realizarse muestreos después de que dejen de llegar oleadas de crudo a las costas, es necesario contar con datos históricos de referencia.

Por otra parte, además de las consecuencias ya reseñadas, pueden existir impactos más ocultos, aunque no menos importantes: los efectos ecotoxicológicos a medio y largo plazo. La presencia de hidrocarburos aromáticos en el agua puede provocar intoxicaciones y muertes rápidas al penetrar a través de las branquias o del tracto digestivo y también, de forma más lenta, actuando como depresores del sistema inmunitario de los organismos, lo que les dejaría expuestos y sin respuestas naturales eficaces ante infecciones víricas y bacterianas.

Si esta catástrofe hubiese acontecido en un mar cerrado como el Mediterráneo, sus efectos habrían sido prácticamente irreversibles, pero en el noroeste de la península Ibérica la hidrodinámica de sus aguas es muy alta favoreciendo la dispersión y lavado de los contaminantes en el sistema pelágico.

La mayor parte de los compuestos orgánicos del fuel son muy refractarios a la degradación y, por ello, muy persistentes. En el mediocostero el «chapapote» se ha adherido a las rocas de

la franja litoral y también se ha depositado sobre arenales. Las especies sésiles y de limitada capacidad de desplazamiento han sido exterminadas. Dos residentes habituales de la zona inferior rocosa de esta franja son los percebes y el mejillón. Los primeros constituyen el recurso básico de un grupo específico de mariscadores gallegos, y los segundos proporcionan la mayor parte de la semilla que se utiliza en las bateas de cultivo. Especies «sedimentívoras» propias de zonas arenosas, como navajas, almejas y otros bivalvos, aunque menos dañadas en conjunto, también han sido damnificadas. No sólo las especies comerciales han sido gravemente dañadas, sino que la variada biodiversidad de esta zona en algas, anélidos, moluscos, crustáceos, equinodermos y peces, han muerto o han visto profundamente lesionados su hábitat.

El daño causado por el vertido no sólo ha infringido el funcionamiento de los ecosistemas litorales, sino que también ha llegado a zona sublitoral próxima a la costa, donde el fuel ha arribado en forma discreta, formando galletas, bolas y rollos, que han afectado tanto a especies de interés económico (pulpo, choco, erizos, congrios, nécora, centolla, viera, etc.), como a numerosas especies no comerciales pero fundamentales para el equilibrio de las redes tróficas, tanto por contacto como por inhalación e ingestión. Queda por evaluar con detalle cuál ha sido el impacto global del vertido en estos ecosistemas, así como en la plataforma y el margen continental.

Actualmente es difícil predecir cómo se van a recuperar los ecosistemas ya que la carga del *Prestige* aún supone una amenaza, aunque las operaciones del batiscafo francés *Nautile* está intentando cerrar las grietas por donde fluye constantemente fuel, mientras se busca la mejor solución para eliminar esta fuente de contaminación. Este tipo de accidentes siempre pueden ocurrir en zonas de intenso tráfico de buques. Lo fundamental es tener esto en cuenta. Para que existan medidas internacionales eficaces que protejan la salubridad de los océanos y costas, y planes nacionales, se requiere un buen conocimiento científico de las zonas sensibles, protocolos de actuación a todos los niveles y medios técnicos para hacerles frente de inmediato.

4. A modo de conclusiones

Los territorios, se ha puesto en evidencia en los epígrafes anteriores, precisan de unos límites definidos. Las políticas medioambientales, su praxis, exigen de una autoridad que ejerza cierto grado de control sobre la actividad económica, situada dentro del territorio. De aquí, que el hipotético deseo de alcanzar el desarrollo sostenido (vivir de la renta y evitar el consumo de capital, tanto el creado por el hombre como el natural) se ha admitido a través de la presente investigación como dada. Vivir de la renta es un venerable principio conservador, y si —como señala Herman E. Daly, 1990— parece tener implicaciones radicales para el comportamiento actual, es sólo por lo imprudente e «insostenible» que resulta el sistema actual. La atención se ha centrado en unos territorios (el comunitario y el español) en los que se aplican y se llevan a la práctica las posibles políticas cuyo fin último es alcanzar un desarrollo sostenido, en primer lugar, visto como una economía cerrada (actividades dentro de las fronteras), después como una economía abierta (actividades extrafronterizas). Respecto de las primeras —la cerrada— el capital, tanto el natural como el antrópico, puede mantenerse en varios niveles. Si deseamos que

permanezca el capital intacto no simplemente a cualquier nivel, sino al nivel óptimo, en los recursos renovables (poblaciones explotadas de peces, ganado, árboles, etc.) se sabe desde hace mucho tiempo que existe una magnitud de existencias que da un máximo rendimiento por periodo de tiempo. Sin embargo, este máximo biológico sólo coincide con el óptimo económico (maximización del beneficio) en el caso de los costes constantes de recolección o captura. Para las poblaciones silvestres tenemos por lo general costes crecientes de captura, lo que significa que la población silvestre debe ser algo más numerosa que la población correspondiente al máximo crecimiento biológico. Para las poblaciones engendradas solemos tener costes crecientes de mantenimiento en un área confinada, lo que significa que la población que maximiza el beneficio será probablemente más baja que la que da un máximo crecimiento biológico. Ahora bien, no parece existir ningún motivo para no seguir el criterio de maximización del beneficio al elegir los niveles a los que mantener intacto el capital natural. Maximizar el beneficio anual no es lo mismo que maximizar el valor actual mediante el descuento de los costes y beneficios futuros (el criterio del valor actual es problemático desde el punto de vista de la continuidad).

Los modelos de organización y desarrollo regional se nos presentan como referentes de interés en el logro de «alianzas», tanto locales, nacionales como internacionales, entre grupos civiles a favor de los derechos humanos, en la lucha contra la pobreza, en la búsqueda del desarrollo. De aquí, que tras el estudio recogido en la presente «investigación» podemos llegar a una serie de conclusiones que buscan concitar la reflexión.

La primera conclusión es que para compensar los excesos del mercado, en la globalización, hay que reforzar lo local, mediante la aplicación de modelos de desarrollo endógeno, de implicaciones territoriales, que se apoyen en las «identidades». Debemos de ser conscientes de la oportunidad que hoy tenemos de potenciar los aspectos medioambientales, sobre todo en el referido medio local, buscando el equilibrio entre «sostenibilidad territorial» y «sostenibilidad ambiental».

La conclusión segunda se refiere a que al menos desde una perspectiva teórica, tal y como ha puesto de manifiesto el hundimiento del *Prestige*, el medio Ambiente se nos muestra en la realidad actual como una de las claves fundamentales para entender las postrimerías del siglo XX y los prolegómenos del XXI. Sin embargo, la praxis nos lleva a pensar y valorar una realidad muy alejada de la ideal utopía. Temas como la existencia y el propio acceso a la información medioambiental siguen siendo poco más que un loable «desideratum».

La tercera conclusión remarca que, hoy, tanto a nivel comunitario como español, los impactos generados por desastres como los estudiados en el medio ambiente, imponen a los gobiernos la necesidad de intentar frenar a las empresas contaminantes, a través del denominado «castigo fiscal», llevando a la práctica en forma de «restricciones» a los niveles de contaminación, mediante la elaboración de políticas que permitan cubrir los costes—directos e indirectos— emanados de las emisiones contaminantes.

Cobra relativa importancia, como cuarta conclusión, destacar que la política medioambiental española vive no sólo la zozobra, en ocasiones próxima al caos, consecuencia directa de la continua

e infructuosa competencia entre las «protestas» del Estado y la propia de las Autonomías—en este caso, la gallega—, y la necesidad casi perentoria de adoptar y adaptarse a la normativa comunitaria.

La quinta conclusión se concreta en la quiebra del modelo de desarrollo actualmente vigente en España, con accidentes como los del *Prestige*. Así, a lo largo de nuestra investigación hemos podido constatar que la incorporación del cuidado y del respeto es lo que parece más asequible; siempre ha podido el hombre hacer más de lo natural, más de lo que le está permitido; se trataría de fijar fronteras en algunos campos vidriosos, como las grandes obras, la energía nuclear, el transporte de materias peligrosas, los residuos tóxicos o la manipulación genética, y de entender que no basta la indiferencia ni siquiera el respeto formal que se derivada del temor de que puedan volverse contra nosotros la alteración o destrucción de realidades y procesos naturales si no se actuase correctamente; tampoco basta el señuelo de las soluciones futuras que surgirán con pretendida seguridad, pues hay problemas como la disminución de la diversidad biológica, por ejemplo, que no admiten traslación hacia el futuro (buen ejemplo lo encontramos en los daños causados a los ecosistemas, por el propio vertido de fuel).

5. Referencias bibliográficas

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE

- 1998 *El Medio Ambiente en la Unión Europea 1995. Informe para la Revisión del Quinto Programa sobre Medio Ambiente*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- 1998 *El Medio Ambiente en Europa*. Informe Dobris, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo (publicado por el Ministerio de Medio Ambiente, Madrid).
- 1997 *Environmental Agreements: Environmental Effectiveness*. *Environmental Issues* n.º 3, Copenhague.
- 1996 *Environmental Taxes*. *Environmental Issues Series* n.º 1, Copenhague.

AA. VV.

- 1991 *Metodología para la Incorporación del Medio Ambiente en la Planificación Económica*. Junta de Andalucía, pág. 70.

ABREU y PIDAL, J. M.

- 1975 «El medio natural en la planificación del desarrollo». Icona, Madrid.

ACOSTA, F.

- 1986 «Modelos». *Revista Ecosistemas*, págs. 58-59.

AGUILAR, S.

- 1997 *El reto del medio ambiente. Conflictos e intereses en la política medioambiental europea*. Madrid. Alianza Universidad.

AGUILAR, S., y SLOCOCK, B.

- 1997 *El reto medioambiental en la Europa Oriental: Las lecciones de Occidente*, *Gestión y Administración Pública*, n. 6.

- GOODLAND, R.
1997 *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: más allá del informe Brundtland*. Ed. Trotta, D.L. Madrid. 133 pp.
- GONZÁLEZ, M.
1997 *Valoración económica del uso recreativo-paisajístico de los montes: aplicación al Parque Natural de Monte Aloia en Galicia*. Tesis Doctotal, Departamento de Economía Aplicada, Facultad de Ciencias económicas y Empresariales Universidad de Vigo.
- GONZÁLEZ BERNÁNDEZ, F.
1976 «Problemas ecológicos de la conservación del medio ambiente», en AA.VV. *Conservación del medio ambiente*. Revista de la UCM, vol. XXV, n. 105, pp.165-173.
- GREFFE, X
1988 *Descentralizar a favor del empleo. Las iniciativas locales de desarrollo*. Madrid. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- GREENPACE
1988 *The international trade in wastes. A Greenpace inventory*. Washington.
- LÓPEZ LÓPEZ, Alejandro
2000 «Requisitos medioambientales para un programa de acción sobre Turismo Rural en la Comunidad Autónoma de Madrid». *Observatorio medioambiental* nº 3, pp. 195-222.
- MAESTRE, L.
1992 «Política Medioambiental en España. Estado y Autonomías», en *Revista 3Economía4*, n. 14, pp. 58-62.
1992 «Política Medioambiental en España. Estado y Autonomías», en *Revista 3Economía4*, n. 14, pp. 58-62.
- MARIÑO, F. M.
1993 «La configuración progresiva de la Política Medioambiental Comunitaria». C.E.C, pp. 799-835.
- MARGALEF, R.
1990 «La diversidad biológica y su evolución». *Panda* n. 8. pp.4-18.
- MATH, M.
1993 «Population problems: constituent of general culture in the 21 century». *International Review of Education* 39 (1-2), pp.5-13.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. ESPAÑA
1996 *Seguimiento de la contaminación producida por el accidente del buque Aegean Sea*. Ed. Ministerio del Medio Ambiente, Centro de Publicaciones. Madrid. 185 pp.
- PERIS MORA, Eduardo
1997 *Contaminación y uso del litoral de las costas de España*. Ed. Universidad politécnica de Valencia, Departamento de ingeniería de la construcción. Valencia.
- PÉREZ ALBERTI, Augusto
1981 «Aproximación xeográfica aos vales fluviaais en Galicia». *Cuaderno de Estudios Gallegos* números 96/97. Santiago.