



# EDITORIAL

Cuando ha pasado ya un año desde la publicación del nº 5 de la Revista Gallega de Cooperación Científica Iberoamericana, sale a la luz el nº 6 con el propósito de mantener abierto ese importante canal de comunicación con la comunidad científico-técnica de Iberoamérica y de mejorar la cooperación mutua en el ámbito de la ciencia y la tecnología.

## DIRECCIÓN

Antonio D. Maceira Gago  
Secretario General IGACI.  
Profesor de la Universidad  
de Vigo

## COMITÉ DE REDACCIÓN

Antonio Blanco, Presidente  
del Comité de Redacción  
(Secretario do Plan Galego  
de IDT), Antonio D. Maceira  
Gago (Director de la  
Revista), Santiago Álvarez  
(FEUGA), David Prigollini  
(UNIV, DE BUENOS AIRES).

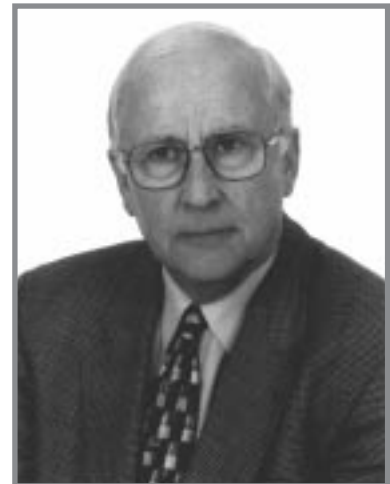
## SECRETARÍA DE REDACCIÓN

Carlos Pereiras

## EDICIÓN, DIFUSIÓN Y SECRETARÍA DE REDACCIÓN

Instituto Galego de  
Cooperación  
Iberoamericana

La importancia creciente que están tomando hoy en día los temas ambientales para un desarrollo sostenible, tanto en los aspectos de conservación y mantenimiento de los sistemas naturales como en los de restauración y recuperación de los espacios degradados, justifica el que este número de la revista dedique buena parte de su atención a la investigación en estos temas, declarados prioritarios en el Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico.



Por otra parte, de acuerdo con el objetivo fundamental de esta publicación de fomentar la cooperación en el ámbito científico-técnico, se incluye una sección, de momento testimonial, que pretende ser una base en la que se apoye el intercambio mutuo de oferta y demanda tecnológica necesario para alcanzar el fin propuesto. Desde estas líneas se invita a todos los interesados a hacer uso de esta sección. Por otra parte en este número se abre también una línea de colaboración con la Fundación Caixa Galicia, con el afán común de potenciar la cooperación iberoamericana.

En el número anterior se incluía una breve reseña del Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Innovación de Galicia (1999-2001). Como continuación se incluye ahora un breve resumen de su ejecución en 1999, agregado por ejes y tipos de instrumentos de actuación.

Junto con mi cordial saludo, una vez más quiere hacer llegar a la comunidad científico-técnica iberoamericana la buena disposición y el interés de Galicia en intensificar las relaciones de cooperación.

**Miguel Angel Ríos**

Secretario Xeral de Investigación e Desenvolvemento

# 1. JORNADAS SECTORIALES DE TRABAJO SOBRE INVESTIGACIÓN EN MEDIO AMBIENTE EN GALICIA

## 1.1 INTRODUCCIÓN

*El presente Documento recoge los informes y las conclusiones generales de las “Jornadas sectoriales de trabajo sobre investigación en Medio Ambiente en Galicia”, organizadas por la Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento y la Consellería de Medio Ambiente a través de la Dirección Xeral do Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental y de la Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural, celebradas en los días 28 y 29 de abril en el Monasterio de Poio en Pontevedra.*

Los objetivos generales de estas jornadas eran los que se exponen a continuación:

- Identificar y ordenar la investigación sectorial.
- Establecer los puntos fuertes y las debilidades del tejido investigador de Galicia en Medio Ambiente.
- Destacar las líneas de investigación prioritarias, desde el punto de vista científico-investigador, a financiar desde la Administración Pública de Galicia.
- Coordinar las acciones de investigación que se están llevando a cabo en los diferentes Organismos Públicos de Investigación (OPIS) y otros Centros de Investigación de la Comunidad Autónoma. Se trata de favorecer, por un lado, las sinergias entre distintos grupos de investigación, pero evitando duplicidades y solapamientos entre los mismos y, por otro, la integración de los distintos investigadores en el sector.

Para lograr estos objetivos se establecieron 12 áreas de trabajo, agrupadas en tres bloques temáticos (Conocimiento del Medio Ambiente, Gestión del Medio Natural y Contaminación y degradación del Medio Ambiente) en las que participaron una serie de expertos de los diferentes Organismos de Investigación y Administración de Galicia:

### **1. CONOCIMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE**

- Área 1: Conocimiento del Medio Aéreo.
- Área 2: Conocimiento del Medio Acuático.
- Área 3: Conocimiento del Medio Terrestre.
- Área 4: Conocimiento de la Flora y la Fauna.

### **2. GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL**

- Área 5: Planificación del Medio Ambiente.
- Área 6: Conservación de los Recursos Naturales.
- Área 7: Aprovechamiento de los Recursos Naturales y Gestión Socioeconómica del Medio.
- Área 8: Recuperación del Medio Natural.

### **3. CONTAMINACIÓN Y DEGRADACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

- Área 9: Caracterización de Contaminantes.
- Área 10: Procesos Físico-Químicos de la Contaminación.
- Área 11: Respuesta de los Sistemas Naturales ante la Contaminación.
- Área 12: Tecnologías de la Prevención y Reducción de la Contaminación.

Las conclusiones que se obtuvieron se presentan a continuación divididas en dos secciones, por un lado las específicas de cada mesa de trabajo extraídas de sus informes y por otro las conclusiones de carácter general u horizontal que afectarían al diseño de todo el Plan.

Por último, es preciso mostrar nuestro más profundo y sincero agradecimiento a las Instituciones y Organismos participantes, a los propios investigadores que compartieron su tiempo y conocimientos durante las Jornadas y a las Instituciones invitadas como observadoras por el interés demostrado en el desarrollo de las mismas. Es de justicia destacar en este punto la labor de los coordinadores de área, responsables de moderar y guiar el devenir de las Jornadas, así como de propiciar y extraer las conclusiones de cada área en una no siempre fácil tarea de síntesis.

## 1.2. INFORMES DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

A continuación, se presentan los informes de las Áreas de trabajo, en las que se resume la panorámica general de las líneas de I+D en Medio Ambiente actuales de Galicia, las carencias detectadas y hacia donde se debe orientar el Plan de I+D para Galicia en el futuro inmediato.

### 1.2.1. Conocimiento del Medio Aéreo

#### 1.2.1.1. Introducción

Durante las Jornadas Sectoriales de Trabajo sobre Investigación en Medio Ambiente en Galicia, el Area 1 que comprende el "Conocimiento del medio aéreo", se encargó de desarrollar aquellos aspectos relacionados con:

- a.- Composición del aire y procesos atmosféricos. Estos aspectos engloban tanto la descriptiva como la dinámica atmosférica.
- b.- Definición de parámetros de calidad del aire, en lo que se refiere a la identificación de contaminantes y al establecimiento de estándares y límites que permitan determinar la calidad del aire.

A partir de las discusiones que se desarrollaron dentro del grupo se plantearon una serie de temas de interés para Galicia, carencias en relación con los mismos, y propuestas concretas para cubrir estas carencias, que se resumen en este documento.

#### 1.2.1.2. Temas considerados

Se han considerado los siguientes temas:

- Dinámica atmosférica en Galicia.
- Dispersión de contaminantes.
- Transformación química.
- Mapa ambiental de Galicia.
- Catalogación e inventario de focos y emisiones.
- Parámetros de calidad del aire.
- Monitorización y control aerobiológico.

#### 1.2.1.3. Estado actual y carencias detectadas

Para cada uno de los temas considerados en el apartado anterior, se ha analizado su estado actual y las carencias existentes en materia de I+D, que a continuación se exponen:

### *Dinámica atmosférica*

#### *Estado actual*

La panorámica actual sobre Dinámica atmosférica se puede resumir en los siguientes puntos:

- a. Existen grupos con experiencia en este tema.
- b. Los trabajos desarrollados hasta el momento se orientan hacia la modelización (2 grupos), más que a la descriptiva (1 grupo), con experiencia en investigación aplicada en el primer caso.
- c. Existen y se manejan modelos meteorológicos de diagnóstico y de predicción meteorológica, con soluciones propias para la región gallega.
- d. Existe experiencia práctica en el análisis e interpretación automática de imágenes de satélite (teledetección) para su aplicación en modelos meteorológicos.

e. No existe una experiencia contrastada en el manejo de técnicas de medida meteorológica, pero sí en la utilización de información meteorológica.

f. Se han identificado diversas singularidades en la dinámica atmosférica gallega, a saber:

- Brisas marinas, que se están estudiando mediante técnicas de modelización.
- Microclimas, de pequeña extensión. Existe experiencia en la delimitación de regiones climáticas generales en Galicia, pero no en la identificación de fenómenos locales repetitivos que determinen un microclima (en márgenes de rías, sierras, etc.).
- Turbulencia mecánica importante, condicionada por la orografía y la gran variedad de los usos del suelo en Galicia.
- Influencia del grado de humedad como regulador de los procesos térmicos en la

atmósfera gallega.

#### *Importancia y carencias*

Siendo éste un tema especialmente importante para el conocimiento del medio aéreo, las experiencias existentes son insuficientes debido en cierta medida a la escasez de investigadores en Galicia con dedicación plena a este tema y a la falta de información experimental. Como consecuencia de ello, se han identificado las siguientes carencias:

- a. Falta de información meteorológica, en superficie y en altura, especialmente dentro de la capa límite atmosférica.
- b. Información escasa o dispersa sobre la orografía y usos del suelo, que influyen en los procesos atmosféricos.
- c. No hay experiencia en la dinámica de nubes.
- d. Se requiere un conocimiento más detallado de la dinámica de la capa límite atmosférica.

### *Dispersión de contaminantes*

#### *Estado actual*

- a. Existen grupos con experiencia en este tema.
- b. Los trabajos de estos grupos (2) están orientados a la modelización de la dispersión de penachos procedentes de un foco único, si bien no existe experiencia en la medida directa de la dinámica dentro del penacho (LIDAR, vuelos de observación).
- c. Los modelos de dispersión desarrollados se han combinado con modelos de diagnóstico y de predicción meteorológica, y se aplican de forma continua o en estudios específicos.

d. Se realizan calibraciones de los modelos a partir de medidas limitadas y puntuales (medidas meteorológicas convencionales e inmisión).

#### *Importancia y carencias*

La importancia del tema se dirige al control local de emisiones a la atmósfera, puesto que las redes de medida de la contaminación tienen que ser complementadas por la aplicación de modelos validados, y el estudio de impacto de nuevos focos requiere modelos adecuados a Galicia. De ahí que sea necesario abordar los siguientes carencias:

- a. Apenas existen medidas específicas sobre la dinámica de penachos, y solo se dispone de medidas de sobre elevación

de un penacho en períodos cortos de tiempo, y medidas meteorológicas y de inmisión convencionales; medidas directas con vuelos en el seno del penacho, o indirectas mediante LIDAR no están disponibles.

- b. No se han desarrollado modelos específicos de procesos físicos del penacho (sobre elevación, expansión, turbulencia mecánica y térmica, absorción), limitándose el trabajo a la aplicación, y ajuste, de modelos extraídos de la bibliografía.
- c. Es difícil acceder a información sobre diferentes focos emisores, que permitan un estudio multifoco del problema.

**Transformación química**

**Estado actual**

El análisis del estado actual sobre transformación química, referida a contaminación atmosférica, se puede resumir en los siguientes puntos:

- a. Existe al menos un grupo con experiencia en el tema.
- b. Se han desarrollado modelos de química en fase gas integrados en un modelo de dispersión.
- c. Se están aplicando modelos fotoquímicos ya existentes, para la estimación de O3 y conversión de SO2, con información experimental limitada.
- d. En los modelos de conversión de SO2, se incluyen en detalle la química en fase gas y en fase acuosa.
- e. Se dispone de medidas de deposición de especies del S, para la validación de los modelos.

Este tema resulta de especial relevancia en Galicia, puesto que la ubicación de grandes focos emisores de SO2 y la existencia de emisores de COVs (compuestos orgánicos volátiles, naturales y antropogénicos) implica una actividad fotoquímica importante.

El estudio en Galicia es especialmente singular dentro de Europa, puesto que engloba parte de las condiciones de los países del Norte (clima húmedo) con la emisión de SO2 (en recesión en Europa Occidental) y la formación de O3 (de gran importancia en el área mediterránea). En relación con España, no es tan importante la fotoquímica en áreas urbanas en Galicia, puesto que las grandes ciudades gallegas están favorecidas por climas inestables.

Por ello, el problema a abordar en Galicia se centra en el transporte, transformación y deposición de contaminantes (especialmente SO2) a escala regional, y en el futuro impacto del uso del gas natural.

Las carencias que pueden observarse para abordar estos problemas son:

- a. Falta de modelos validados que, por su complejidad, requieren ensayos con gran cantidad de información simultánea.
- b. Falta de información sobre emisiones antropogénicas, especialmente, de COVs.
- c. Escasez de medidas de deposición, aunque existe experiencia en este punto, pero insuficiente para determinar modelos de deposición específicos para las condiciones del entorno gallego.
- d. Falta de información georreferenciada sobre la gran variedad de variables necesarias para abordar este problema: emisiones puntuales, vegetación, vías de transporte, meteorología, deposición.
- e. Desconocimiento del papel de la masa vegetal gallega en las emisiones a la atmósfera.
- f. No se dispone de medidas de contaminantes primarios y secundarios en altura (vuelos, LIDAR), que permita "seguir" los penachos a escala regional.

**Importancia y carencias**

**Mapa Ambiental de Galicia**

**Estado actual**

Este tema tiene un ámbito más amplio que la propia atmósfera, sin embargo aquí se hará referencia únicamente al aire. No existen grupos con experiencia en el tema, aunque se dispone de información dispersa.

**Importancia y carencias**

Este es un tema de especial relevancia puesto que, si bien no constituye un problema de

investigación específico, ayuda a resolver muchos otros, puesto que la carencia de información ambiental, también en aire, implica un gran esfuerzo adicional a la hora de abordar cualquier estudio. Así, se han detectado carencias en la disponibilidad de información sobre el aire en Galicia en los siguientes aspectos:

- a) Ubicación y magnitud de emisiones antropogénicas.
- b) Emisiones naturales.

- c) Meteorología, en superficie y en altura.
- d) Inmisión, deposición seca y deposición húmeda.
- e) Orografía, rugosidad de los distintos usos del suelo.

Aunque en algún caso exista información de algunos de estos tipos, en general la que está disponible no resulta útil para el estudio de la calidad del aire, puesto que no incluye parámetros imprescindibles para su utilización en modelos o su comparación directa.



## Catalogación e inventario de focos y emisiones

### Estado actual

Existe un grupo con experiencia para abordar este tema, si bien no ha trabajado sobre él en Galicia. La experiencia existente está orientada al uso de calefacciones, en área urbana, que puede ser extendida a otros ámbitos.

### Importancia y carencias

Aunque este tema puede inscribirse dentro del Mapa Ambiental de Galicia, resulta relevante por si solo, puesto que implica la identificación del origen de la contaminación atmosférica, lo que permite orientar mejor las actuaciones de seguimiento (redes de medidas) y prevención, y determinar las responsabilidades. Además, es imprescindible disponer de un inventario exhaustivo para poder estudiar el efecto de las interacciones entre emisiones diferentes. Se identifican las siguientes carencias:

- a. No se dispone de metodologías estadísticas para la elaboración de inventarios a partir de información incompleta.
- b. No existe información georreferenciada para Galicia.
- c. La experiencia en la aplicación de factores de emisión es escasa, y los existentes en la bibliografía (p. ej. EPA) no están probados en Galicia.
- d. La información sobre emisiones biogénicas es escasa, y no está correlacionada con los tipos de vegetación y las condiciones meteorológicas.

## Parámetros de calidad del aire

### Estado actual

Se han identificado los siguientes aspectos que definen el estado actual de la investigación sobre parámetros de calidad del aire:

- a. Existen al menos 2 grupos con experiencia en el tema.
- b. El trabajo de estos grupos es amplio en cuanto a técnicas analíticas utilizadas: se abordan medidas de especies convencionales (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>) y otras como compuestos orgánicos volátiles: peroxiacetilnitrato (PAN), terpenos; e hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA).
- c. Existe también experiencia contrastada en la determinación de deposición por vía húmeda, como composición de agua de lluvia, incluida la determinación de ácidos orgánicos.
- d. Existe experiencia en la determinación de la composición de emisiones, además de convencionales, COVs y metales.
- e. Las técnicas, de determinación manual, están en consonancia con los estándares nacionales y europeos.

- f. Se conocen las nuevas directivas europeas sobre emisiones, que influirán en la definición de los futuros estándares de calidad del aire.

### Importancia y carencias

Este tema resulta imprescindible para la correcta definición de la calidad del aire, y se ha observado que es necesario atender a la calidad química, en el sentido amplio. En la consecución de este objetivo, se han observado una serie de carencias:

- a. El muestreo y análisis de muchas sustancias no son sistemáticos y, si lo son, sólo cubre áreas concretas, debido a la falta de medios humanos y materiales.
- b. No siempre existe una conexión entre el muestreo químico y medidas meteorológicas no convencionales que ayuden, por ejemplo, a establecer una relación con la deposición, lo que sugiere la necesidad de la integración de redes meteorológicas y de contaminación atmosférica.
- c. Es necesario una determinación exhaustiva de la calidad del aire, más allá de los estándares actuales, en diferentes entornos gallegos (rural, industrial, urbano, costero) con el fin de influir en la definición de estándares acordes con la realidad gallega.

## *Monitorización y control aerobiológico*

### *Estado actual*

Sólo existe un grupo en Galicia con experiencia contrastada en la determinación de sustancias alergénicas de origen natural (polen, esporas), con integración con una red nacional: Red Española de Aerobiología (REA). Esta experiencia se desarrolla en colaboración con profesionales sanitarios.

La singularidad de los contaminantes alergénicos de origen biológico, respecto de su efecto variable sobre cada paciente, hace que la definición de estándares sea dependiente del receptor y, por tanto, diferente de los contaminantes químicos. Aun con esta salvedad, pueden ser integrados en una red de contaminación atmosférica.

Se recopila información de forma continuada, a través de la Red Gallega de Aerobiología, si bien su extensión y capacidad de mantenimiento es limitada.

Se realizan predicciones de niveles de polen, en función de la experiencia adquirida y de diversos factores biológicos y meteorológicos.

### *Importancia y carencias*

La monitorización y el control aerobiológico son necesarios para asegurar la calidad del aire, puesto que constituyen un problema de salud pública, independientemente de que la definición de estándares biológicos de calidad del aire dependa de cada individuo receptor. Por ello, este tema es de relevancia tanto para el medio ambiente como para la sanidad pública. Sin embargo se observan

las siguientes carencias:

- a. El muestreo y análisis de estas sustancias no siempre es sistemático y, si lo es, cubre áreas concretas, debido a la falta de medios humanos y materiales.
- b. No siempre existe una conexión entre el muestreo biológico y medidas meteorológicas no convencionales que ayuden, por ejemplo, a establecer una relación entre los niveles de polen y determinados parámetros meteorológicos (turbulencia).
- c. En el caso de la Red de Aerobiología, existe una conexión directa con los riesgos para la salud, por lo que es necesaria la coordinación con las autoridades sanitarias.

## **2.1.4. Propuestas concretas**

### *Situación General*

Existe un conocimiento parcial de los procesos atmosféricos en Galicia, centrado especialmente en la aplicación de modelos meteorológicos y su interpretación, pero con escasez de medidas.

Existen técnicas desarrolladas para la determinación de la calidad química y biológica del aire, pero su aplicación está limitada en el espacio y en el tiempo.

### *Propuestas generales*

El planteamiento de propuestas de actuación se ha estructurado como dos propuestas de tipo general que, a lo largo de su desarrollo específico, pretenden englobar los aspectos más relevantes de cada uno de los temas considerados de interés para Galicia, y plantear propuestas concretas sobre cada uno de ellos, como se desarrollan a continuación.



## Líneas de I+D prioritarias

### 1) CENTRO DE CONTROL MEDIOAMBIENTAL

Servicio público que coordinase las actividades medioambientales existentes en la Comunidad (INM, otras Consellerías, Centros de investigación), desarrollado en las siguientes líneas respecto al medio aéreo:

- a. Coordinación de redes meteorológicas existentes y definición de nuevas estaciones.
- b. Elaboración de una predicción meteorológica para Galicia.
- c. Red de calidad de aire, en función de (se incluye en esta propuesta de Red de Calidad del aire, la Red Gallega de Aerobiología ya existente):
  - Inventario de emisiones, por contaminante, y simulación de su dispersión.
  - Inventario de estaciones actuales.
  - Redefinición de la red, en coordinación con la red meteorológica.
  - Determinación sistemática de deposición de contaminantes, debiéndose considerar los siguientes: convencionales (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partículas y Pb) y otros, en función de las emisiones (COVs, O<sub>3</sub>, HPAs, otros metales (Cd), polen).
  - Validación de métodos de medida: patrones.
  - Realización de campañas de medida complementarias, sobre la dinámica meteorológica y de contaminantes en altura.

### 2) BASE DE DATOS MEDIOAMBIENTAL

Habría que considerar los siguientes aspectos:

Configuración como interface Web, conectado con una base de datos. Soporte informático para el mantenimiento y actualización permanente de la información. La base de datos debe recoger los niveles de información divulgativa y técnica.

Para la realización de la misma sería importante la elaboración de una encuesta a circular por la Consellería entre los organismos públicos (Consellerías, Ayuntamientos, INM) y grupos/centros de investigación para conocer la información técnica ya disponible.

La información sobre aire que debería contener esta Base de Datos Medioambiental es la siguiente:

**a. Meteorología:** parámetros típicos (en superficie y en altura), evapotranspiración y evaporación, parámetros agrometeorológicos (temperatura del suelo, etc.).

**b. Inventario de emisiones:**

- Focos químicos.
- Focos aerobiológicos.
- Focos electromagnéticos.
- Focos de ruido.
- Focos radiactivos.

Además se deberían tener en cuenta en la elaboración de la base de datos, los siguientes aspectos:

- a. Integración on-line de las redes de calidad del aire y aerobiológica en la base de datos.
- b. Integración con sistemas de información geográfica.
- c. Información cartográfica digital, relacionada con la dinámica atmosférica, la delimitación de focos emisores y de receptores sensibles a la contaminación.
- d. Predicción del comportamiento del medio aéreo y los contaminantes, a partir del análisis y simulación, por ejemplo, predicción meteorológica.
- e. Dentro de esta base de datos medioambiental debería incluirse información de otros medios: acústico, edáfico, etc.
- f. Elaboración de una base de datos bibliográfica sobre estudios medioambientales en Galicia.

## 1.2.2. Conocimiento del Medio Acuático

### 2.2.1. Introducción.

El grupo de expertos participó en las reuniones de trabajo del Área de Conocimiento del Medio Acuático trató, como tarea preliminar, de definir cual era el interés general sobre el que se deberían de desarrollar o intensificar las líneas de I+D sobre el conocimiento del medio acuático. De este modo se estableció que las pautas marcadas por la Administración debían estar encaminadas a desarrollar e intensificar las tareas conducentes a adquirir el conocimiento del estado actual y evolución del sistema, ponien-

do los medios necesarios que garantizaran su continuidad. Todo ello se debería orientar a la rentabilización y planificación de todas las acciones futuras que permitiesen la preservación del medio acuático.

Así mismo, se centraron los temas de mayor importancia para el conocimiento del medio acuático estableciéndose los siguientes bloques:

- Caracterización y análisis de la incidencia de contaminantes sobre el medio receptor (índices de calidad, reacti-

vidad química en el medio, etc.).

- Comportamiento dinámico de las masas de agua (continentales, litorales, etc.) mediante la aplicación de modelos hidrodinámicos e hidrológicos.

- Efecto antrópico sobre el medio acuático (impacto de obras en la costa, impacto de vertidos, etc.).

- Comportamiento de sedimentos y transporte de sólidos.

### 1.2.2.3. Carencias detectadas.

Las carencias detectadas se refieren fundamentalmente a una falta de o baja disponibilidad de la información relacionada con el contenido de esta área, que sería muy importante para evitar duplicidades o en la validación de modelos. Por ello se hace necesaria una coordinación y gestión de los datos disponibles en medio ambiente.

Por otro lado, se detecta, en general, una falta de coordinación de trabajos de investigación entre grupos de la comunidad autónoma lo que sería muy interesante a la hora de optimizar la utilización de las infraestructuras y del capital humano disponible, sobre todo fomentando la coordinación y relación entre técnicos de la

Administración Gestora y Grupos de Investigación.

Se han planteado también grandes carencias en lo que se refiere a Planificación Hidrológica y grupos de investigación que desarrollen su labor en la determinación de virus y parásitos en aguas.

### 1.2.2.3. Líneas prioritarias de I+D sobre conocimiento del medio acuático

Las líneas de investigación y desarrollo que se deberían intensificar o promover de forma prioritaria en relación con el conocimiento del medio acuático son las que a continuación se enumeran:

a) *Caracterización del medio acuático. Procesos físico-químicos.*

a.1. Desarrollo de índices de calidad: índices químicos, biológicos y microbiológicos.

a.2. Caracterización de procesos físico-químicos en aguas:

- Estudios de especiación de contaminantes.
- Estudios de reactividad.

a.3. Caracterización de procesos biogeoquímicos en aguas.

a.4. Desarrollo de nuevas metodologías para la determinación de contaminantes en aguas.

b) *Hidrología.*

b. 1. Modelos numéricos y fisi-

cos.

- Hidrológicos.

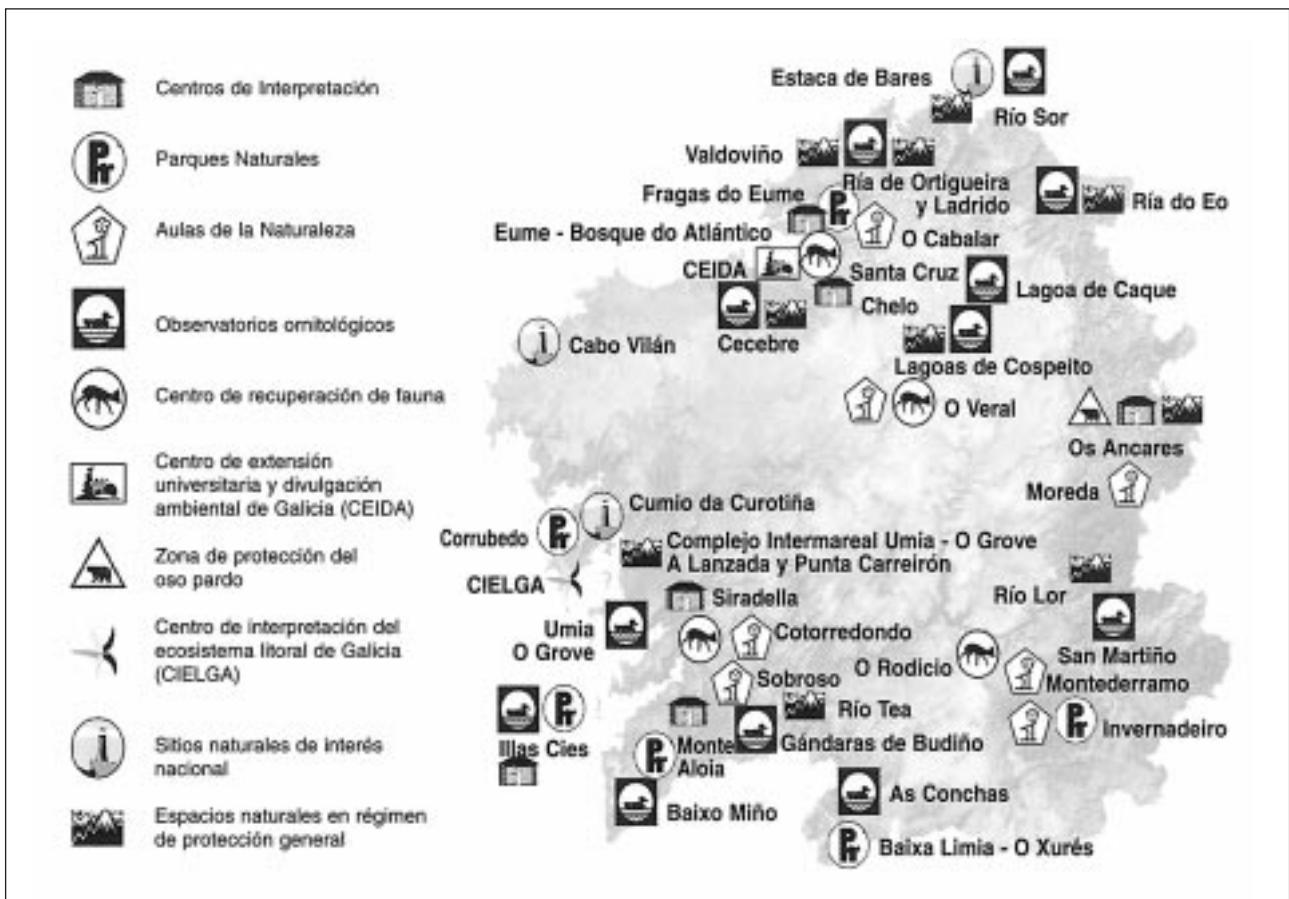
- Hidrodinámicos (combinados o no con modelos de reacción química).

- Dispersión de contaminantes.

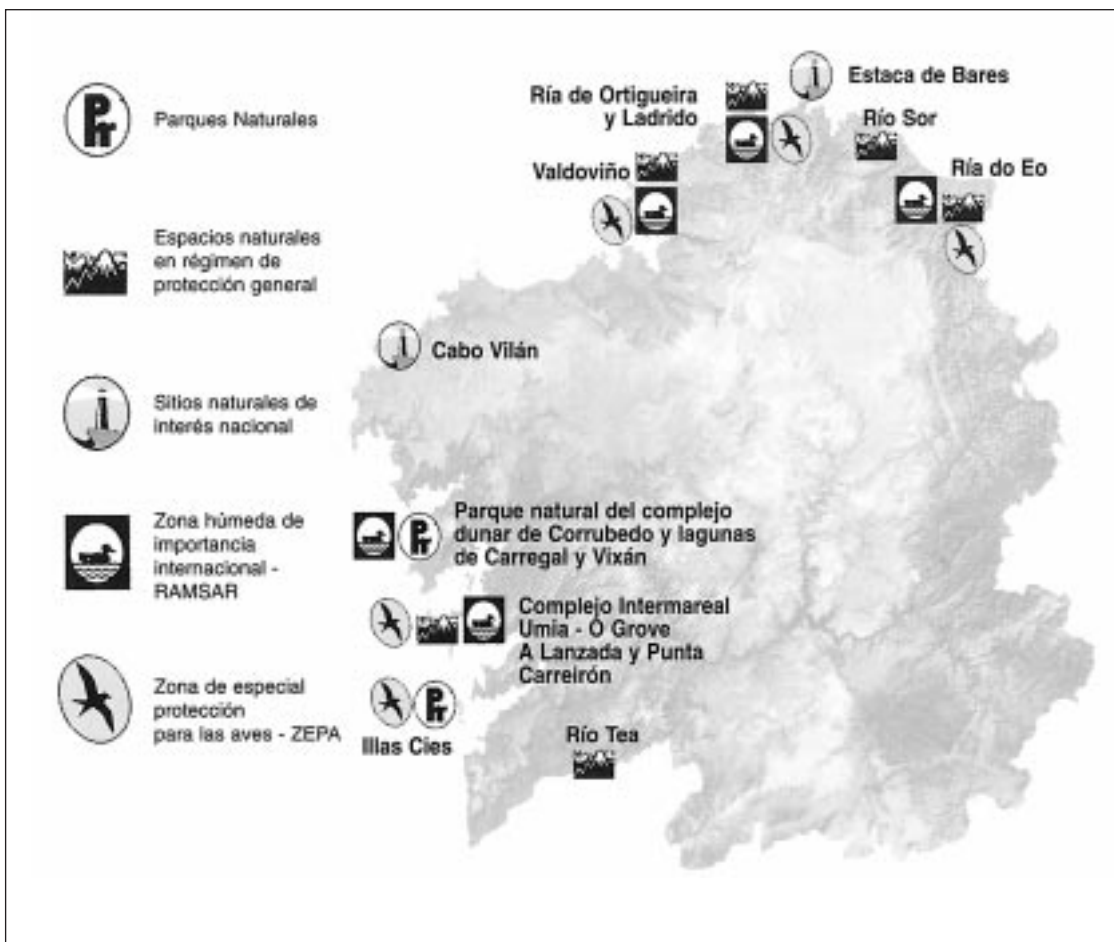
- Transporte de sólidos.

- Control óptimo.

b.2. Morfología y dinámica fluvial. Efecto antrópico.



\* Infraestructura de equipamiento ambiental.



\* Espacios naturales costeros protegidos.

## 1.2.3. Conocimiento del Medio Terrestre

### 1.2.3.1. Líneas de investigación actuales.

Las líneas de I+D que se llevan a cabo en la actualidad, en lo que al conocimiento del medio terrestre se refiere, son las que se agrupan en los siguientes apartados:

**1. Ciclos de elementos:** nitrógeno, fósforo, fijación de elementos, metales pesados.

**2. Física del suelo:**

- Estabilidad estructural.
- Mecánica (compactación, traficabilidad).
- Manejo y degradación.

**3. Agua del suelo:**

- Disolución del suelo.
- Dinámica, flujo en medios no saturados, y transporte de solutos y coloides.
- Modelización.

**4. Mineralogía del suelo:** Caracterización de compuestos de baja cristalinidad.

**5. Interacciones superficiales:**

- Reactividad superficial.
- Interacciones con especies inorgánicas y orgánicas.

**6. Atmósfera del suelo:**

- Emisiones gaseosas (desnitrificación en suelos sobrefertilizados y contaminados, gases con efecto invernadero).
- Transporte gaseoso.

**7. Biología del suelo:**

- Estructura de comunidades microbianas.
- Bioindicadores.
- Biorremediación.
- Actividad enzimática.

**8. Técnicas de Análisis de Suelos:**

- Métodos de Fraccionamiento.
- Determinación de elementos asimilables.
- Utilización de métodos radiométricos.

- Caracterización de la materia orgánica mediante RMN, infrarrojos, métodos térmicos, técnicas cromatográficas.
- Microscopía electrónica de alta resolución.
- Análisis de imágenes.
- Utilización de sensores.
- Geoestadística.

## 9. Suelo y Contaminación:

- Identificación y cuantificación de contaminantes en el suelo.
- Metodologías de análisis de contaminantes.
- Retención de microorganismos.
- Adsorción y desorción de contaminantes.
- Degradación biológica y química de contaminantes orgánicos.
- Movilidad de contaminantes.
- Cambios en el suelo por acción de los contaminantes.
- Determinación de cargas críticas.
- Degradación y recuperación de suelos.
- Aprovechamiento de residuos agrícolas, ganaderos y forestales.
- Tratamiento y reutilización de los residuos urbanos, mineros e industriales.

## 10. Geología:

- Niveles de radón.
- Mapas de radiactividad natural.
- Investigación sobre los riesgos sísmicos.
- Desarrollo de cartografía digital (ortofotos y mapas temáticos).
- Desarrollo de sensores con bandas estrechas en vídeo para la identificación de materiales en superficie.
- Desarrollo de programas informáticos de procesamiento de imágenes para identificar usos del suelo.
- Acoplamiento de GIS y teledetección para estudiar la evolución del medio terrestre.
- Integración del GIS como una herramienta de trabajo para permitir la entrada, actualización y salida de datos de campo sistematizada.

**Observaciones:** En los temas de Petrología, Estratigrafía, Geodinámica externa, etc. no podemos aportar esta información por no haber especialistas en el tema en nuestro Grupo de trabajo.

**1.4.1.2. Carencias para el desarrollo de la investigación prioritaria en la Comunidad Autónoma Gallega en el Área del Medio Terrestre.**

A continuación se indican algunas carencias básicas, que se consideró que era indispensable subsanar para llegar a establecer criterios de ponderación de calidad del medio físico (dentro del medio natural) con vistas a la toma de decisiones en actuaciones futuras:

1. Bases cartográficas digitales y unificadas en escala: topografía, geología, geotecnia, geomorfología, geohidrología y suelos (escala ideal de trabajo entre 1:5.000 y 1:10.000).
2. Mapas de síntesis y temáticos.
3. Bases de datos con metodología unificada.
4. Inventario de recursos.

Identificar puntos de interés geológico (formaciones rocosas de aspecto singular y relieve pintoresco, didáctico cultural y turístico) y edáfico.

Mejorar el conocimiento del medio físico de parques naturales y zonas protegidas de Galicia, que sirvan de base para estudios integrados.

5. Acceso y difusión de los datos de que dispone la administración (datos meteorológicos, satélites, etc.) a otros organismos públicos de forma gratuita (o a coste de reproducción) y ágil.
6. Potenciación de la colaboración entre grupos de investigación para la búsqueda de mejores soluciones técnicas y científicas en la protección medioambiental. En este sentido se destaca la buena acogida por parte del grupo de la iniciativa de la administración autonómica en la convocatoria de las actuales jornadas sectoriales.

Observaciones: La mayoría de estos puntos no constituyen en sí mismas líneas de I+D, pero las consideramos indispensables para el desarrollo de cualquier proyecto de investigación medioambiental. Es fundamental que la iniciativa para obtener estos datos parta de la Administración Autonómica dada. La naturaleza del trabajo a realizar y la utilización de dicha información, por parte de las instituciones públicas.

**1.4.1.3. Líneas de investigación prioritarias en la Comunidad Autónoma Gallega en el Área de Conocimiento del Medio Terrestre.**

Se indica entre paréntesis el nivel de desarrollo actual en Galicia de cada una de las líneas: (0) = nulo; (1) = escaso; (2) = medio; (3) = alto

1. Ciclos de nutrientes: optimización de la fertilización y minimización de la contaminación difusa. (2)
2. Influencia del manejo en las propiedades del suelo. Desarrollo de técnicas conservadoras o de mínimo impacto en explotaciones agrícolas y forestales. (1)
3. Dinámica del agua en el suelo. Transporte de solutos y coloides. (1)
4. Capacidad depuradora del suelo. (1)



5. Comportamiento de contaminantes en el sistema integrado suelo-planta-agua-atmósfera. (1)
6. Vulnerabilidad del suelo frente a la degradación química, física y biológica. Evaluación del estado actual de degradación. (1)
7. Caracterización y manejo de suelos forestales. En este apartado no se incluyen los suelos agrícolas, puesto que los componentes del grupo suscriben las conclusiones presentadas por el grupo de estudio de Suelos Agrícolas en las Jornadas Sectoriales de Trabajo sobre Investigación Agropecuaria. (1)
8. Definición y establecimiento de parámetros de calidad del suelo desde el punto de su función productiva, filtrante y degradativa. (1)
9. Papel del suelo en la gestión de residuos. (1)
10. Aptitud del medio terrestre para la ubicación de vertederos. Seguimiento y control de los impactos sobre el medio terrestre. (0)
11. Emisiones gaseosas por el suelo. (1)
12. Composición y procesos en sistemas costeros.
  - a) Caracterización y cartografía de formaciones sedimentarias en medios litorales. (2)
  - b) Caracterización, dinámica y procesos relacionados con el sustrato en marismas, sistemas dunares y estuarios (en este campo es imprescindible una visión integrada con otras áreas, especialmente Medio acuático). (1)
13. Evaluación de métodos analíticos para el fraccionamiento de elementos inorgánicos y estudio de su biodisponibilidad. (2)
14. Desarrollo de métodos analíticos en el campo de los compuestos orgánicos naturales y xenobióticos en el suelo. (0)
15. Geotermalismo. (1)
16. Sismicidad. (1)
17. Niveles de Radón. (1)
18. Mapas de radiación natural. (0)
19. Procesos de alteración de rocas cristalinas. (2)
20. Caracterización de materiales para su aplicación en estudios de restauración de canteras y minas; contención de residuos y alteración de materiales en monumentos. (1)
21. Caracterización, tratamiento y aprovechamiento de residuos de materiales geológicos procedentes de actividades mineras e industriales. (1)
22. Estudios básicos que permitan la planificación de explotación de materiales rocosos con el mínimo impacto ambiental y su restauración. (1)
23. Profundización en el estudio de las aguas subterráneas en Galicia. (1)
24. Procesos dinámicos asociados a la red fluvial (tomando como unidad territorial la cuenca) tendentes a establecer un modelo dinámico de la evolución del relieve en la actualidad y a detectar sus tendencias futuras. (1)
25. Estudio de formaciones superficiales desde el punto de vista de su importancia hidrogeológica y geotécnica. (1)
26. Desarrollo de sensores de teledetección. Acoplamiento de sistemas GIS y de teledetección para el estudio del medio físico. (1)
27. Definición y establecimiento de parámetros de calidad del medio geológico. (0)

## 1.2.4. Conocimiento de la flora y la fauna

### 1.2.4.1. Estado actual del conocimiento.

Existe una gran variabilidad sobre el estado del conocimiento de la flora y la fauna. Así, por ejemplo, es posible diferenciar grupos relativamente bien estudiados como el de las plantas vasculares, los vertebrados y algunos invertebrados terrestres, frente a otros, en los que el conocimiento es más escaso, como la flora briofítica, líquenes, algas continentales e invertebrados acuáticos.

Aún en los casos en que la información básica antes referida esté disponible los aspectos biológicos y de autoecología no están suficientemente desarrollados, por lo que se debería incidir más sobre los mismos.

### 1.2.4.2. Líneas de Investigación en la actualidad.

a) Flora y Fauna: Las líneas actuales de investigación destacables se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

1. Desarrollo de la Directiva Hábitat (Dir 92/43/CEE): Conocimiento florístico y faunístico de los espacios naturales protegidos.
2. Conocimiento de la historia natural de las especies raras, endémicas y amenazadas.
3. Diversidad: Conocimiento de los grupos. Cómo afectan determinadas actividades a la pérdida de biodiversidad.
4. Flora de algas continentales y marinas.
5. Estudios de biología, autoecología y dinámica de poblaciones de algas continentales y marinas con interés industrial.
6. Elaboración del mapa costero de las algas bentónicas.

Sugerencia: Es necesario intensificar los estudios florísticos para mejorar el conocimiento de algas continentales, por considerarlo inferior al nivel existente en otras Comunidades. Por contra, el nivel en flora de algas bentónicas marinas es de los mejores de España.

7. Fauna dulceacuícola: El conocimiento taxonómico es muy bueno para determinados grupos.

Sugerencia: Se precisa la formación de especialistas en este tema y la publicación de monografías de los grupos desconocidos. En los grupos conocidos, es necesario profundizar en su conocimiento ecológico. En las especies de interés socioeconómico es necesario crear nuevas líneas de investigación. La ecología y biología de algunos peces y anfibios es prácticamente desconocida en nuestra Comunidad Autónoma.

**EL NIVEL EN FLORA DE ALGAS  
BENTÓNICAS MARINAS ES DE LOS  
MEJORES DE ESPAÑA**

**1.2.4.3. Líneas  
prioritarias de I+D.**

1. Es necesario promover el conocimiento de los grupos florísticos y faunísticos insuficientemente conocidos.
2. Profundizar en el estudio de la distribución de las poblaciones.
3. Profundizar en el estudio de los diversos aspectos biológicos y de autoecología.
4. Potenciar el papel de estos elementos de flora y fauna como bioindicadores de determinadas pautas de comportamiento ecológico o de procesos de contaminación.
5. Evaluar el estado de conservación de las poblaciones.
6. Identificar los factores limitantes de las poblaciones amenazadas.
7. Establecer un "órgano" de consulta e intercambio de información para la biología de las aguas continentales.
8. Se necesitan estudios integrales y relacionales de flora y fauna especialmente en lo relativo a espacios protegidos.

**SE PRECISA LA FORMACIÓN DE  
ESPECIALISTAS EN ESTE TEMA Y LA  
PUBLICACIÓN DE MONOGRAFÍAS DE  
LOS GRUPOS DESCONOCIDOS.**

**ES NECESARIO INTENSIFICAR LOS  
ESTUDIOS FLORÍSTICOS PARA  
MEJORAR EL CONOCIMIENTO DE  
ALGAS CONTINENTALES**

## 1.2.5. Planificación del medio ambiente

### 1.2.5.1. Introducción.

Si bien las decisiones sobre planificación en cualquier materia corresponde adoptarlas a los políticos, éstos han de contar para ello con un importante apoyo de científicos que les han de facilitar su tarea desde varios aspectos.

En primer lugar está la detección de lo que es planificable, pues se trata de asuntos en que concurren políticas o sectores diversos. Por otro lado el científico

le ha de suministrar al ejecutivo los datos y los procedimientos necesarios para tomar decisiones. Por último la ciencia debe sugerir un abanico de posibles soluciones a problemas complejos.

Por ello, la planificación medioambiental tiene un componente importante de asesoramiento científico. Para ello hace falta un riguroso estudio de datos y una investigación sobre los métodos adecuados a la planificación.

### 1.2.5.2. Situación actual y carencias detectadas.

En el presente momento desde distintos centros (Universidades, CSIC, Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán, etc.) se realizan estudios válidos para la planificación. El hecho de que metodologías alóctonas sean aplicables, o adaptables, a Galicia debe considerarse como un factor positivo.

Actualmente existen buenos, aunque nunca suficientes, conocimientos en lo relacionado con caracterización y localización de espacios contaminados y en la elaboración de técnicas de detección de daños y recuperación ambiental. Es también importante la recopilación de datos ambientales y el conocimiento de métodos de análisis de los mismos.

Mayor retraso se tiene en el diseño de metodologías especializadas para análisis

de los datos, necesarios y en la adaptación de instrumentos jurídicos y técnicas de planificación ambiental.

Por buen camino van otros estudios sobre técnicas de modelización y los de determinación de cargas críticas de contaminantes, indicadores de impacto ambiental y ordenación de recursos.

Donde se detecta mayor carencia es en los siguientes temas: Estudio de la evolución natural del medio, planificación de sistemas forestales y/o naturales, adaptación a Galicia de la sociología forestal y en el estudio del paisaje.

En estos últimos tres temas a la carencia de conocimientos se suma la escasez de equipos que actualmente trabajen en ellos. La carencia más patente es la insuficiente coordinación entre las investigaciones de los organismos implicados (CSIC, Departamentos Universitarios, CIF, etc.).

### **1.2.5.3. Propuestas de Investigación.**

- a) Elaboración continuada y coordinación de la documentación básica ambiental: Bases de datos, S.I.G. y cartografías ambiental y temática centradas en recursos, riesgos y orientación de usos.
- b) Evaluación de las actuaciones naturales sobre los sistemas naturales de Galicia.
- c) Elaboración y adaptación de nuevos instrumentos jurídicos y técnicos de planificación ambiental: técnicas de modelización y simulación, planes de ordenación de recursos, cargas críticas de contaminantes, estudios de impacto ambiental, planes de seguimiento y vigilancia ambiental, etc.
- d) Planificación de usos en los sistemas litorales, forestales y áreas sensibles o de interés especial.
- e) Localización y caracterización de espacios contaminados y/o degradados: suelos, explotaciones mineras, riberas, etc.
- f) Elaboración y aplicación de técnicas de prevención, control, recuperación y rehabilitación ambiental.
- g) Sociología y divulgación medioambiental.
- h) La integración del paisaje en la planificación.

### **1.2.5.4. Otras consideraciones.**

La investigación sobre planificación forestal sería inútil si se encierra en sí misma. Por ello, los conocimientos que se adquieran con ella han de estar siempre disponibles para los ejecutivos, sin perjuicio de que deban tener la máxima difusión.

Por otro lado cabe realizar la siguiente reflexión de que, si para planificar es preciso el apoyo de las demás áreas, estas serían poco útiles en sí mismas.

Por ello se ha estimado conveniente hacer las siguientes recomendaciones:

- a) Publicación de los resultados de la investigación realizados en Galicia, en particular, los financiados con fondos públicos.
- b) Elaboración de un Catálogo de Investigadores en Galicia por temas específicos.
- c) Integración de las bases de datos y de investigación de las Universidades y Centros de Investigación de Galicia.
- d) Transparencia y puesta a disposición de las bases de datos para los investigadores y público en general.

## 1.2.6. Conservación de los recursos naturales

### 1.2.6.1. Temas de investigación más relevantes en el área.

Los temas de investigación desarrollados en la actualidad por los grupos de investigación más relevantes y que se encuadran en el Área 6 de "Conservación de los Recursos Naturales" son los que se relacionan a continuación:

1. Impacto de la actividad pesquera en ecosistemas marinos (hábitats y especies). Biodiversidad en ecosistemas marinos (Grupo 1). Investigación coordinada con el CEMMA y el MNHN, su posible incidencia en el sector socioeconómico se considera alta. Hay dos grupos en la Comunidad Autónoma trabajando en este tema.

2. Incendios Forestales. Impactos Silvicultura en Ecosistemas Forestales (Grupo 2). Investigación coordinada con el Departamento de Edafología de la Universidad de Santiago de Compostela. Presenta una incidencia sobre el sector socioeconómico correspondiente alta.

3. Integración de Sistemas de Información Geográfica (Grupo 3). Investigación coordinada con el Instituto Tecnológico de la Universidad de Santiago de Compostela. Hay tres grupos de investigación en la Comunidad Autónoma trabajando en esta línea. Su posible incidencia en el sector socioeconómico se valoró como alta.

4. Control Biológico de Plagas. Planes de Gestión de Especies Amenazadas (Grupo 4). Considerado de alta incidencia en el sector socioeconómico, la investigación se desarrolla en coordinación con el CSIC. Hay cuatro grupos investigando en

este tema en la Comunidad Autónoma.

5. Control del riesgo de erosión. Recursos Climáticos (Grupo 5). Se coordina con la E.P.S. de Lugo (Universidad de Santiago de Compostela). Se califica como media la incidencia del tema en el sector socioeconómico. Hay dos grupos investigando en este tema en la Comunidad de Galicia.

6. Sistemas alternativos de producción compatibles con la conservación de recursos naturales (Grupo 6). Línea de investigación con una incidencia en el sector alta.

7. Estudio sobre Estrategias de Reproducción de Especies Raras de Galicia (Grupo 6). Es un tema que se consideró de incidencia media en el sector socioeconómico.

8. Evaluación de Hábitats para Conservación (Grupos 7). Valorada a nivel medio su incidencia socioeconómica. Hay dos grupos en la Comunidad de Galicia trabajando en este tema.

9. Restauración de Comunidades Incendiadas (Grupo 7). Desarrollado en coordinación con las Facultades de Farmacia y Biología de la Universidad de Santiago de Compostela, tiene una incidencia sobre el sector socioeconómico elevada. Hay tres grupos en la Comunidad de Galicia trabajando en este tema.

10. Ecología de Incendios Forestales (Grupo 8). De alta incidencia en el sector socioeconómico. Hay dos grupos más en la Comunidad de Galicia trabajando en este tema.

11. Protección Forestal: Mejora Genética y Conservación de los Recursos

Naturales (Grupo 9). Incidencia socioeconómica elevada. Hay dos grupos más en la Comunidad de Galicia trabajando en este tema.

12. Conservación de Recursos Genéticos. Mejora Genética (Grupo 10). Se desarrolla en coordinación con la E.P.S. de la Universidad de Santiago de Compostela y la valoración de su incidencia en el sector socioeconómico es alta.

13. Conservación de recursos fitogenéticos (Grupo 11). Presenta una incidencia en el sector socioeconómico elevada. Hay dos grupos más en la Comunidad de Galicia trabajando en este tema.

14. Biotecnología de Especies Leñosas. Propagación y Conservación (Grupo 12). De incidencia media en el sector socioeconómico. Hay tres grupos más en la Comunidad de Galicia trabajando en este tema.

En algunos de los temas relacionados, la investigación se coordina con otros grupos de trabajo de otras áreas o de fuera de la Comunidad Autónoma de Galicia y que a continuación se citan, en primer lugar figura el nombre el investigador principal de cada uno de ellos:

Colaboran con el Grupo de D. Angel Guerra Sierra:

- Graham J. Pierce. Departamento de Zoología. Universidad de Aberdeen. Reino Unido.
- María A. Ramos. Museo Nacional de Historia Natural. CSIC. Madrid.

Colaboran con el Grupo de D. José A. Vega Hidalgo:



- C. Hernando. CIFOR. INIA.
- M. Angulo. Departamento de Telecomunicaciones. INTA.
- M. Honrubia. Departamento de Botánica. Universidad de Murcia.
- J.C. Valette. INRA (Francia).
- J. Heras. Universidad de Castilla-La Mancha.
- V. Leone. Universidad de Potenza (Italia).

Colaboran con el Grupo Dña. Elvira Díaz Vizcaíno:

- E. Deluis Calabuig. Departamento de Ecología de la Universidad de León.
- L. Trabaud. CNRS Montpellier (Francia).

Colaboran con el Grupo D. Pedro Pérez Gorostiaga:

- C. Hernando. CIFOR. INIA.
- M. Honrubia. Departamento de Botánica. Universidad de Murcia.
- J.C. Valette. INRA (Francia). Colaboran con el Grupo Dña. Cristina Moo García:
- F. Puertas. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra.
- A. Hernández. C.I.F. Valensadero, de la Junta de Castilla y León. Colabora con el Grupo de D. Amando Ordás Pérez:
- Jesús Moreno. Centro de Investigaciones de Mabegondo. Consellería de Agricultura, Ganadería y Política Agroalimentaria. Xunta de Galicia.

Colaboran con el Grupo de D. Antonio Ballester y A. Pardiñas:

- Fernando Pliego Alfaro. SIA Málaga.

- Juan Segura. Facultad de Farmacia de la Universidad de Valencia
- Jerry Douglas. TEAGASC (Dublín, Irlanda)

### **1.2.6.2. Propuestas en función de las necesidades del sector y de las carencias encontradas.**

Los temas propuestos por el grupo de trabajo del área 6 "Conservación de los recursos naturales" son los siguientes:

#### **1. Inventario, vigilancia y modelización ambiental.**

- 1.1. Catálogo de especies amenazadas.
- 1.2. Catalogación y caracterización de ecosistemas de interés para la conservación.
- 1.3. Catálogo y caracterización de elementos del medio físico de interés para la conservación.
- 1.4. Modelos de riesgo y propagación de incendios forestales.

#### **2. Uso sostenible de los recursos naturales.**

- 2.1. Análisis del impacto de las actividades antrópicas sobre los recursos naturales.
- 2.2. Desarrollo de los sistemas alternativos de producción compatibles con la conservación.
- 2.3. Efectos ecológicos de los incendios forestales.
- 2.4. Control integrado de plagas y enfermedades.

#### **3. Protección de hábitats y especies.**

- 3.1. Conservación de recursos genéticos.
- 3.2. Planes de manejo de especies

amenazadas.

3.3. Ordenación y gestión de espacios protegidos.

3.4. Sistemas integrales de prevención de incendios forestales.

3.5. Conservación de suelos y aguas.

#### **4. Educación ambiental.**

4.1. Análisis de la sensibilidad social sobre la conservación de recursos naturales.

4.2. Desarrollo de técnicas de educación ambiental.

### **1.2.6.3. Observaciones.**

Con relación a los temas propuestos hay que tener en cuenta que el orden por el que se establecen no indica prioridad de ningún tipo.

Además, se formularon una serie de recomendaciones generales para corregir las debilidades del tejido investigador en Galicia y que se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- Potenciar el desarrollo y actualización de bases de datos y sistemas de información.
- Corregir el déficit de personal especializado en técnicas avanzadas: genética, hidrología forestal.
- Elaborar una ley de conservación del medio natural en Galicia
- Impulsar la conservación de la diversidad biológica.
- Corregir el distanciamiento entre el personal investigador y el personal gestor: transferencia de resultados.
- Introducir la educación ambiental en las enseñanzas regladas.
- Fomentar los talleres y reuniones multidisciplinares y promoverlas con carácter periódico.

## 1.2.7. Aprovechamiento de los recursos naturales y gestión socioeconómica del medio

### 1.2.7.1. Temas de investigación relevantes en el Área.

A continuación se comentan los temas de investigación relevantes en el Área, identificados durante las reuniones del grupo de trabajo. Se ordenaron en función del Centro en el que se están llevando a cabo o se realizaron los trabajos.

a) Departamento de Parasitología. Facultad de Farmacia (USC).

El Grupo de Investigación dirigido por el Prof. D. Manuel Sanmartín está llevando a cabo en la actualidad una serie de estudios con una elevada incidencia sobre el sector socioeconómico, y son los siguientes:

- Estudio del estado sanitario de la ictiofauna silvestre y de las piscifactorías en las aguas continentales.
- Estudio sobre el manejo del medio y cría en semilibertad del conejo de monte. En coordinación con el Departamento de Biología Animal de la Universidad de León.
- Estudio sobre aspectos biológicos y demográficos del corzo en Galicia. En este tema se trabaja en coordinación con el Departamento de Parasitología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Santiago de Compostela y con el Dr. Rafael Villafuerte, del Instituto de Zoología de la Universidad de Porto (Portugal) y la Estación

biológica de Doñana del Ministerio de Medio Ambiente.

- Adecuación de una metodología para la determinación de caudales ecológicos en los ríos gallegos. Tema investigado en coordinación con el Dr. Rafael Villafuerte, del Instituto de Zoología de la Universidad de Porto (Portugal) y la Estación biológica de Doñana del Ministerio de Medio Ambiente.
- Estudio y evaluación del estado sanitario de las especies de caza mayor. Investigación desarrollada en coordinación con el Dr. Rafael Villafuerte.

De todos los temas de investigación más relevantes en el área, sólo uno, Estudio sobre la dieta del lobo en el Parque Natural de la Serra do Xurés no se encuentra bajo investigación en la actualidad. No obstante, se valoró su incidencia sobre el sector socioeconómico como alta.

Se están investigando, asimismo los siguientes temas:

- Prospección del área de distribución de la perdiz charrela en Galicia y su evolución. Su incidencia en el sector socioeconómico se valoró como media.
- Estudio del conejo (*Oryctolagus cuniculus*), de baja incidencia en el sector socioeconómico.

Estos temas tienen una incidencia sobre el sector socioeconómico media y baja respectivamente.

**EL ESTUDIO SOBRE LA DIETA DEL LOBO EN EL PARQUE NATURAL DE LA SERRA DO XURÉS NO SE ENCUENTRA BAJO INVESTIGACIÓN EN LA ACTUALIDAD**

Asimismo, deben mencionarse dos Investigadores que dirigen sendos grupos de fuera de la Comunidad Autónoma de Galicia que trabajan en los temas citados y con los que se trabaja coordinadamente:

- Dr. Diego García de Jalón Lastra, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (Departamento de Ingeniería Forestal) de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Dr. Daniel Fernández de Luco, de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza.

b) Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente.

Existen en este centro cinco grupos de investigación dentro del área "Aprovechamiento de los Recursos naturales y Gestión Socioeconómica del Medio", al frente de los cuales se encuen-

**EN LA ESCUELA  
POLÍTÉCNICA  
SUPERIOR DE LUGO  
FUNCIONAN TRES  
GRUPOS DE  
INVESTIGACIÓN QUE  
SE ENCUADRAN EN EL  
ÁREA  
APROVECHAMIENTO  
DE LOS RECURSOS  
NATURALES Y  
GESTIÓN  
SOCIOECONÓMICA  
DEL MEDIO**

tran:

1. D. Pablo Caballero Javierre.
2. Dña. Josefa Fernández López.
3. Dña. Elena Español Álvarez.
4. D. Guillermo Vega Alonso.
5. D. Francisco Fernández de Ana Magán.

Los temas de investigación más relevantes en el área que se desarrollan en este momento en el C.I.F. de Lourizán son los siguientes:

- Acuicultura, salmón y trucha. Valorada su posible incidencia en el sector socioeconómico como media, los trabajos realizados sobre este tema se llevan a cabo en coordinación con el Departamento de Acuicultura de la E.T.S.I. de Montes de Madrid.
- Mejora genética de castaño y nogal. Selección híbrido castaño. El trabajo de investigación sobre la mejora genética de estas dos especies forestales se desarrolla en un campo de alta incidencia en el sector socioeconómico. Debe precisarse que no es un tema exclusivo del Centro de Investigaciones Forestales sino que se desarrolla en coordinación con otros grupos del área de la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Detección de resistencia a frío de *Eucalyptus globulus*. Su incidencia socioeconómica ha sido considerada de nivel medio.
- Plan I+D de apoyo a la reforestación y evaluación de T. de reforestación; desarrollado en coordinación con un grupo de investigación de la Universidad de Santiago de Compostela.

Los tres temas que se citan a continuación están siendo investigados en Lourizán sin coordinación con otros grupos, pero tienen una incidencia media o alta en el sector socioeconómico:

- Miconización del castaño / producción micológica. Presenta una incidencia media sobre el sector socioeconómico.
- Plan de mejora genética forestal.: *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, cerezo, ...
- Selección y mejora de cerezo y arce.

Además del trabajo desarrollado en coordinación con el Departamento de Acuicultura de la E.T.S.I. de Montes, deben citarse los siguientes grupos de fuera de la Comunidad Autónoma con los que se trabaja coordinadamente:

- C.I.F. Valensadero, de la Junta de Castilla y León, cuya investigadora principal es Dña. Ana Hernández Fernández de Rojas.
- El grupo dirigido por D. Fernando Puertas Trías, del Centro Forestal de la Diputación Foral de Navarra.
- El Departamento de Repoblaciones forestales de la E.U.I.T. Forestal de Madrid, dirigido por D. Rafael Servada Hierro.

c) Escuela Politécnica Superior de Lugo (Universidad de Santiago de Compostela)

En la Escuela Politécnica Superior de Lugo funcionan tres grupos de investigación que se encuadran en el área Aprovechamiento de los Recursos Naturales y Gestión Socioeconómica del Medio, cuyos investigadores principales son, respectivamente, los

siguientes:

1. D. Guillermo Riesco Muñoz.
2. D. Santiago Pereira Lorenzo.
3. D. Antonio Rigueiro Rodríguez.

Por lo que se refiere a los temas más relevantes en el área, el Grupo de Investigación dirigido por D. Antonio Rigueiro Rodríguez se ocupa de la investigación de la Multiplicación y mejora genética de especies forestales, de alta incidencia en el sector socioeconómico, en coordinación con el grupo del CIF de Lourizán dirigido por Dña. Josefa Fernández López.

Los temas que se relacionan a continuación, todos ellos de alta incidencia en el sector socioeconómico, son llevados a cabo por el Grupo de Investigación dirigido por D. Santiago Pereira Lorenzo en coordinación con el grupo de investigación dirigido por D. Andrés Remacha Gete de la E.U.E.T. Forestal de la Universidad Politécnica de Madrid:

- Características y multiplicación de variedades de castaño.
- Sistemas agroforestales (silvopastorales).
- Producciones complementarias del bosque (setas, plantas medicinales, etc.).

El Grupo de Investigación dirigido por D. Guillermo Riesco Muñoz desarrolla en coordinación con el grupo de la Universidad Politécnica de Madrid la investigación del tema Características tecnológicas de maderas (castaño, roble, ...); además de los siguientes trabajos:

- Fertilización con lodos de depuradoras (sustrato viveros, repoblación, sistemas silvopastorales)
- Control de la competencia de la vegetación en repoblaciones jóvenes (fitocidas).

Parte de los trabajos de investigación de la E.P.S. de Lugo citados anteriormente se realizan en coordinación con otros equipos no mencionados y que se citan a continuación:

- Los grupos dirigidos, respectivamente, por D. Javier Silva Pando y D. Francisco Fernández de Ana Magán, ambos del CIF de Lourizán (Consellería de Medio Ambiente)
- El Grupo de Investigación dirigido por D. Javier Vieitez Madriñan y D. Antonio Ballester, del Instituto de Investigaciones Agrobiológicas del C.S.I.C.

Dentro de la Escuela Politécnica Superior de Lugo funcionan otros tres grupos de investigación encuadrados en el seno de las Jornadas dentro del Área de Aprovechamiento de los Recursos Naturales y Gestión Socioeconómica del Medio y cuyos investigadores principales son:

1. D. Roque Rodríguez Soalleiro.
2. D. Ignacio Díaz-Marozo Hidalgo.
3. D. Iván Pedrosa Roldán.

Los temas de investigación más relevantes en el área desarrollados por estos equipos de investigación se encuadran, para su mejor presentación, en dos blo-

ques. En el primero citaremos aquellos temas cuya posible incidencia en el área socioeconómica se valoró como alta; en el segundo aquellos considerados de incidencia media:

1. Valoración socioeconómica alta:

- Estudio de crecimiento y producción de *Pinus radiata*. Podas. Claras. Calidad estación. En coordinación con la E.T.S.I.M. de la Universidad Politécnica de Madrid, en concreto con el Departamento de Silvoparcicultura, cuyo investigador principal es Alberto Madrigal Collazo.
- Estudio de crecimiento y producción de pino silvestre en Galicia. La investigación se desarrolla en coordinación con el grupo de investigadores dirigido por Gregorio Montero del Departamento de Selvicultura del CIT-INTA.
- Índice de competencias y densidad de distintas especies arbóreas.
- Optimización de procesos de producción de truchas en piscifactorías.

A excepción del último de los citados, en todos los temas de investigación el trabajo se coordina con el desarrollado en el Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán de la Consellería de Medio Ambiente.

2. Incidencia media en el sector socioeconómico. A esta valoración responden los temas de investigación siguientes:

- Estudio de crecimiento de abeto Dorglar en Galicia.

## MODALIDADES DE GESTIÓN Y EFICIENCIA EN LOS ESPACIOS COMUNALES; UN TEMA DE ALTA INCIDENCIA EN EL SECTOR SOCIOECONÓMICO

- Estudio de crecimiento de abedul en el área interior de Galicia
- Ecología y selvicultura de robledales

Asimismo, debe citarse el grupo del Centro de Investigación Agrícola de Arkaute (País Vasco), cuyo investigador principal es D. Alejandro Cantero, con el que se trabaja en coordinación.

d) Departamentos de Economía Aplicada y Economía de la Empresa.

Dentro de este epígrafe se encuadran tres grupos de investigación dirigidos respectivamente por:

1. D. Xaquín Fernández Leiceaga, Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela.
2. D. Albino Prada, Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Vigo.
3. Dña. Ana Gueimonde Canto, Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad de Vigo.

Los temas de investigación más

relevantes en el área de Aprovechamiento de Recursos Naturales y Gestión Socioeconómica del Medio, desarrollados por los citados equipos son los siguientes:

- Modalidades de gestión y eficiencia en los espacios comunales; un tema de alta incidencia en el sector socioeconómico, desarrollado en coordinación con un grupo dirigido por Fernando Oliveira Baptista, de la Universidad de Lisboa.
- Valoración de la producción del monte.
- Producción, comercialización y transformación de la madera.

e) Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. CSIC.

En el Instituto funcionan tres grupos de investigación que desarrollan temas de relevancia en el Área, cuyos investigadores principales son los siguientes:

1. Dña. Ana María Vieitez.
2. D. Antón Vilariño.
3. Dña. Maria de la Cruz Mato Iglesias.

A continuación se relacionan los temas de investigación desarrollados, por orden de enumeración, por los equipos de investigación citados:

- Biotecnología de especies frondosas. Tema valorado como de alta incidencia en el sector socioeconómico y llevado a cabo en coordinación con grupos de investigación de la Universidad de Santiago de Compostela.
- Micorrización. También en coordinación con la Universidad de Santiago de Compostela. Su posible incidencia en el sector socioeco-

nómico se valoró como media.

- De baja incidencia en el sector socioeconómico se consideró el tema Fisiología de la Rizogénesis (Especies leñosas).

Otros investigadores o Grupos de Investigación que trabajan en el área son los siguientes:

1. Dr. José Luis Barja. Facultad de Biología. Microbiología Universidad de Santiago de Compostela.
2. D. Vicente Piorno. Facultad de Biología. Universidad de Vigo / Dirección Xeral de Montes e M.A.N.
3. Dr. Luis Costa Pérez. Facultad de Veterinaria. Parasitología. Universidad de Santiago de Compostela / Dirección Xeral de Montes e M.A.N.
4. Martín Mayo Rustarazo. E.T.S.I.M. Madrid. Ingeniería Forestal. Universidad Politécnica de Madrid / Dirección Xeral de Montes e M.A.N.
5. Marta Muñoz. Dirección Xeral de Montes e M.A.N. Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia.
6. Hermann Schmaleberger. XESTEC

### 1.2.7.2. Líneas de I+D prioritarias.

Se entiende que la mejora de la producción forestal pasa por el aprovechamiento integral de los recursos bajo el principio de sostenibilidad del ecosistema. Es decir, la consolidación del sector forestal en Galicia, definido como uno de los principales sectores primarios de la Comunidad Autónoma y a impulsar claramente, precisa no sólo un incremento y diversificación de la producción, sino una mejora de la calidad.



**SE CONSIDERA  
NECESARIO EL  
MANTENIMIENTO  
DE LAS LÍNEAS  
ACTUALES DE  
INVESTIGACIÓN  
SOBRE  
MICROPROPA-  
GACIÓN Y  
ESTAQUILLADO DE  
ESPECIES  
FORESTALES**

**ES PRIORITARIA LA  
INVESTIGACIÓN DE  
TÉCNICAS  
SELVÍCOLAS  
ADECUADAS PARA  
ESPECIES DE  
FRONDOSAS DE  
CRECIMIENTO  
MEDIO Y LENTO DE  
GALICIA.**

En este sentido, las líneas de actuación que se consideran prioritarias son las siguientes: a) Interés de la línea: N, a nivel nacional ; G, a nivel de Galicia. b) Estado del conocimiento actual sobre el tema: 0, ninguno o muy escaso; 1, algo; 2, bastante. c) Equipos que trabajan actualmente en el tema: A, ninguno o muy escasos; B, alguno; C, bastantes.

**1. Intensificación de la mejora genética de especies forestales.**

Este plan se concreta en la selección individual y de procedencias (N, 1, B), el testado de rodales selectos (N, 0, A), y los ensayos de progenie (N, 0, A); también incluye la determinación de los factores de gestión de los huertos semilleros según especies (estudio de podas, diseño de pies, espaciamientos, fertilizaciones, inducciones florales, compatibilidad de patrones para injertos, técnicas de recolección, etc). (N, 1, A). Asimismo, se necesita desarrollar las técnicas de marcadores genéticos, con el objeto de definir e identificar tanto poblaciones como material genético (clones, procedencias). (N, 0, A)

Se considera necesario el mantenimiento de las líneas actuales de investigación sobre micropropagación y estaquillado de especies forestales (N, 1, C) y sobre selección de frutos de nogal y castaño (N, 1, B).

Otros trabajos complementarios necesarios son la determinación de técnicas para el manejo de semillas forestales denominadas "realcitrantes" (tratamientos pregerminativos y de conservación, bancos de datos, etc) (N, 0, A). Se necesita iniciar una

nueva línea de investigación en cuanto a la definición de nuevos parámetros para la determinación de la calidad de planta forestal en vivero. (N, 0, A).

**2. Determinación de técnicas selvícolas para especies forestales de interés para Galicia.**

Es prioritaria la investigación de técnicas selvícolas adecuadas para especies de frondosas de crecimiento medio y lento de Galicia. Concretamente, se ha destacado la necesidad de investigar técnicas selvícolas para la mejora de la regeneración de robledales, bosques de ribera y sotos (N, 1, A); la determinación de la estructura de las masas puras y mixtas, densidades, y tratamiento de las mismas según especies y con respecto a su destino (N, 0, A). También se considera la oportunidad de determinar nuevas técnicas selvícolas para masas de coníferas (N, 1, A).

Otra línea de investigación dentro de este apartado, son los cuidados culturales en las primeras etapas de las repoblaciones y de los regenerados naturales (control de competencia, acondicionamiento de los terrenos mediante acolchados, protectores, tallas de formación, etc) (N, 1, B). Asimismo, se detecta la necesidad de optimización de las técnicas de repoblación forestal (N, 2, A).

**3. Desarrollo de modelos conducentes a mejorar la organización jurídico-económica de los montes.**

En este sentido, se constata la necesidad de buscar nuevas fórmulas para potenciar el asociacionismo, la gestión



de los montes vecinales en mano común, y la concentración forestal (G, O, A). Existe la necesidad de adaptación de las actuales Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados a montes de particulares de Galicia (G, O, A). Asimismo, urge la optimización del marco jurídico y fiscal de los montes (N, 1, A).

#### **4. Desarrollo de modelos de simulación de crecimientos y producciones de masas forestales.**

Para la consecución de estos modelos es preciso la elaboración de tarifas, tablas de cubrición, análisis de crecimientos, distribuciones, etc. (N, 1, B)

#### **5. Caracterización tecnológica de las maderas gallegas de uso comercial, y análisis de usos alternativos.**

Esta línea ya está iniciada, pero debería promocionarse. Asimismo, se precisa del conocimiento de la evolución los mercados futuros de madera y de otras producciones.

#### **6. Diversificación de las producciones.**

Estudio de los sistemas silvopastorales y agroforestales (N, 1, B). Introducción o mejora de la producción melífera, de setas y frutos (N, 1, B). Análisis del aprovechamiento energético de la fitomasa (N, 1, B).

En lo referente a la gestión de los recursos de caza y pesca, se precisa del apoyo de unos conocimientos específicos adaptados a las características particulares de Galicia. Para ello, se necesita el desarrollo de las siguientes líneas de investigación en caza y pesca:

1. Conocimiento del estado actual de las poblaciones de fauna cinegética y piscícola (N,

1, B).

- Investigación de las causas que determinan las tendencias demográficas en el espacio y en el tiempo (dinámica poblacional).

- Conocimiento de los ciclos biológicos de las especies cinegéticas y piscícolas.

- Causas e incidencia de la mortalidad y de la morbilidad en fauna cinegética y piscícola.

- Caracterización genética de poblaciones silvestres.

2. Investigación de la incidencia de los usos y actividades socioeconómicas en el aprovechamiento de los recursos cinegéticos y piscícolas (N, O, A).

- Incidencia de las introducciones, reintroducciones y repoblaciones de especies cinegéticas y piscícolas.

- Incidencia de los aprovechamientos ocio-recreativos en los recursos naturales.

- Incidencia de los usos y aprovechamientos antrópicos en los recursos naturales.

3. Establecimiento de unas bases científicas para la gestión racional de las poblaciones de fauna cinegética y piscícola, y de sus hábitats (N, 1, B).

4. Valoración socioeconómica de los recursos naturales (N, O, A).

- Modelos y criterios socioeconómicos para la valoración de los recursos naturales. Métodos de aplicación en función del bien ambiental determinado.

- Análisis de la oferta y de la demanda.

Se quiere sugerir que, teniendo en cuenta la importancia de potenciar la investigación gallega, sería recomendable tam-

bién la apertura a cualquier equipo investigador que pueda ayudar a conseguir el mejor conocimiento de la realidad gallega y a la solución de sus problemas.

Asimismo, se ha detectado, la necesidad de coordinación entre los distintos organismos competentes en materia de planificación del medio físico.

### **1.2.7.3. Recomendaciones**

A continuación, se realizan una serie de recomendaciones que se considera pueden contribuir a mejorar el rendimiento de la investigación en Galicia:

- Conveniencia del establecimiento de una red de parcelas de carácter permanente distribuidas por toda la comunidad autónoma.

- Creación de una oficina de transferencia de necesidades y resultados de la Investigación, dependiente de la Consellería de Medio Ambiente.

- Realización de proyectos concertados de I+D entre grupos de investigación y empresas.

- Participación de gestores de la Administración en proyectos de investigación.

- Colaboración, a través de grupos de trabajo, de gestores de la Administración en proyectos de investigación.

- Proyectos de demostración con participación de grupos de investigación y gestores de la Administración.

- Necesidad de que la convocatoria de I+D de Galicia utilice criterios similares a los del Plan Sectorial Agrario de I+D, con relación a la aceptación de equipos de investigación.

## 1.2.8. Recuperación del medio natural

### 1.2.8.1. Introducción.

El medio natural gallego se define, en primer lugar, por el medio físico soporte (aire, agua y suelo), su biota (microorganismos, flora y fauna), así como por los niveles de agregación superiores que definen los ecosistemas y el paisaje.

La degradación del medio natural puede deberse a procesos naturales de carácter excepcional o, sobretudo, a presiones de origen antrópico, que son de mucha intensidad en determinadas zonas de Galicia, y que dan origen a que muchos ecosistemas se encuentren profundamente alterados y alejados de su condición original.

Las técnicas y procesos de Restauración que se deben desarrollar de forma más específica en esta área se deberían apoyar en el desarrollo y promoción de los procesos naturales, para lo que las técnicas de Bioingeniería y Biorestauración presentan un gran potencial.

### 1.2.8.2. Temas de I + D prioritarios.

#### *Sistemas Litorales y de Estuario:*

1. Recuperación de unidades fisiográficas costeras: sistemas de laguna-duna-playa, otras playas, acantilados etc.
2. Recuperación de fondos de estuario.
3. Evolución de sedimentos marinos contaminados y procesos de resuspensión.

4. Recuperación y limpieza de aguas litorales (muelles, dársenas, etc.).

Como recomendación metodológica especial se aconseja la integración de equipos de trabajo medios costeros-medios continentales que puedan poner en relación, por ejemplo, la dinámica de estuarios y costas que viene influida por la dinámica fluvial.

#### *Sistemas terrestres:*

1. Técnicas de revegetación de áreas degradadas o marginales (quemadas, erosionadas, taludes, etc.): Preparación del terreno, selección de especies y variedades, sucesión.
2. Procesos de Biodegradación de contaminantes y técnicas de limpieza derivadas.
3. Minería dispersa: Inventario, diagnóstico de los impactos y procesos de restauración.
4. Antigua explotación minera de Touro: Procesos de contaminación (agua fundamentalmente) y técnicas de atenuación.
5. Pizarreras: Diagnóstico de los impactos y procesos de restauración.
6. Restauración de áreas mineras.
7. Aplicación de microorganismos biofertilizantes a los procesos de restauración vegetal, sobretudo en las etapas iniciales de colonización de substratos muy degradados.
8. Diagnóstico de los impactos del acuífero de A Limia (arenales, explotaciones de por-

**LA DEGRADACIÓN DEL MEDIO NATURAL PUEDE DEBERSE A PROCESOS NATURALES DE CARÁCTER EXCEPCIONAL O, SOBRETUDO, A PRESIONES DE ORIGEN ANTRÓPICO**

cino y de cultivo intensivo). Diseño de BPA (buenas prácticas agrícolas) y procesos de restauración.

### **Sistemas fluviales y humedales:**

1. Restauración de caudales en ríos regulados.
2. Restauración hidrológico-forestal de cuencas.
3. Atenuación de los impactos por obras de corrección hidrológica.
4. Restauración de márgenes por técnicas de Bioingeniería.
5. Minimización de impactos provocados por el vaciado de sedimentos de grandes obras hidráulicas.
6. Contaminación crónica de ríos asociada a sedimentos contaminados, saneamiento de los mismos.
7. Estudio de los impactos de las pequeñas presas y técnicas de recuperación.
8. Funcionamiento hidráulico de los pasos para peces.
9. Sistemas de control de la contaminación difusa de los cauces por métodos de Bioingeniería: filtros verdes, ripisilvas, etc.
10. Procesos de recuperación de los humedales interiores.

En general, se estima que es de gran importancia promover estudios socioeconómicos que permitan una mejor definición de la relación costes/beneficios ambientales, como los métodos de evaluación contingente, etc.

### **1.2.8.3. Sugerencias para la Administración.**

De las líneas reseñadas se

deben destacar por ser de gran actualidad y novedosas, además de por su gran relevancia para Galicia, las siguientes:

- a) La necesidad de llevar a cabo estudios integrales de carácter fluvio-costero.
- b) Los métodos de biorremediación basados en la aplicación de microorganismos.
- c) Los estudios conducentes a una mejor definición de los caudales ecológicos.
- d) La evolución y limpieza de sedimentos en tramos fluviales muy contaminados.

Así mismo, es de gran importancia llevar a cabo estudios piloto de restauración, en donde participen de manera conjunta investigadores y gestores, lo que supondría además de la aportación científica correspondiente, la continuación del diálogo fructífero que se inició con la realización de estas Jornadas. Este hecho tendría un mayor valor añadido si tuviesen una continuidad en el tiempo, gracias a la concreción que aportaría el trabajo experimental.

### **1.2.8.4. Carencias detectadas.**

Como principal carencia se destaca, en general, la falta de seguimiento de los procesos de restauración por lo que, además de lo que supone de incumplimiento de la legislación, desde el punto de vista de la investigación en esta área supone una ausencia de verificación y validación experimental de los procesos de restauración que se proponen.

**COMO PRINCIPAL CARENCIA SE DESTACA, EN GENERAL, LA FALTA DE SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN**

## 1.2.9. Caracterización de contaminantes

### 1.2.9.1. Introducción.

En el momento actual, la investigación en caracterización de contaminantes en la Comunidad Autónoma de Galicia se encuentra centrada en dos aspectos fundamentales, que no por importantes deben ser los únicos considerados: de una parte la investigación concerniente a los sistemas previos de tratamiento de muestras de tipo medioambiental (sistemas de preconcentración, sistemas de extracción, etc.) y por otra parte, en el desarrollo nuevas metodologías analíticas de determinación de contaminantes que alcancen mayor sensibilidad, selectividad, exactitud y precisión que las actualmente disponibles. Es deseable destacar también el interés de que estas nuevas técnicas sean de fácil implementación y que tengan posibilidades de automatización.

Existen en Galicia un número importante de grupos de investigación que trabajan en estos aspectos concretos del proceso analítico, si bien, para obtener un listado más completo que el ofrecido en este Informe (Apéndice) se sugiere consultar los catálogos de grupos y líneas de investigación de las Universidades, CSIC y otros centros de Investigación de la Comunidad.

La situación descrita viene condicionada además por dos hechos que dificultan la labor de los grupos de investigación produciendo de esta manera una menor rentabilidad social de la inversión realizada en I+D:

a/ Ausencia de datos medioambientales durante un período significativo de la

situación actual en la C.A. Galicia (estudios a medio e incluso largo plazo) y

b/ Dispersión y atomización de los datos disponibles en las diversas administraciones y/o centros de investigación.

### 1.2.9.2. Temas de investigación más relevantes en el área

La mejora de la investigación en caracterización de contaminantes hace necesario incidir en varios aspectos del proceso analítico sobre los cuales existen pocos o en algún caso ninguna actividad. Las líneas maestras a seguir pueden concretarse en los siguientes epígrafes:

1. Diseño de estrategias de muestreo según contaminante y matriz. Es imprescindible disponer de sistemas estables de muestreo, planteados mediante un diseño experimental adecuado, con el fin de obtener información representativa y contrastable del estado actual en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma de Galicia en los medios aéreo, acuático, edáfico, flora y fauna. Parece razonable que la Administración disponga de redes de control ambiental propios en los medios citados.

2. Desarrollo de metodología analítica: sistemas de tratamiento de muestra y métodos de medida. Especiación analítica. Como ya se ha indicado anteriormente es éste uno de los campos de investigación en que existe una mayor actividad en la actualidad, no por ello deben reducirse los esfuerzos en este sentido, es

de gran importancia disponer de sistemas de tratamiento de la muestra (preconcentración, extracción, tratamientos on-line, etc.) adecuados a las futuras medidas analíticas a realizar en muestras representativas obtenidas p. ej.: según

1. El desarrollo de nuevos métodos de mayor rendimiento analítico, como ya se indicó en el apartado "Introducción" debe seguir siendo considerado una línea de investigación prioritaria. El desarrollo de procedimientos que permitan llevar a cabo especiación analítica es de vital interés ya que el efecto de un cierto contaminante puede estar notablemente influenciado por la forma química en que éste se presente.

3. Ensayos de tipo biológico. Biodisponibilidad. Las metodologías comentadas en el punto anterior deben ser complementadas con los ensayos de tipo biológico (BIOINDICADORES) que permitan establecer el impacto real de los factores contaminantes en los ecosistemas estudiados. Es muy importante la necesidad de relacionar los datos físico-químicos de contaminantes con el efecto que estos ejercen sobre las diferentes comunidades vivas. Así mismo los ensayos de biodisponibilidad cobran un gran interés como una forma de evaluar la posible incidencia de los diversos factores contaminantes sobre un determinado ecosistema.

4. Caracterización toxicológica de contaminantes. Sinergismo. En la opinión de los participantes en nuestra área, la caracterización toxicológica de contaminantes es un aspecto de crucial relevancia que en el momento actual acapara pocos esfuerzos de investigación. En especial cre-



emos de especial interés la valoración toxicológica de contaminantes de forma concurrente, en aras de estudiar los posibles efectos de sinergia a que puede haber lugar.

5. Caracterización de contaminantes en los medios aéreo, acuático y edáfico: contaminantes físicos, químicos y biológicos. Hoy día un número relevante de grupos de investigación se dedica a estudiar el impacto de los diversos tipos de contaminantes en los diferentes medios. Sigue siendo ésta una actividad que se considera primordial, tal como se indicó en la "Introducción" debe realizarse una exhaustiva labor de screening que permita una valoración objetiva del estado de calidad medioambiental en Galicia; debe por ello destinarse esfuerzos y recursos a este fin.

6. Caracterización de residuos. La investigación sobre caracterización de residuos es una labor que llevan a cabo pocos grupos de investigación. Como quiera que ésta es una tarea previa al posterior tratamiento de todo tipo de residuos, debe incidirse en este trabajo de caracterización.

7. Investigación y desarrollo de materiales de referencia. Garantía de calidad. La validación de los métodos analíticos empleados en la caracterización de contaminantes debe realizarse a través de las siguientes vías: a/ Control de Calidad interno (Empleo de Controles, Materiales de Referencia...), b/ Control de Calidad externo (Concurrencia a Validaciones Interlaboratorio) y c/ Acreditación de Laboratorios como sistema de garantía de la calidad. Debe pues profundizarse en la investigación y desarrollo de materiales de referencia para poder optar a la vía a/, fomentar la concurrencia a prácticas interlaboratorio como método de evaluación comparativa de la calidad analítica de los resultados producidos y propi-

ciar la acreditación de los laboratorios implicados en el estudio y caracterización de contaminantes.

8. Investigación de nuevos contaminantes y productos de degradación. La sociedad tecnológica en la que vivimos produce cada día nuevos materiales y nuevos productos que pueden producir potenciales problemas de impacto medioambiental. El desarrollo de tecnologías integrales de medida de este impacto, así como el de los productos de degradación de los contaminantes mismos constituye un tema de investigación importante.

9. Sistemas de modelización ambiental y de extracción de información (quimiometría). La ingente cantidad de datos medioambientales de que hoy día puede disponerse gracias a las modernas técnicas analíticas hace necesaria la investigación en técnicas matemáticas, fundamentalmente de tipo estadístico e informático (QUIMIOMETRÍA), necesarias para la extracción de información útil de los datos obtenidos en los apartados antes reseñados. El diseño de experimentos, calibración multivariada junto con los sistemas de reconocimiento de modelos (pattern recognition) han de constituirse en una herramienta fundamental para el procesamiento de la información analítica. Los sistemas de modelización y modelos de simulación medioambiental deben ser considerados también como importantes armas que contribuyen a elucidar los complejos mecanismos implicados en los procesos de contaminación.

### **1.2.9.3. Propuestas en función de las necesidades del sector.**

1. La disponibilidad real de los datos medioambientales existentes parece una necesidad evidente que podría ser concretada mediante la realización, por parte de la Administración, de

una Base de Datos Medioambiental de Galicia que posibilite un mapa medioambiental de la Comunidad Autónoma. En nuestra opinión este sistema debería tener dos características fundamentales: a/ Dinamicidad: debe ser una base de datos dinámica, actualizable periódicamente con los nuevos datos existentes y b/ Accesibilidad: Debe ser una base de datos de fácil acceso, a este respecto en el marco de la sociedad de las autopistas de la información en que nos encontramos la disponibilidad "online" parece una solución adecuada.

2. La Administración Autonómica debe iniciar las acciones conducentes al establecimiento de redes propias de control de la contaminación de los medios aéreo, acuático y edáfico como única vía de disposición de información propia de la situación actual de Galicia.

3. La necesidad de la Administración de incidir en la gestión medioambiental debe estar sustentada por un inventario y mapa de riesgos de los principales contaminantes de relevancia en Galicia. Este conocimiento permitiría no sólo un mejor control de determinadas situaciones problemáticas sino también posibilidades de actuación preventivas.

4. Se ha considerado de interés por parte de nuestra área la proposición de grupos de trabajo en el ámbito nacional, con participación de otras CC.AA., como marco razonable de discusión de objetivos comunes que deben ser alcanzados en todo el Estado y de los medios y acciones para su consecución.

5. Las especiales particularidades climáticas, geográficas, etc. de Galicia harán necesario el diseño de metodologías analíticas específicas, adecuadas a la problemática particular de nuestra Comunidad Autónoma.



## 1.2.10. Procesos físico-químicos de la contaminación

Se hace un balance sobre líneas de investigación que en este momento podrían estar en vías de desarrollo y, además, interesan a la Comunidad Autónoma Gallega.

Se llega a la conclusión de que algunas de ellas necesitan seguir promocionándolos y, en cambio, otras deben iniciarse.

### 1.2.10.1. Líneas de I+D prioritarias.

#### *Industria Generadora de Energía*

Basada en la combustión de combustibles fósiles, industria muy importante y que genera una contaminación fundamentada entre otros en  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ , COV's, ... En relación con este apartado se están llevando a cabo estudios relacionados con la interpretación físico-química de contaminantes orgánicos: hidrocarburos (alifáticos, HAP's), COV's, compuestos carbonílicos, etc... También se llevan a cabo los correspondientes estudios referentes a contaminantes inorgánicos (metales pesados, etc.).

Se trabaja en el conocimiento de la dispersión de contaminantes en el medio atmosférico; así como en la determinación de la carga de contaminantes en el aire, su procedencia y la transformación de contaminantes inorgánicos, por ejemplo, sistemas  $\text{NO}_x$ -ozono-COV's.

Todas las investigaciones anteriores necesitan una continuidad, una mayor estabilidad y un mayor desarrollo, no solamente en lo que se refiere al seguimiento de los procesos físico-químicos, sino también en lo concerniente a la primera de las etapas (muestreo) y al establecimiento y desarrollo de los correspondientes métodos analíticos.

#### *Industria derivada de los recursos forestales*

Genera una contaminación fundamentalmente en medio acuoso, derivada no solamente de la presencia de los contaminantes usuales sino también de otros contaminantes como son las partículas en suspensión. Existe un vacío importante en relación con la investigación dirigida al conocimiento de los procesos físico-químicos que intervienen en la generación y transporte de estos contaminantes.

#### *Industria agrícola*

Generadora de una gran cantidad de residuos tanto en medio gaseoso como en suspensiones (ión amonio, nitratos, metano, compuestos nitrogenados en general, fertilizantes, plaguicidas, etc.); en todo ello sería deseable profundizar en diferentes aspectos físico-químicos.

#### *Sector minero*

Generador importante de residuos sólidos y aguas ácidas, teniendo en cuenta, además, que alguno de estos compuestos se transforma en contaminantes secundarios o en inertes.

**EXISTE UN  
IMPORTANTÍSIMO  
PROBLEMA DE  
LIXIVIADOS DE  
TODOS ESTOS  
RESIDUOS  
SOMETIDOS A  
IMPORTANTES  
PROCESOS FÍSICO-  
QUÍMICOS Y  
GENERADORES DE  
CONTAMINACIÓN  
TANTO ORGÁNICA  
COMO INORGÁNICA**

*Industria petroquímica*

Genera contaminación importante, tanto en la vertiente inorgánica como en la orgánica y de nuevo aparecen los COV's, HAP's, metales, etc. Se está trabajando en estos aspectos en los que se debe continuar.

*Residuos sólidos urbanos, industriales y hospitalarios*

Existe un importantísimo problema de lixiviados de todos estos residuos sometidos a importantes procesos físico-químicos y generadores de contaminación tanto orgánica como inorgánica. Para el posterior tratamiento de estos residuos altamente contaminados, es necesario estudiar a fondo los procesos de fijación y movilización en las diferentes interfases sólido-líquidos-base.

Es necesario el estudio del transporte de contaminantes por vía fluvial y/o superficial y profunda, lo cual requiere previamente la puesta en funcionamiento de una red de aforos, estructura aún no existente o, por lo menos, no suficientemente desarrollada, siendo por otra parte una infraestructura básica.

*Radioactividad*

Es muy importante la consideración de los procesos físico-químicos de contaminación por reactividad natural y/o artificial derivada de actividades industriales o de investigación.

Para cerrar el ciclo sería interesante el estudio de zonas litorales consideradas como sumideros finales de los contaminantes.

**1.2.10.2. Acciones de carácter general**

Para que sean operativas y de utilidad práctica todas las recomendaciones anteriores exponemos las siguientes acciones como muy importantes:

- Fomentar la actividad industrial de los investigadores.
- Potenciar la colaboración de las industrias dentro del organigrama de investigación y desarrollo a base de intercambios de personal investigador entre INDUSTRIAS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN.
- Residuos de la industria de combustibles fósiles.
- Residuos de la industria agrícola – ganadera.
- Residuos de la industria petroquímica.
- Residuos Tóxicos y peligrosos y Residuos sólidos urbanos.

Todo lo anterior conducirá a la convocatoria de proyectos de iniciativa industrial con aportación económica de las industrias y participación de los distintos centros de investigación.

## 1.2.11. Respuesta de los sistemas naturales ante la contaminación

### 1.2.11.1. Introducción.

Como necesidades para el estudio de los efectos de la contaminación sobre los sistemas naturales se precisa la siguiente información básica:

1. Identificación de las principales fuentes y causas de contaminación y su caracterización cuantitativa y cualitativa.
2. Identificación y delimitación cartográfica de las áreas afectadas.

Los principales problemas identificados en el ámbito del estudio de las respuestas de los sistemas naturales ante la contaminación fueron:

1. Decaimiento de masas forestales y su relación con los procesos de contaminación atmosférica (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, etc.).
2. Contaminación (metales, pesticidas, etc.) y degradación de suelos.
3. Contaminación de aguas superficiales (acidificación, eutrofización, pesticidas, metales, etc.).
4. Contaminación de acuíferos.
5. Contaminación de aguas y sedimentos en sistemas litorales (metales, pesticidas, hidrocarburos, etc.).

### 1.2.11.2. Líneas de I+D en la actualidad

Las líneas de investigación y desarrollo que se plantean para estudiar los efectos sobre el medio natural de los problemas anteriormente mencionados son:

1. Estudio de la vulnerabilidad de los sistemas naturales (y sus compartimentos) a los impactos contaminantes.
2. Determinación de niveles y estados de referencia (contenidos corporales, estados fisiológicos y bioquímicos, morfológicos y macroscópicos).
3. Búsqueda y desarrollo de biomarcadores y biomonitores para el control de la calidad ecológica del medio y la identificación de problemas de contaminación y sus causas.
4. Efecto de los contaminantes sobre interacciones biológicas (parásitos, patógenos, simbiosis, etc.).
5. Influencia de factores ambientales (actuales e históricos) en la vulnerabilidad de los ecosistemas.
6. Efecto de los contaminantes sobre los ciclos biogeoquímicos en sistemas agroforestales.

7. Efecto de la contaminación sobre la productividad de los sistemas naturales.
8. Estudio del transporte, y destino de los contaminantes en las cadenas tróficas, a largo plazo y con especial incidencia en el hombre.
9. Desarrollo, de bioensayos ecotoxicológicos de laboratorio y preferentemente de campo, a largo plazo y multiespecíficos.
10. Estudio del desarrollo de tolerancias a los contaminantes en poblaciones (uniespecíficas y multiespecíficas) como medio de identificación de procesos contaminantes y como síntoma de degradación.

### **1.2.11.3. Carencias detectadas.**

Las principales carencias o necesidades detectadas han sido:

1. Creación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información sobre el medio ambiente (aire, suelo, agua, biota).
2. Documentación cartográfica de base a escalas útiles para el análisis de problemas ambientales (geología, suelos, geomorfología, uso del suelo, etc.).
3. Desarrollo, adecuación y normalización de técnicas de muestreo, preparación y análisis de muestras de medio y organismos.

### **1.2.11.4. Líneas de I+D prioritarias**

1. Dedicar especial atención a las pérdidas de productividad de sistemas naturales derivadas de la contaminación.
  2. Desarrollo de sistemas integrados (multifuncionales y multidisciplinares) para el estudio de la vulnerabilidad de los ecosistemas.
  3. Creación de una red de vigilancia ambiental basada en cuencas para el seguimiento de los efectos de la contaminación en los sistemas naturales a largo y medio plazo.
- Vulnerabilidad de los sistemas naturales a los impactos contaminantes.
  - Búsqueda y desarrollo de biomarcadores y biomonitores para el control de la calidad ecológica.
  - Efectos de los contaminantes sobre interacciones biológicas, sobre los ecosistemas, sobre la productividad de los sistemas naturales.
  - Destino de los contaminantes con las cadenas tróficas a largo plazo y con especial incidencia en el hombre.

## 1.2.12. Tecnologías de la prevención y reducción de la contaminación

### 1.2.12.1. Grupos de Investigación que trabajan en el Área.

En el apéndice que se anexa al final de este documento se incluye una lista de los investigadores participantes en estas Jornadas, así como de otros investigadores que trabajan esta área.

### 1.2.12.2. Temas de investigación más relevantes en el área.

La composición de cada Grupo de Investigación se puede ver en el Apéndice incluido en el final de este informe.

#### 1. Detección de la contaminación:

1.1. Teledetección de contaminantes (aceites y grasas) en aguas (Grupo 14).

Se determina "on line" la presencia de grasas y aceites en la superficie de aguas marítimas y continentales, determinando por teledetección, la variación de reflectividad del agua (que varía con la tensión superficial), se encuentra a nivel de aplicación. Integrando los datos con sistema GIS se puede efectuar el control de vertidos en puertos y en mar. Se trabaja ahora en la determinación de colorantes en aguas.

1.2. Teledetección aplicada al estudio del medio natural (Grupo 15).

Por análisis de imágenes de SAR se efectúa la clasificación temática de coberturas

vegetales, lo que puede aplicarse a la evaluación de la biomasa forestal. Por análisis de ortofotos se puede efectuar el desarrollo de cartografía digital. Se encuentra a nivel de aplicación.

1.3. Determinación de cationes metálicos en aguas (Grupo 2).

Se desarrollan unos ligandos encapsulantes que permiten demostrar cationes metálicos e s p e c í f i c a m e n t e . Posteriormente se efectuará la inmovilización de estos ligandos sobre una resina orgánica. Por último se unirá el ligando a un compuesto fluorescente que se excita en presencia del catión seleccionado. Se encuentra a nivel de investigación.

1.4. Determinación de contaminación de suelos por biocalorimetría (Grupo 10).

Se determina la actividad biológica en suelos por medida calorimétrica de la actividad metabólica de microorganismos. Con ello se puede precisar el efecto de un contaminante en un suelo. Se encuentra a nivel de aplicación.

1.5. Monitorización automática de calidad de aguas.

#### 2. Tecnologías para la reducción de contaminación.

2.1. Eliminación de compuestos orgánicos volátiles (COV's) en gases (Grupo 8).

Se desarrolla un biofiltro de alta eficacia para la eliminación de compuestos orgánicos en gases. Se trabaja a nivel piloto de laboratorio.

**SE DETERMINA "ON LINE" LA PRESENCIA DE GRASAS Y ACEITES EN LA SUPERFICIE DE AGUAS MARÍTIMAS Y CONTINENTALES**



2.2. Gestión de escorrentías urbanas e industriales (Grupo 4).

Se trabaja en el diseño de sistemas de control y tratamiento de reboses, diseño de depósitos de "tormenta" Para el pretratamiento o tratamiento de aguas de escorrentías. Esto permite la instalación de plantas piloto en Santiago.

2.3. Eliminación de compuestos recalcitrantes (Grupo 8).

Se estudia la aplicación de enzimas ligninolíticas a la degradación de componentes difícilmente biodegradables (recalcitrantes). Se trabaja a nivel laboratorio.

2.4. Eliminación de nutrientes (N) de aguas residuales (Grupos 5 y 8).

Se estudia la eliminación de nitrógeno de aguas residuales industriales por procesos de nitrificación-desnitrificación. Se desarrollan equipos basados en nuevas tecnologías a nivel industrial.

2.5. Eliminación de materia orgánica en aguas residuales industriales y urbanas (Grupos 6 y 8).

Se desarrollan sistemas para el tratamiento anaerobio de aguas residuales. La línea se encuentra a nivel de aplicación industrial. Se dispone de una planta piloto completamente equipada para estudios de desarrollo (Grupo 8).

2.6. Desarrollo de sistemas para tratamiento de agua en núcleos pequeños (Grupo 4).

Se estudia el desarrollo de tecnología aplicable al tratamiento de aguas residuales en el ámbito rural o de pequeñas instalaciones industriales. Trabajo realizado a escala piloto laboratorio.

2.7. Estabilización aerobia de lodos de depuradoras (Grupo 12).

Se trabaja en la biodigestión aerobia de materiales sólidos, especialmente en fangos de EDAR, con el objetivo de acortar tiempos de operación. Se dispone de un prototipo de 10 m<sup>3</sup>.

2.8. Estabilización anaerobia de lodos de depuradoras y de residuos sólidos.

2.9. Descontaminación de suelos por técnicas térmicas y químicas (Grupo 7).

Se dispone de metodología para la descontaminación térmica de suelos contaminados por materiales orgánicos, y descontaminación química de suelos contaminados por aniones inorgánicos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).

2.10. Eliminación de metales en suelos por técnicas electrocinéticas (Grupos 8 y 11).

Se estudia la eliminación de cationes metálicos de suelos por técnicas electrocinéticas. Se encuentra a nivel laboratorio.

### 3. Prevención de la contaminación.

3.1. Evaporación de aguas residuales y reutilización (Grupo 7).

Se desarrolla un proceso para el tratamiento de purines en granja de porcino que, tras la eliminación de sólidos efectúa la evaporación del agua, que se reutiliza. El proceso prevé una unidad de cogeneración de energía eléctrica y calorífica.

3.2. Reciclado de aceites y tala-drinas (Grupos 7 y 10).

Se trabaja en el reciclado de aceites (y productos oleosos) por técnicas físico-químicas o térmicas, para su empleo como lubricante o combustible. También se estudia la reutilización de tala-drinas (grupo 10). El proceso está desarrollado a escala de aplicación.

3.3. Reutilización de residuos de

industrias agro-alimentarias (Grupos 1, 8 y 11).

Se emplea la función orgánica de aguas residuales de cocederos de mejillón para la obtención de ácidos orgánicos, enzimas y, en general, productos químicos de alto valor añadido (Grupo 1). También, para este fin, se emplean residuos de lactosuero (Grupos 8 y 11). Ambos se encuentran a escala piloto de laboratorio.

3.4. Nuevos procesos de deslignificación de madera para producción de pasta de celulosa (Grupos 13, 17 y 18).

Se desarrollan procesos químicos basados en el empleo de ácidos o disolventes orgánicos para la deslignificación de madera, como alternativa al proceso Kraft. Se consideran diferentes procesos: acetosolv, Milox, etc. Escala de laboratorio.

3.5. Aprovechamiento de residuos celulósicos (Grupos 7, 13, 17 y 18).

Se pretende el empleo de residuos lignocelulósicos para la producción de disolventes orgánicos (Grupo 13) o productos adhesivos de uso en la industria de tableros de fibra (Grupos 17 y 18). Desarrollo a nivel laboratorio. Asimismo se pretende la producción por procedimiento de pirólisis rápida, de bio-óleo como producto combustible. En este caso se dispone de una planta piloto industrial (Grupo 7). Por otra parte se evalúa la lombricultura como un sistema para el tratamiento de residuos industriales con alto contenido en materiales celulósicos (Grupo 12).

3.6. Valoración energética de residuos urbanos o forestales (Grupos 7 y 10).

Se realiza la caracterización de residuos sólidos urbanos de Galicia y se estudian las vías de valorización de diferentes frac-

**PROYECTO Y PLAN  
 DE APLICACIÓN DE  
 TECNOLOGÍAS DE  
 MINIMIZACIÓN POR  
 SECTORES  
 INDUSTRIALES**

ciones reciclables (vidrio, plástico, etc.) (Grupo 7), incluyendo la energética (Grupo 10).

**1.2.12.3. Líneas prioritarias de I+D**

A continuación se presentan las líneas prioritarias de I+D, entre paréntesis se indica si son líneas a nivel de investigación (I), a nivel de desarrollo/aplicación (D) o líneas poco activas que conviene fomentar (F).

**1. Detección de la contaminación:**

1.1. Teledetección y desarrollo de sensores para detección de contaminantes en aguas (I, D).

1.2. Monitorización automática de la calidad de las aguas (D).

1.3. Determinación de contaminación en suelos por biocalorimetría (I).

**2. Desarrollo y aplicación de tecnologías para la reducción de la contaminación:**

2.1. Gases.

- Tratamiento de VOC's (I).

2.2. Aguas.

- Gestión de aguas de escorrentías urbanas e industriales (I).

- Eliminación de compuestos recalcitrantes (I).

- Eliminación de nutrientes (I, D).

- Desarrollo de tecnologías compactas para pequeños núcleos (I, D).

2.3. Sólidos.

- Estabilización de lodos de

depuradoras urbanas e industriales (aerobia y anaerobia) (I, D, F).

2.4. Suelos.

- Recuperación de suelos contaminados por metales y materiales orgánicos por técnicas electrocinéticas (I), térmicas (D) y biorremediación (F).

**3. Prevención:**

Desarrollo de tecnologías limpias de producción (I), reutilización de aguas (D) e integración energética (D).

Reutilización de residuos de industrias agroalimentarias para producción de compuestos de química fina (I, D).

Caracterización y vías de valorización de RSU, residuos forestales, ganaderos e industriales (F, I, D).

**1.2.12.4. Sugerencias a la Administración.**

1. Proyecto y plan de aplicación de tecnologías de minimización por sectores industriales.

2. Proyecto de demostración de tratamiento integral de aguas residuales y residuos sólidos, por sectores industriales.

3. Base de datos de tecnologías de tratamiento y expertos.

4. Establecimiento de un servicio de asesoramiento ambiental a empresas.

5. Creación de una red propia de calidad de aire.

6. Creación de una red propia de calidad de aguas continentales y marítimas.

6. Elaboración de un mapa de riesgo de incendios forestales.

## 1.3. CONCLUSIONES GENERALES

Las conclusiones de tipo general que se han extraído de los informes de las diferentes áreas temáticas son las siguientes:

- 1<sup>o</sup> Debería facilitarse y promoverse la realización de la investigación mediante proyectos coordinados entre diferentes grupos de investigación favoreciendo la realización de acciones sinérgicas que permitan abordar proyectos más ambiciosos. La coordinación permitiría la optimización de las infraestructuras y del capital humano disponible.
- 2<sup>o</sup> Debería darse una mayor coordinación entre los gestores y planificadores de la Administración Pública con los Centros de Investigación. Se trataría de realizar un diseño convergente de ambas políticas. Se planificaría de acuerdo a los últimos adelantos y por otra parte se definirían las necesidades de la Administración en Investigación. Muchas veces se diseñan políticas públicas y políticas de investigación muy divergentes dentro de un mismo Departamento.
- 3<sup>o</sup> Debería realizarse una mayor sintonía entre los grupos de investigación públicos y las necesidades de las empresas. Se trataría de hacer investigación concertada, tanto de sus necesidades de investigación aplicada, como la colaboración con los propios departamentos de I+D de las empresas. Sería interesante, desde el punto de vista de la formación, facilitar la movilidad de personal investigador entre las empresas y Centros de I+D públicos.
- 4<sup>o</sup> Es muy importante la realización de una Base de Datos que reúna toda la información sobre las diferentes investigaciones que se están realizando en Medio Ambiente en todos los Centros de Investigación de Galicia. Esta base de datos debería ser muy amplia para posibilitar la difusión de resultados, el intercambio de información, la formación de equipos multidisciplinarios, etc. Por otro lado, debería considerarse la inclusión de estudios jurídicos, económicos y sociales en materia ambiental como apoyo logístico de carácter integrador de las diferentes disciplinas que abarca el medio ambiente.

## 1.4. APÉNDICE

### **Instituciones invitadas como observadoras**

- Unión Europea. Dirección General XI.
- Ministerio de Medio Ambiente.
- Oficina de Ciencia y Tecnología (CICYT).
- Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica.
- Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

### **Organismos Participantes**

- Consellería de Medio Ambiente.
- Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento.
- Dirección Xeral do Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental.
- Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán.
- Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia.
- Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural.
- Universidad de A Coruña.
- Universidad de Santiago de Compostela.
- Universidad de Vigo.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

### **ÁREA 1. CONOCIMIENTO DEL MEDIO AÉREO**

El grupo de trabajo sobre Conocimiento del Medio Aéreo estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. José Antonio Souto González, Centro de Supercomputación de Galicia. Teléfono 981 594 500 E-mail: jas@cesga.es
- D. Vicente Pérez Villar, Departamento de Física de la Materia Condensada. Universidad de Santiago de Compostela. Teléfono 981 522 081 E-mail: fmvpv@usc.es
- Dña. M<sup>a</sup> Victoria Jato Rodríguez, Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo (Campus de Ourense), Universidad de Vigo. Teléfono 988 387 054 E-mail: vjato@uvigo.es
- Dña. Purificación López Mahía, Departamento de Química Analítica, Universidad de A Coruña. Teléfono 981 167 000 (ext. 2191) E-mail: purmahia@udc.es
- D. José Antonio Rodríguez Vázquez, Departamento de Química Analítica y Alimentaria, Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 286
- D. Carlos Franjo Franjo, Departamento de Física. Facultad de Ciencias, Universidad de A Coruña. Teléfono 981 167 000 E-mail: cafran@udc.es

### **ÁREA 2. CONOCIMIENTO DEL MEDIO ACUÁTICO**

El grupo de trabajo sobre Conocimiento del Medio Acuático estuvo constituido por las siguientes personas:

- D<sup>a</sup>. Pilar González Fernández. Instituto de Investigaciones Marinas (Vigo). CSIC. Teléfono 986 231 930 E-mail: reci-da@iim.csic.es
- D. Martín Mayo Rustarazo. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio ambiente. Teléfono 981 546 103
- D. Fernando Tilves Pazos. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio ambiente. Teléfono 981 546 103
- D. Enrique Roca Bordello). Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental. Consellería de Medio ambiente. Teléfono 981 541 751
- D. Juan Acinas García. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (ext. 1446)
- D. Xosé Luís Armesto Barbeito. Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 157 000 (ext 2005) E-mail: xlvarb@adc.es

- D. Jerónimo Puertas Agudo. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (ext. 1430) E-mail: puertas.@iccp.udc.es
- D. Juan M. Antelo Cortizas. Departamento de Química Física. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 (ext. 14223) E-mail: qantelo@usc.es
- D<sup>a</sup>. María Elena Vázquez Cendón. Departamento de Matemática Aplicada. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 (Ext. 13196) E-mail: elena@zmat.usc.es
- D<sup>a</sup>. Ana Gago Martínez. Departamento de Química Analítica y Alimentaria. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 286-310-284 E-mail: anagago@uvigo.es
- D. José M. Fernández Álvarez. Departamento de Química Analítica y Alimentaria. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 339 E-mail: jmfdez@uvigo.es
- D<sup>a</sup>. Pilar Combarro Combarro. Departamento de biología Funcional y Ciencias de la Salud. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 399

### ÁREA 3. CONOCIMIENTO DEL MEDIO TERRESTRE

El grupo de trabajo sobre Conocimiento del Medio Terrestre estuvo constituido por las siguientes personas:

- D<sup>a</sup>. Carmen Trasar Cepeda. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (Santiago). CSIC. Teléfono 981 590 958
- D<sup>a</sup>. Margarita Alonso Santos. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 986 856 400
- D<sup>a</sup>. Alatzne Carlosena Zubieta. Departamento de Química Analítica. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (Ext. 2201)
- D<sup>a</sup>. María Teresa Taboada Castro. Instituto Universitario de Geología "Isidro Parga Pondal". Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (Ext. 2117)
- D<sup>a</sup>. María Teresa Barral Silva. Departamento de Edafología y Química Aplicada. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 (Ext. 14918)
- D<sup>a</sup>. María Luisa Fernández Marcos. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago. Teléfono 982 223 325

- D<sup>a</sup>. Esther de Blas Varela. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 395
- D. Leslie María Fernandes Fernandes. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 617

### ÁREA 4. CONOCIMIENTO DE LA FLORA Y LA FAUNA

El grupo de trabajo sobre Conocimiento de la Flora y Fauna estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. Pablo Caballero Javierre. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 986 856 400
- D<sup>a</sup>. Mercedes Robles Gómez. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 546 087
- D. Javier Silva Pando. Delegación Provincial de la Consellería de Medio Ambiente en Pontevedra. Teléfono 986 805 433
- D. Enrique Martínez Ansemil. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000
- D. Ángela Noguero Seoane. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000
- D. Fernando Cobo Gradín. Facultad de Biología. Departamento de Biología Animal. Universidad de Santiago. Teléfono 981 597 154
- D<sup>a</sup>. María Isabel Fraga Vila. Facultad de Biología. Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 (Ext. 13265)
- D. Javier Guitián Rivera. Facultad de Biología. Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100
- D. José Guitián Rivera. Facultad de Biología. Departamento de Biología Fundamental. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100
- D. Antonio Palanca Soler. Facultad de Ciencias. Departamento de Ecología y Biología Animal. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 592



## ÁREA 5. PLANIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

El grupo de trabajo sobre Planificación del Medio Ambiente estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. Rogelio Fernández Díaz. Delegación Provincial de la Consellería de Medio Ambiente en A Coruña. Teléfono 981 184 582
- D. Pedro Pérez Gorostiaga. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 986 856 400
- D. Pedro Ruíz Zorrilla. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 986 856 400
- D. Antonino Santos del Riego. Facultad de Informática. Departamento de Computación. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (Ext. 1308)
- D. Javier Sanz Larruga. Facultad de Derecho. Departamento de Derecho Público Especial. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (Ext. 1520)
- D. Felipe Macías Vázquez. Facultad de Biología. Departamento de Edafología y Química Aplicada. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 (Ext. 13290)
- D. Augusto Pérez Alberti. Facultad de Geografía e Historia. Departamento de Geografía. Universidad de Santiago. Teléfono 981 583 300 (Ext. 12626)
- D. Alberto Rojo Alboreca. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Departamento de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago. Teléfono 982 223 996
- D<sup>a</sup>. Laura Nieto Zas. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Industrias Forestales. Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad de Vigo. Teléfono 986 801 942
- D. Enrique Orche García. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 205

## ÁREA 6. CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

El grupo de trabajo sobre Conservación de los Recursos Naturales estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. Ángel Guerra Sierra. Instituto de Investigaciones Marinas (Vigo). CSIC. Telf. 986 231 930 E-mail: brc1@iim.csic.es
- D. Antonio Ballester Álvarez-Pardiñas. Instituto e Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. Departamento de Fisiología Vegetal (Santiago de Compostela). CSIC. Telf. 981 590 958 E-mail: csgabavm@cesga.es
- D<sup>a</sup>. Josefa Fernández López. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Telf. 986 856 400. E-mail: fina@inia.es
- D<sup>a</sup>. Cristina Moo García. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Telf. 986 856 400 E-mail: cmoo@inia.es
- D. José A. Vega Hidalgo. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Telf. 986 856 400 E-mail: jvega@inia.es
- D. Juan Carlos Pastor Rey de Viñas. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 546 110
- D. José Benito Reza Rodríguez. Delegación Provincial de la Consellería de Medio Ambiente en Ourense. Teléfono 988 448 048
- D. Emilio Rosa Solana. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 546 078
- D<sup>a</sup>. Susana Torres Bravo. Delegación Provincial de la Consellería en Pontevedra. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 986 805 469
- D. Antonio Paz González. Instituto Universitario de Geología "Isidro Parga Pondal". Universidad de La Coruña. Telf. 981 167 000 E-mail: tucho@udc.es
- D<sup>a</sup>. Elvira Sahuquillo Balbuena. Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (Ext. 2133)

- D<sup>a</sup>. Elvira Díaz Vizcaíno. Escuela Politécnica Superior. Lugo. Universidad de Santiago. Telf. 982 252 361 E-mail: bvlueadv@lugo.usc.es
- D. Emilio Carral Vilarino. Escuela Politécnica Superior. Lugo. Universidad de Santiago. Telf. 982 252 361 E-mail: eucarral@lugo.usc.es
- D. Javier Amigo Vázquez. Facultad de Farmacia. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 (Ext. 14977)
- D. Bricio Lombardero Rico. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Departamento de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago. Teléfono 982 266 868
- D. Adolfo Cordero Rivera. Escuela de Ingeniería Técnica de Industrias Forestales. Universidad de Vigo. Telf. 986 801 926 E-mail: acordero@uvigo.es
- D. Amando Ordás Pérez. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Industria Forestales. Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad de Vigo. Telf. 986 801 900 E-mail: aordas@cesga.es

### **ÁREA 7. APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN SOCIOECONÓMICA DEL MEDIO**

El grupo de trabajo sobre Aprovechamiento de Recursos Naturales y Gestión Socioeconómica del Medio estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. Javier Vieitez Madriñán. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. CSIC. Teléfono 981 590 958
- D. Plácido Baamonde López. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 546 112
- D. Ignacio da Osa Jiménez. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 546 086
- D<sup>a</sup>. Carmen Juliani Aguado. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 546 071
- D<sup>a</sup>. Ana Rodríguez Quiroga. Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 546 084
- D. Guillermo Vega Alonso. Centro de

Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 986 856 400 E-mail: gvega@inia.es

- D. Antonio Erias Rey. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada I. Universidad de LaCoruña. Teléfono 981 167 050 (Ext. 2712)
- D. Antonio Rigueiro Rodríguez Escuela Politécnica Superior de Lugo. Departamento de Botánica. Universidad de Santiago.
- D. Roque Rodríguez Soalleiro (E-mail:Roquers@correo.lugo.usc.es) Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago. Teléfono 982 252 231
- D. Xaquín Fernández Leiceaga Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 E-mail: eaxflei@uscmil.usc.es

### **ÁREA 8. RECUPERACIÓN DEL MEDIO NATURAL**

El grupo de trabajo sobre Recuperación de Medio Natural estuvo constituido por las siguientes personas:

- D<sup>a</sup>. María José Acea Escrich. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. CSIC. Teléfono 981 590 958
- D. Antonio Vilariño Rodríguez. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. CSIC. Teléfono 981 590 958
- D. Antonio Callejo Rey. Delegación Provincial de la Consellería de Medio Ambiente en Lugo. Teléfono 982 294 523
- D<sup>a</sup>. Dolores Rodríguez Fernández. Delegación Provincial de la Consellería de Medio ambiente en Ourense. Teléfono 988 448 948
- D. Francisco Hervella Rodríguez. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente Teléfono 986 856 400
- D. José Luis Pagés Valcarlos . Facultad de Ciencias. Universidad de La coruña. Teléfono 981 167 000
- D<sup>a</sup>. María Teresa Rodríguez Blas. Facultad de Ciencias. Departamento de Química Orgánica Fundamental e Industrial. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 (Ext. 2046)

- D. Alejo Carballeira Ocaña. Facultad de Biología. Departamento de Biología Fundamental. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100 (Ext. 13312)
- D. Francisco Díaz-Fierros Viqueira Facultad de Farmacia. Universidad de Farmacia. Teléfono 981 563 100 (Ext. 14922)
- D. Antonio Gallardo Correa. Facultad de Ciencias. Departamento de Ecología y Biología Animal. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 589
- D<sup>a</sup>. Elisa Longo González. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Teléfono 986 813 636
- D. Luis Ortiz Torres. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Industrias Forestales. Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad de Vigo. Teléfono 909 887 954
- Química. Universidad de Santiago. Teléfono: 981 563 100 E-mail: qn1956@usc.es
- D. Juan A. Garzón Heydt. Facultad de Física. Departamento de Física de Partículas. Universidad de Santiago. Teléfono 981 563 100
- D. Carlos Herrero Latorre. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Facultad de Ciencias. Universidad de Santiago Teléfono: 988 223 325 (ext. 24064) E-mail: cherrero@lugousc.es
- D. Carlos Bendicho Hernández Departamento de Química Analítica y Alimentaria. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Teléfono: 986 812 281 E-mail: bendicho@uvigo.es
- D<sup>a</sup>. Montserrat Díaz Raviña. Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo. Teléfono 988 387 058 E-mail: mdiarz@uvigo.es
- D. Carlos Traveso Pardo. Departamento de Química Inorgánica. EUITI. Universidad de Vigo. Teléfono: 988 313 685 E-mail: ctra-  
veso@uvigo.es

## ÁREA 9: CARACTERIZACIÓN DE CONTAMINANTES

El grupo de trabajo sobre Caracterización de Contaminantes estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. Gonzalo Taboada Hidalgo. Centro Técnico Nacional de Conservación de Productos de la Pesca (CECOPESCA). Teléfono: 986 469 303 E-mail: taboada@anfaco.cesga.es
- D<sup>a</sup>. Dolores Barcón Orol. Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 259 400
- D. Miguel A. Costoya Rivera. Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 259 400
- D. José María Fernández Solís. Departamento de Química Analítica. E.P.S. Ferrol. Universidad de La Coruña. Teléfono: 981 337 400 (ext. 3276) E-mail: jmfso-  
lis@cdf.udc.es
- D<sup>a</sup>. Soledad Muniategui Lorenzo. Departamento de Química Analítica. Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 E-mail: smuniat@udc.es
- D<sup>a</sup>. Pilar Bermejo Barrera. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Facultad de
- D. Juan José Casares Long. Centro de Información y Tecnología Ambiental. Consellería de Medio Ambiente.
- D. Manuel Castro Romero Escuela Politécnica Superior. Universidad de La Coruña.
- D. Jorge Delgado Martín. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de La Coruña.
- D. Darío Prada Rodríguez. Instituto Universitario de Medio Ambiente. Consellería de Medio Ambiente
- D. Florencio Arce Vázquez. Facultad de Química. Universidad de Santiago.
- D. Francisco J. Rey Losada. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo.

## ÁREA 10: PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA CONTAMINACIÓN

## ÁREA 11: RESPUESTA DE LOS SISTEMAS NATURALES ANTE LA CONTAMINACIÓN

El grupo de trabajo sobre Respuesta de los Sistemas Naturales ante la Contaminación estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. Antonio Figueras Huerta. Instituto de Investigaciones Marinas. (Vigo). CSIC.
- D. Francisco Fernández de Ana Magán. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Consellería de Medio Ambiente.
- D. Rodolfo Barreiro Lozano. Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña.
- D<sup>a</sup>. Josefina Méndez Felpeto. Facultad de Ciencias. Universidad de La Coruña.
- D. Eduardo García-Rodeja Gayoso. Facultad de Biología. Universidad de Santiago.
- D. Manuel Vidán Bardán. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago.
- D<sup>a</sup>. Aida García Morales. Facultad de Ciencias. Universidad de Vigo.

## ÁREA 12: TECNOLOGÍAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

El grupo de trabajo sobre Tecnologías de Prevención y Reducción de la Contaminación estuvo constituido por las siguientes personas:

- D. Miguel A. Murado García. Instituto de Investigaciones Marinas. (Vigo). CSIC. Teléfono 986 231 960 E-mail: recicla@iim.csic.es
- D<sup>a</sup>. Natalia Crespo González.

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Consellería de Medio Ambiente. Teléfono 981 541 045

- D. Andrés M. De Blas Varela. Facultad de Ciencias. Departamento de Química Orgánica Fundamental e Industrial. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 167 000 E-mail: ucambv@udc.es
- D. Eugenio Muñoz Camacho. Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ingeniería Naval y Oceánica e Ingeniería Mecánica. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 337 400 E-mail: emucam@cdf.udc.es
- D. Joaquín Suárez López. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de La Coruña. Teléfono 981 116 700 E-mail: suarez@iccp.udc.es
- D. Manuel Bao Iglesias. Facultad de Ciencias. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Santiago de Compostela. Teléfono 981 591 488 E-mail: eqbao@usc.es
- D. Juan Lema Rodicio. Facultad de Química. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Santiago de Compostela. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Teléfono 981 563 100 (Ext. 14231) E-mail: jmlema@usc.es

- D. Lisardo Núñez Regueira. Facultad de Física. Departamento de Química Aplicada. Universidad de Santiago de Compostela. Teléfono 981 524 350 E-mail: falisar1@usc.es

- D. Claudio Cameselle Fernández. Facultad de Ciencias. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Vigo. Teléfono

986 812 318 E-mail: claudio@uvigo.es

- D. Salustiano Mato de la Iglesia. Facultad de Ciencias. Departamento de Ecología y Biología Animal. Universidad de Vigo. Teléfono 986 812 513 E-mail: smato@uvigo.es
- D. Valentín Santos Reyes. Facultad de Ciencias. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Vigo. Teléfono 988 387 047
- D. Jesús M. Torres Palenzuela (Grupo 14). Facultad de Ciencias. Departamento de Física Aplicada. Teléfono 986 812 556 E-mail: jesu@uvigo.es

### Coordinación de las Jornadas y Asistencia Técnica a las mismas

#### Consellería de Medio Ambiente

Ilmo. Sr. D. Juan Casares Long. Director do Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental.

Ilmo. Sr. D. Enrique Roca Bordello. Subdirector Xeral de Investigación e Tecnoloxía Ambiental.

#### Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento

Ilmo. Sr. D. Miguel Ángel Ríos Fernández. Secretario Xeral de Investigación e Desenvolvemento.

Ilmo. Sr. D. Alejandro Pazos Sierra. Subdirector Xeral do Plan Galego de Investigación e Desenvolvemento Tecnolóxico.

D. Francisco Javier Varela Peiteado. Xefe do Servizo de Organización do Plan Galego de Investigación e Desenvolvemento Tecnolóxico.

D. Luis Sáez Abuín. Persoal en Comisión de Servizos.

## 2. DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL SIGLO XXI

*Discurso inaugural, lido na solemne apertura do curso académico 1999-2000*

*Magfco. y Excmo. Sr. Rector de la Universidad de Santiago de Compostela, Excmas. e Ilmas. Autoridades, Estimados miembros de la comunidad universitaria, Señoras y señores,*

Confiemos que el curso que hoy comienza aporte un avance importante en nuestra concienciación como perseguidores de un objetivo común para alumnos, profesores y entorno, cual es nuestra identificación como gestores del futuro de nuestra especie y de toda la ecoesfera.

### **INTRODUCCIÓN**

La idea de que el planeta Tierra, con sus 6.400 km. de radio y una masa difícilmente expresable en cifras comprensibles para el individuo medio, constituía todo un mundo capaz de acercarnos a una idea de " infinito" y, por tanto, capaz de absorber y difuminar hasta lo imperceptible tanto las manifestaciones de cualquier cataclismo natural como las del conjunto de las distintas acciones humanas, estaba tan arraigada en el hombre, incluido el hombre culto europeo, que incluso en el tratado de Roma (25/3/57) no se incluye referencia alguna a cuestiones ambientales.

El grupo de Acción Ambiental de los EE.UU. promocionó y organizó la celebración del primer día de la Tierra el 22 de abril de 1970. Una nación entera, incluido su Congreso, detuvo su actividad para contemplar el deterioro de su entorno físico y su

modelo de vida. Creemos, con Thomas W. Wilson, Jr., que el éxito de la convocatoria –se acepta una participación en aquel evento de veinte millones de personas– fue debido, en buena parte, a la difusión de las espectaculares imágenes del Planeta azul transmitidas por las misiones lunares Apolo que en sus viajes VIII y X orbitaron la Luna en diciembre de 1968 y mayo de 1969 respectivamente –y alunizaron en los viajes XI y XII en julio y noviembre de 1969 respectivamente. La sensación comunicada por dichas imágenes es que, en el contexto del universo, el planeta Tierra es un cuerpo pequeño, indefenso y finito y que nuestro concepto anterior sobre los recursos disponibles mediante progresivas conquistas de la tecnología estaba basado en hipótesis falsas.

Como es lógico, no existe un acuerdo sobre cuál es el momento en el que se inicia este cambio de mentalidad. Mucha gente considera que con la publicación en 1962 de la obra de Rachel Carson *Silent Spring*, se establece por primera vez que el ambiente tiene una capacidad finita para absorber contaminantes y que dicha fecha marca el inicio de todo un cronograma sobre desarrollo sostenible.

**Manuel Bao Iglesias**

Catedrático de Enxeñería Química  
Facultade de Química.  
Universidade de Santiago de Compostela



**DE ACUERDO CON  
LESTER R. BROWN  
(1994), ES POSIBLE  
DEFINIR UNOS  
PRINCIPIOS QUE  
IMPONGAN LAS  
CONDICIONES QUE  
NECESARIAMENTE  
DEBERÁN CUMPLIRSE  
PARA QUE NUESTRO  
SISTEMA PUEDA  
MANTENERSE**

En 1972 se celebra en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, con la fuerte oposición de países del Este y del grupo de los 77, en la que se pone de manifiesto un fuerte nivel de confrontación entre protección ambiental y desarrollo. Con todo, de la Conferencia surge el Programa Ambiental de Naciones Unidas (UNEP) y también una serie de agencias de protección ambiental en diversos países, al tiempo que se inicia toda una gama de investigaciones y desarrollos sobre temas específicos como deforestación, CFCs, lluvia ácida, derrames petroleros, fallos en reactores nucleares o especies en peligro de extinción.

En 1983 se crea la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo presidida por la Sra. Brundtland que en 1987 da a conocer un informe, de entre otros elaborados por dicha Comisión, titulado *Nuestro Futuro Común* que presenta por fin una comprensión global de los problemas medio ambientales y que populariza el término *desarrollo sostenible*. En 1992

la conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro con acciones como la publicación de la Agenda 21, el convenio sobre diversidad biológica, la declaración de Río y los convenios sobre Cambio Climático a la que se suman los esfuerzos del Fórum paralelo de las ONG definen la auténtica eclosión de esfuerzos multidisciplinares sobre el concepto asumido.

A partir de 1993, en el marco de referencia de la agenda 21 y bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo se constituye la Red de Desarrollo Sostenible como una red abierta a todos los niveles, oficiales o no, que debe optimizar el intercambio de información sobre temas de desarrollo sostenible y *así mejorar la calidad de vida*. Como suele ocurrir en las comunicaciones de organizaciones de este tipo, el lenguaje es relativamente ambiguo y desde luego en este caso no parece muy correcto ya que la conclusión del planteamiento no se deriva necesariamente de las premisas. Intentemos, pues, aclarar algunos conceptos.

**SOSTENIBILIDAD:  
CONCEPTO Y  
METODOLOGÍA**

La definición de sostenibilidad dada por la Comisión Brundtland como *aquel modelo de desarrollo que permite el progreso económico de las comunidades sin poner en peligro el de las generaciones futuras* configura una expresión fácilmente aceptable, como así ha sido, pero muy poco concluyente a la hora de identificar de modo claro qué cosas y qué acciones están permitidas, y cuáles no, o bajo qué condiciones serían aceptables.

Un concepto admitido como referencia obligada de gran

parte de las decisiones futuras tanto de nivel individual como de nivel colectivo requiere el desarrollo de una metodología de aplicación que está pendiente de formulación precisa y de aceptación. Metodología que debe partir de unos principios claros, de sencilla formulación y universalmente aceptados; algo equivalente a las leyes fundamentales de las ciencias aplicadas.

De acuerdo con Lester R. Brown (1994), es posible definir unos principios que impongan las condiciones que necesariamente deberán cumplirse para que nuestro sistema pueda mantenerse, dentro de una evolución, en situaciones próximas al equilibrio, y cuyo incumplimiento sistemático provocará necesariamente una situación de colapso. Una sociedad puede incumplir alguno o todos estos principios durante cierto tiempo pero no a largo plazo so pena de alcanzar una situación de no retorno. En sus ejemplos, Lester R. Brown establece que una pesquería puede ser sobrepescada durante un cierto tiempo pero que si de modo continuado se extrae más de lo que se produce la pesquería desaparecerá. Es importante destacar –en el ejemplo expuesto–, como por debajo de un cierto nivel de población, la existencia de otras presiones ajenas a la propia actividad pesquera conducen al agotamiento de determinadas especies pasando a ocupar su lugar y ser dominantes otras que pueden ser muy distintas.

La identificación, pues, de los principios generales de sostenibilidad ha de permitir una formulación sencilla que sirva de marco al estudio de cualquier fenómeno o acción y que permita, mediante una elaboración razonable, establecer pautas de sostenibilidad. En nuestra recopilación de información hemos llegado a detectar los siguientes principios:

- Conservación de la fitomasa
- Conservación de la tierra cultivable
- Conservación de la biodiversidad
- Conservación de las especies
- Conservación de la ecoesfera.

Es muy posible que pueda haber acciones no contempladas en los principios formulados y que deba ser añadido algún otro o, incluso, que deban ser formulados de otro modo. En la relación propuesta, cuatro de ellos definen una situación de reversibilidad posible en el entorno de un equilibrio pero el tercero no. La existencia en un momento determinado de un número de especies no conocido, pero que está definido en cada instante, puede ser mantenido si las nuevas que se originan por evolución lo hacen en igual cantidad que las que desaparecen; pero la situación es no reversible: no es posible actualmente regenerar una especie que ha desaparecido y ello diferencia conceptualmente este principio de los demás en los que la acción sí es reversible.

### **EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA FITOMASA**

Independientemente de que recordemos que las especies vegetales son parte del conjunto que configura la biodiversidad de nuestro planeta, consideradas como un subgrupo constituyen un eslabón indispensable por su capacidad de invertir el flujo de carbono hacia la atmósfera derivado de los procesos de combustión entre los que hemos de incluir los fenómenos respiratorios del conjunto de especies. Todo equilibrio requiere

acciones de sentido contrario que han de transcurrir a velocidades, medias en el tiempo, iguales. Por consiguiente, la evolución constante determinada por un flujo de carbono de combustión superior en todo momento a la fijación en sentido contrario conduciría necesariamente a la desaparición de la fitomasa y, consecuentemente, a la de toda la cadena que en ella se asienta. Es lo que denominamos un colapso del sistema.

En nuestro mundo son muchas las formas de combustión y varias las de fijación de carbono. Es intuible que un hecho puntual como puede ser un gran incendio forestal desplaza ese determinado espacio de "su" situación de equilibrio, pero el sistema completo tiene una cierta capacidad de amortiguamiento o de evolución hacia estados de equilibrio diferentes (recordemos que la concentración de CO<sup>2</sup> está creciendo en la atmósfera), lo que puede y debe afectar a todo el sistema imponiendo, junto a muchos otros factores conocidos, la condición de una cierta evolución que si es suficientemente lenta puede alcanzar una cierta "acomodación" –así ha ocurrido en el pasado–, pero que si se supera dicha capacidad de acomodación puede conducir al colapso sin necesidad de que se haya alcanzado una situación extrema en la cantidad de fitomasa consumida. La situación podría ser similar a la consideración de una aeronave que entra en barrena, lo que produce una situación irreversible mucho antes de que se produzca la colisión en tierra.

No parece necesario insistir en la descripción de situaciones para aceptar qué niveles crecientes de carbono en atmósfera indican desviación permanente del equilibrio anteriormente existente y ries-

gos crecientes de acercamiento a situaciones de colapso o reducción del tiempo que debe transcurrir para que dicho colapso se alcance. Parece urgente reducir en lo posible la velocidad de crecimiento de dicha concentración actuando en los dos sentidos: reducir las emisiones, al menos las de carácter puramente antrópico, y aumentar la velocidad de fijación captando mayor cantidad que la actual para fijarlo de modo estable.

En este punto creemos necesario constatar la conveniencia de optimizar la explotación de los recursos forestales como la vía de fijación de carbono a medio o largo plazo en contra de la creencia generalizada de que lo correcto es la conservación a ultranza de masas arboladas sin ningún tipo de explotación. De ser ésta la situación de una masa forestal, hemos de recordar que, de nuevo, nos encontraríamos en presencia de un equilibrio de fitomasa en el que el crecimiento de la misma se produce en función de los nutrientes disponibles y de la captación fotoquímica; crecimiento que se reduce a medida que se consumen los nutrientes disponibles o se ocupa parte del espacio por otros árboles y, que, en sentido contrario, aumenta cuando las especies que mueren liberan nutrientes en su descomposición y espacios para captación de luz en su caída. La situación se equilibra cuando los nutrientes disponibles se igualan a los utilizados o lo que es lo mismo, cuando lo que crece se iguala cuantitativamente con lo que muere. Desde el punto de vista de la fijación de carbono, el bosque maduro intocado no tiene aportación neta alguna a la fijación del carbono o a la reducción del efecto invernadero.

## **CONSERVACIÓN DE LA TIERRA CULTIVABLE**

*El principio es fácilmente aceptable en su formulación: No es sostenible el perder de modo continuado suelo cultivable a mayor ritmo que el de su formación.*

También este principio requiere análisis profundos y una elaboración posterior. Constantemente se generaliza sobre los inconvenientes producidos por los fenómenos de erosión, por ejemplo, y, paradójicamente, lo cierto es que la gran mayoría de los suelos fértiles deben su fertilidad a haber sido formados precisamente por erosión. El valle del Nilo y los grandes espacios sedimentarios son buenos exponentes del efecto. De modo continuado, la acción de los agentes atmosféricos sobre glaciares o directamente la de los vientos sobre montañas en alturas superiores a las de producción forestal movilizan nutrientes y áridos iniciando una deposición de los mismos sobre superficies de más bajo nivel que aportan una fertilización que se propaga hasta los terrenos inferiores.

Claramente, ciertas formas de erosión son no sostenibles pero la generalización no es correcta y requiere ser matizada. La fijación del suelo en zonas altas mediante repoblación forestal tiene toda una serie de efectos beneficiosos como la mejora de la retención hídrica y la consiguiente regulación de caudales de ríos, etc., así como la utilización de los árboles para extraer nutrientes de la roca base, en función de la fuerte penetración de las raíces, poniéndolos, en un efecto de bombeo, a disposición de agentes más superficiales en el momento de caída de las hojas al suelo con lo que se define otro camino de producción de suelo fértil complementario de la erosión. Ambos fenómenos tienen en común la tendencia al

desplazamiento del suelo cultivable y de la fertilidad asociada a niveles inferiores. Probablemente el hombre es quien puede contribuir a invertir localmente la tendencia, transportando el suelo en sentido ascendente, como una de las acciones sostenibles mejor identificadas.

Resulta fácilmente comprensible que la capacidad productiva de un suelo depende de las condiciones climáticas locales, que suelen ser más benignas en las zonas bajas que en las altas, por lo que la capacidad productiva de una masa de suelo cultivable puede ser muy superior tras la erosión que en su origen; pero si dicho suelo se deposita sobre otro anterior que ya no será productivo tendremos que resolver un balance de productividad que es específico para cada caso. Lógicamente, otros muchos factores como regulaciones climáticas, mantenimiento de biodiversidad, capacidad de limpieza de la atmósfera, etc. habrán de ser simultáneamente considerados en un balance para cuya resolución carecemos, en la gran mayoría de los casos, de información suficiente.

## **CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

Sin duda, este es el principio fundamental que de modo único bastaría para describir y definir la sostenibilidad de cualquier acción natural o antrópica, pero la elaboración de las deducciones necesarias derivadas de un análisis profundo puede requerir elementos de información no disponibles en la actualidad o, en algunos casos, no disponibles para quienes han de tomar decisiones.

En una imagen enormemente simplificada del funcionamiento de las especies, en nuestra biosfera reconocemos que todo ser vivo toma de su entorno los materiales que denominamos ingestas; consume, transforma o

incorpora lo que necesita tanto para su crecimiento y reposición de materia como para obtener la energía mecánica y térmica necesaria, y evacúa como excursos no sólo la fracción no absorbible de la ingesta sino también aquellas fracciones de material renovado en su masa corporal que arrastran al exterior una parte de las sustancias o elementos de otras especies que han motivado su sustitución en la masa corporal. El excurso es la vía natural de eliminación de los elementos, sustancias y especies agresoras del organismo considerado, de tal modo que un organismo no puede funcionar sin excursos y, aunque es concebible proporcionarle una ingesta específicamente equilibrada para cubrir sus requerimientos, el organismo, de ser preciso, eliminará materiales de descomposición celular incluso iguales a los que ha ingerido. La razón de tal comportamiento está en la vía de eliminación de lo que, para él, resulta nocivo.

La existencia de unos materiales que pueden ser metabolizados (esto es, capaces de proporcionar energía o componentes celulares) determinará que se desarrollen especies capaces de tal metabolización; de no existir éstas, y en ausencia de condiciones extremas, acabarán por aparecer, por mutación o adaptación, especímenes que puedan hacerlo. Ante la abundancia de nutrientes se producirán desarrollos de población que generarán

**RESULTA FÁCILMENTE  
COMPENSABLE QUE  
LA CAPACIDAD  
PRODUCTIVA DE UN  
SUELO DEPENDE DE  
LAS CONDICIONES  
CLIMÁTICAS LOCALES**

otros tipos de excursos que deberán encontrar sus especies a quien nutrir, etc., de tal modo que en una evolución de millones de años –que continúa– se ha alcanzado un equilibrio dinámico en el que los residuos del metabolismo de una especie son nutrientes para otras, lo que mantiene, en cada caso, los niveles propios de nocividad acordes con los niveles de población para una inmensa cantidad de especies vivas en un equilibrio posible en función de esa diversidad. Es verdad que las mutaciones producen aumento del número de especies o de la biodiversidad pero es más cierto que, tanto por cambio de las condiciones naturales como por acciones antrópicas, se producen desapariciones de especies, actualmente, a un ritmo muy superior al de su formación.

La alteración de la biodiversidad modifica necesariamente el equilibrio que configuran todas las especies y, aunque nuestro nivel actual de conocimiento no nos permite cuantificar el daño asociado a la desaparición de cada especie –se calcula que existen entre 7 y 50 millones de especies de las que solamente 2 millones están identificadas y clasificadas–, conocemos lo suficiente de algunas como para reconocer el riesgo de la pérdida de biodiversidad de modo continuado y para comprender que incluso la modificación de la población de una especie comporta alteración del equilibrio que definen las demás.

### **CONSERVACION DE CADA ESPECIE**

El enunciado del principio: *Para que una especie se conserve en el tiempo es necesario equilibrar nacimientos con fallecimientos* es perfectamen-

te reconocible como parte del principio de conservación de la biodiversidad pero es de tal importancia que puede estar justificada su consideración independiente. En realidad, mantener la masa de población de una especie en un valor predeterminado, medio en el tiempo, conduce a la consideración de unas condiciones medias constantes en todo lo relacionado con el metabolismo de dicha especie. Si se aplica el mismo concepto al conjunto de especies, nos encontraríamos con una situación de estado estacionario que se contrapone con el conocimiento de la evolución del equilibrio con el tiempo, independientemente de la actividad humana, y muy claramente identificado desde mucho antes de la aparición del hombre sobre la Tierra.

El principio comporta una llamada de atención al modo de actividad que posibilita la existencia de elevadas poblaciones de especies de interés para el hombre –monocultivos vegetales y grandes explotaciones ganaderas– que, de algún modo, son consecuencia del propio crecimiento de la población humana que, en un intervalo de 50 años, ha pasado de 2.000 millones de habitantes a casi 6.000 millones. En dicho período, la magnitud del desarrollo tecnológico alcanzado, –solamente disponible en plenitud para una parte de dicha población– está comprometiendo claramente la capacidad del sistema de aportar los recursos necesarios para satisfacer la justa demanda del total de la población existente. De otro lado, la profundización en el conocimiento de la dinámica de poblaciones específicas ha permitido comprobar que, en el equilibrio determinado por la biodiversidad presente, muchas poblaciones son

nutrientes directos de otras en relaciones dador/predador. Estas relaciones son relativamente bien conocidas para unas pocas especies de interés para el hombre como ocurre con poblaciones específicas de pesquerías; dicho conocimiento indica que la extinción de una especie no es necesariamente consecuencia exclusiva de cambios adversos de las condiciones ambientales o de acciones de captura abusiva por parte del hombre, sino que la acción de otras especies predatoras impone que por debajo de un mínimo de población la especie es irre recuperable en su hábitat y resulta condenada a la extinción.

La consecuencia de la consideración de este principio se traduce en la exigencia de respetar las masas de población de las distintas especies dentro de límites de permanencia y de conocer la realidad de la propia especie humana que con su desmedido crecimiento atenta contra la sostenibilidad alterando gravemente la biodiversidad. No conocemos los límites del intervalo pero sí sabemos que el ritmo actual de desaparición de especies, por acción antrópica, supera por factores de 10 el de aparición de otras, lo que define una situación ciertamente no sostenible.

El concepto más moderno, desde el punto de vista de conservación de la biodiversidad, es el de conservación del hábitat pero, para la especie humana no es definible más que como bioesfera.

### **CONSERVACIÓN DE LA ECOESFERA**

Recordando por unos instantes la visión de Armstrong y Collins del Planeta azul es imaginable la visualización



mental de una capa de espesor variable de pocos kilómetros –muy delgada comparado incluso con el propio radio de la esfera terrestre (6.400 Km.)– que en su interior tiene como adherida otra capa de unos centímetros de espesor en la parte ocupada por los continentes y de pocos metros en las zonas ocupadas por masas de agua. Esto es lo que entendemos como ecoesfera.

El enunciado del principio de su conservación podría ser el siguiente: *no es sostenible utilizar la ecoesfera como almacén de materiales procedentes de la geoesfera.*

El principio así enunciado no sólo tiene en cuenta todos los efectos derivados de las diferentes acciones contaminadoras de la biosfera sino que señala algunas directrices derivadas de la consideración de que algunos procesos cíclicos tenidos por sostenibles realmente no lo son.

La validez del principio no tiene duda: el espacio disponible es limitado: la ocupación de espa-

cios por sólidos impide el uso del espacio recubierto; la incorporación de líquidos o gases altera la composición del sistema e implica la progresiva pérdida de disponibilidad de los medios fluidos para el mantenimiento de los cursos vitales que en ellos tienen lugar. Son posibles y tolerables alteraciones puntuales pero no sucesivas en el mismo sentido. El concepto de absorción de contaminantes por metabolización pierde todo su sentido, cualquier alteración es una contribución de carácter permanente aunque un efecto local se difumina por dilución, pero no se produce metabolización más que de aquellos elementos que son específicos de los llamados ciclos vitales y, aún así, la alteración es permanente –efecto del carbono.

Creemos importante hacer algunas consideraciones con respecto al carbono. Existe un grupo de sustancias que, como tales o como elementos, son gases en su estado natural, caso del agua, el oxígeno, el nitrógeno y el anhídrido carbónico para los que la idea de funcionamiento en un ciclo natural es perfectamente justificable, ya que un átomo o molécula que en un instante se encuentre en estado gaseoso puede sufrir toda una serie de transformaciones a través de fenómenos atmosféricos y de procesos vitales pero siempre es posible admitir que, en algún instante, puede volver a encontrarse en estado gaseoso completando así un determinado ciclo. En el caso de los elementos químicos no volátiles en su estado normal, se han estudiado toda una serie de ciclos biogeoquímicos que sí representan el flujo de algunos procesos pero que, también, contienen en su propia concreción la vía de salida del ciclo a través de formas insolubles –hidróxidos o sulfuros– y que, por arrastre hídrico, se depositarán en gran parte en los fondos oceánicos desde los que no es concebible una reentrada en un ciclo. Realmente lo que

debe ser considerado es un funcionamiento lineal de la gran mayoría de los elementos químicos que efectúan un recorrido desde la cuna hasta la tumba al que se superponen unos ciclos intermedios que tienen una salida irrecuperable de modo espontáneo.

El funcionamiento lineal de los materiales constituye el esquema de fondo de la ecoesfera, impone la condición de la inevitable evolución que, en su ritmo natural, ha generado en el pasado la evolución y distribución de las especies y está siendo alterado a velocidad creciente por el hombre en la medida que está desarrollando su capacidad tecnológica. El advenimiento de la era industrial ha provocado que en el siglo XX se hayan incorporado, por acción antrópica, más sustancias a la geoesfera que en todos los años que han transcurrido desde la aparición de la especie humana y, por las estimaciones efectuadas, la desviación existente entre la velocidad de evolución natural y la impuesta por nuestra actividad puede provocar el colapso para la propia especie en un reducido lapso temporal. Es urgente encontrar el modo de restaurar el ritmo de evolución en valores equivalentes al natural reduciendo el flujo de emisión de las diferentes sustancias, lo que requiere procesos más eficientes y control y reducción de emisiones contaminantes de todo tipo. La ciencia tiene respuesta para casi todo tipo de acción contaminante pero no ocurre lo mismo con la tecnología, que necesita, en último término, cantidades de energía para impedir el flujo neto de materiales recuperándolos si es preciso de los propios fondos oceánicos, de la atmósfera o de las masas de agua si dicha energía estuviera disponible sin acción contaminante propia y en cantidades elevadas.

**EL ENUNCIADO  
DEL PRINCIPIO  
DE SU  
CONSERVACIÓN  
PODRÍA SER EL  
SIGUIENTE: NO ES  
SOSTENIBLE UTILIZAR  
LA ECOESFERA  
COMO ALMACÉN  
DE MATERIALES  
PROCEDENTES DE  
LA GEOESFERA.**



## **SOSTENIBILIDAD AL INICIO DEL SIGLO XXI**

### **1. Aspectos científico-técnicos de la contaminación química**

En el momento actual estamos en condiciones de reconocer y, en casi todos los casos, medir el daño producido en la incorporación al medio de cualquier sustancia en cada vertido mediante la evaluación del coste de restauración de la situación anterior al vertido o, en una medida más generalizada y menos real pero sí más comparable con otras situaciones, valorando el coste teórico mínimo de la energía necesaria para la restauración del medio. El coste real dependerá de la eficiencia de la tecnología disponible para tal recuperación. Este conocimiento nos permite saber que no existe agresión a un medio por emisión de sustancias químicas cuando no se produce alteración en la composición del mismo; es decir, es posible verter materiales siempre que la corriente de vertido tenga concentraciones de sustancias contaminantes iguales a las del medio receptor para cada contaminante específico. Un agua, por ejemplo, con 40 g/l de sales en forma de cloruros sódico y potásico con concentraciones apreciables de muchos metales pesados pero en concentraciones limitadas, supone una fuerte carga contaminante en una corriente de agua dulce pero puede no suponer contaminación alguna en vertido al mar. Como la incorporación de corrientes de vertido de bajo caudal hace pensar que, por dilución, no se altera la composición del medio receptor se ha venido aceptando erróneamente que los océanos podían asumir car-

gas contaminantes diversas. Las capacidades de determinación actuales permiten conocer la magnitud de las agresiones pasadas.

### **2. Contaminación de carácter biológico**

La contaminación de carácter microbiano se diferencia de la química en cuestiones como las siguientes: no existen niveles de detección tan finos; la actividad no depende exclusivamente del tipo de agresor y de su concentración ya que puede aumentar el efecto al aumentar la dilución, y tampoco existen umbrales de afección ya que los fenómenos de multiplicación y/o replicación pueden producir episodios iniciados por especies que se encuentren en dosis muy bajas y pueden generar, además, otros tipos de episodios por mutación.

Si lo que acabamos de comentar en el párrafo anterior, comprensible en términos de especie humana, lo extendemos al total de especies existentes, podemos aceptar la extraordinaria dimensión de posibles interacciones que escapan por completo a nuestro control. Son observables algunos efectos como los periódicos rebrotes de enfermedades que se creían erradicadas, que hoy requieren para su tratamiento concentraciones de fármacos muchas veces superiores a las que, en su tiempo, sirvieron para erradicar aparentemente la enfermedad y que, probablemente, no eran superiores a la concentración que, como nivel de fondo, tenemos actualmente en nuestro medio.

La situación es tal, en nuestra opinión, que cualquier forma de emisión con actividad

microbiana que represente, por su concentración o su caudal, flujos importantes de microorganismos, constituye una forma específica de contaminación que puede implicar altos riesgos para la sostenibilidad. En particular veremos referirnos a dos modos frecuentes de comportamiento de fuerte significación, cuales son los vertidos con insuficiente depuración de aguas residuales de procedencia urbana directamente en corrientes superficiales o sobre suelos, o vertidos de lodos que agreden la distribución biológica de los distintos medios al tiempo que producen fuerte contaminación de carácter químico. De modo análogo, el uso de los suelos agrícolas para la deposición de residuos sólidos y líquidos procedentes de la cría intensiva de diferentes especies animales está provocando daños mucho más profundos que los reconocidos al considerar la contaminación de acuíferos por nitratos o las medidas de colibacilos o materia orgánica en aguas. La extensión de prácticas, sostenibles en otro tiempo, de incorporación de residuos a superficies agrícolas, al aumentar desproporcionadamente la magnitud de las aportaciones rompe el equilibrio de las zonas y transfiere a otras su agresión que, en el caso de contaminantes químicos puede reducirse su efecto por dilución pero en el de microorganismos el comportamiento depende de otros factores y no es predecible de modo general.

### **3. Contaminación y desarrollo**

No podemos dejar de considerar que el informe Bruntland y el enunciado del concepto de sostenibilidad emanan de una comisión en la que el peso mayor correspondía a los países más

desarrollados. Países que habrían alcanzado un elevado estándar de vida y que, fundamentalmente, son los grandes responsables de los actuales niveles de contaminación. La concienciación de que nos podemos estar acercando peligrosamente a situaciones límite y de que el problema ha de ser considerado a nivel global tiene unas implicaciones muy fuertes como son:

- La necesidad que tienen los países en vías de desarrollo de alcanzar niveles de vida aceptables, lo que significa tener que recorrer todo un camino de industrialización sin las agresiones ambientales que han producido los ya desarrollados y que comporta la transferencia de tecnología y la formación adecuada desde los países desarrollados. Estos ven tal transferencia de tecnología no como una deuda contraída por haber agredido el planeta, sino como una nueva posibilidad de seguir aumentando su capacidad tecnológica por la existencia de mercados ampliados. En román paladino, el resultado puede ser que el coste de reducción de emisiones contaminantes hacia el almacenamiento común no sólo lo paguen los países en vías de desarrollo sino que además

## **LA INTEGRACIÓN Y LA RESPONSABILIDAD COMPARTIDA DEBEN ESTAR REFLEJADAS EN LA ORGANIZACIÓN DE TAREAS DEL CONSEJO DE MINISTROS, LA COMISIÓN EUROPEA Y EL PARLAMENTO EUROPEO**

se pretenda obtener beneficios económicos. Solo así se entiende la reticencia de algunos países desarrollados a refrendar los convenios internacionales y los argumentos de algunos de sus líderes que para promover dicho refrendo se basan en la oportunidad de negocio que representa, con pocas o ninguna referencia al compromiso moral de paliar las consecuencias de los daños producidos.

- El progresivo agotamiento de los recursos. Es bien conocido que en la actualidad un 20 % de la población de la Tierra disfruta del 80% de los recursos que, por término medio, se gestionan en la actividad humana y que los avances tanto en el conocimiento como, y muy especialmente, en el desarrollo tecnológico permiten aceptar mayores niveles de comodidad, salud y satisfacción de anhelos e inquietudes en los países desarrollados en el futuro inmediato. Es también previsible que se puedan alcanzar esas mayores cotas de bienestar sin que se utilicen mayores cantidades de recursos tanto materiales como energéticos. De hecho, en los últimos años no ha habido aumento en el consumo de algunos recursos (energéticos) en los países desarrollados lo que indica la ineficiencia en el uso anterior de los mismos que, a su vez se traduce en indebido agotamiento de los yacimientos actuales y en contaminación innecesaria del ambiente. Con todo, no es posible hacer disponibles los recursos que requerirían los países en vías de desarrollo para alcanzar niveles de bienestar comparables, ya que al requerimiento cuatro veces superior al actual que cubriría la demanda de estos países en vías de desarrollo habría que añadir que el aumento actual de población sobre el planeta se produce precisamente en esos países. En el estado actual de la tecnología, el colapso se produciría en la próxima década.

### **4. Posición global ante el problema.**

No existe duda alguna de que el problema de déficit ambiental actual, producido por una parte de la población, es un problema global que requiere que todos tomemos parte activa en su contención y, de ser posible, en su reducción. No sólo se precisa la colaboración de los diferentes países sino que también es necesaria la total colaboración de los diferentes sectores sociales y de las instituciones ya que, de acuerdo con el Consejo Asesor sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible de la Comisión Europea, ha de lograrse un modelo de desarrollo nuevo que permita integrar objetivos económicos y sociales junto con los ambientales de tal modo que los hitos sectoriales que se establezcan, los indicadores que se definan y las ecoauditorías sean los instrumentos que faciliten la integración de acciones.

*La integración y la responsabilidad compartida deben estar reflejadas en la organización de tareas del Consejo de Ministros, la Comisión Europea y el Parlamento Europeo y ello deberá reflejarse en el futuro desarrollo de programas y de fondos de la UE.*

El Foro Consultivo urge la celebración de una Cumbre para adoptar la declaración de Cardiff sobre el Principio de Integración Ambiental Europeo, acorde con estos planteamientos, y para establecer un cronograma y un procedimiento de modo que cada Gobierno Nacional y cada Dirección General prepare un plan de acción para la implantación de este principio.

### **5. Integración ambiental y sistemas ecoeficientes**

*Un proceso cualquiera se puede considerar como ambientalmente integrado cuando todos y cada uno de sus excursos tiene*

*una composición no diferenciable de la composición del medio que lo recibe y los recursos que utiliza no provocan escasez para otras aplicaciones actuales o futuras.*

Es evidente que en la expresión composición incluimos todos los atributos definibles entre los que se incluyen valores de temperatura y permanencia de ondas de presión (ruidos) o formas distintas de radiación. Otros atributos como pueden ser efectos o valores paisajísticos (no geográficos) o valores de carácter cultural o económico-cultural que tienen o pueden tener fuerte significación social, no están incorporados en la parte tecnológica de nuestra definición pero sí deben estar contemplados los aspectos ambientales derivados del uso del bien producido y los producidos en la fase de agotamiento (el denominado ciclo de vida del bien producido).

En los procesos industriales, considerados de modo aislado, es posible identificar los flujos de salida de todas las corrientes y los de entrada de todas las materias primas y energía y, optimizando el uso del conjunto de recursos, es posible establecer para muchos procesos el concepto de la mejor *tecnología disponible* a coste asumible que representa el sistema más eficiente desde el punto de vista de la integración ambiental que puede ser implantado en un mercado competitivo pero, en la actualidad no disponemos de ningún proceso industrial a escala importante ambientalmente integrado en su totalidad.

Aceptando que un proceso que cumpliera los requisitos de integración ambiental tecnológica (no contaminante) y que pudiera operar con economía sostenible sería fácil-

mente implantable por aceptación social, en cada caso, el problema fundamental a resolver estaría en los factores ecoeficiencia-economía. Con intereses bancarios reducidos ("dinero barato") aumentar inversión supone incrementos de coste bajos y puede suponer grandes beneficios ambientales por modificación del proceso, de forma que aumente la eficiencia en el uso de aquellas materias primas con mayores costes energéticos. Es decir, una energía barata permite mejor uso de los recursos materiales sin aumentar el coste del bien producido. El problema actual asociado es que producir energía con elevada participación de combustibles fósiles es ambientalmente negativo y la deducción que procede dejar establecida en este punto es que NO DISPONEMOS DE NINGUNA ACTIVIDAD DE CARÁCTER INTENSIVO QUE EN UN FUTURO INMEDIATO O PRÓXIMO PUEDA SER SOSTENIBLE. LAS MEJORAS EN ECOEFICIENCIA ESTÁN ASOCIADAS A MAYORES CONSUMOS DE ENERGÍA EN CADA PROCESO Y, POR TANTO, EL ACERCAMIENTO A LA SOSTENIBILIDAD ESTÁ CONDICIONADO A LA DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA LIMPIA EN GRANDES CANTIDADES.

### **SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS**

El libro blanco de la energía para el futuro Fuentes de energía renovables, elaborado por la Comisión Europea con el objeto de definir una estrategia y un plan de acción comunitarios, dice textualmente en su inicio.

*El aprovechamiento actual de las fuentes de energía renovables en la Unión Europea es irregular e insuficiente. Aunque la disponibilidad de muchas de esas fuentes es alta y su potencial económico real es considerable, su con-*

*tribución al consumo de energía interior bruto de la Unión en su totalidad es decepcionantemente bajo: inferior al 6%, un porcentaje que está previsto que aumente en el futuro. Si la Comunidad no logra atender una parte perceptiblemente mayor de su demanda energética con fuentes de energía renovables durante la próxima década, se habrá perdido una oportunidad de desarrollo importante al tiempo que le resultará cada vez más difícil cumplir sus compromisos, tanto a nivel Europeo como internacional, en materia de protección ambiental..*

Por su parte el Departamento de Energía de EE.UU (DOE) en colaboración con el Instituto de Investigación en Producción de Energía Eléctrica (EPRI) definen: *Los beneficios de utilizar recursos renovables de energía son múltiples. La mayor parte de tales beneficios se derivan de su condición de ser virtualmente inagotables. Los recursos eólico y solar se recuperan diariamente. La biomasa puede ser producida por gestión de programas agrícolas y proporcionar un suministro continuo de combustible. La energía geotérmica es extraíble del interior de la corteza terrestre en cantidades prácticamente ilimitadas.*

Con esta perspectiva y la convicción de que existe tecnología desarrollada para la realización de procesos integrados capaces de cumplir todos los requisitos de sostenibilidad si se dispone de energía limpia en cantidades suficientes, es fácil llegar a la conclusión de que la sostenibilidad es técnicamente posible si se alcanza la disponibilidad real de energía limpia en las cantidades necesarias.

En una revisión rápida pero cuidada del estado actual de



desarrollo de las energías renovables podemos comprender la gran diferencia que existe entre formulación de objetivos de tipo político y de tipo real. Desde un punto de vista político, probablemente tenemos la impresión de que las energías renovables son una realidad inmediata y de que estamos en condiciones de exigir su aplicación, lo que es enfrenteable a que la UE tenga la ya mencionada contribución actual de sólo un 6% y que, en cambio, los países incorporados últimamente Austria, Finlandia y Suecia (ver cuadro I) superaban ya en 1995 el 20%. Conviene recordar adicionalmente que la dependencia de la UE de importaciones energéticas es del 50% y que, si no se adoptan medidas, aumentará en los próximos años hasta alcanzar el 70% antes del 2020. Además, los recursos energéticos importados procederán de fuentes cada vez más distantes de la UE, circunstancia que conlleva riesgos geopolíticos que deben ser contenidos para seguridad de los suministros, por lo que se admite que el desarrollo de energías renovables tiene implicaciones positivas tanto para la balanza comercial como para la seguridad.

El informe DOE-EPRI cuida más su formulación ambiental insistiendo en que varias de las tecnologías de producción de energía renovable como la hidráulica, la eólica, la solar térmica y la fotovoltaica no producen emi-

siones en la etapa específica de producción de energía, que las plantas de biomasa con los modernos controles de emisiones y un ciclo de combustible debidamente gestionado suponen una emisión neta de carbono de valor cero y la emisión de cantidades mínimas de otros contaminantes a la atmósfera y que tampoco son importantes las emisiones de las plantas geotérmicas. Cuando estas tecnologías desplazan a los combustibles fósiles, la fuerte reducción de las emisiones de carbono a la atmósfera (anhídrido carbónico) se traducirá en una fuerte reducción en la emisión de gases de efecto invernadero. El razonamiento pretende resaltar que la producción de este tipo de energías tiene un valor superior al que se asignaría al de la energía que sustituye de procedencia fósil, podría contemplar al valor de mejora del ambiente que aportan.

De modo resumido presentamos el estado de las distintas tecnologías:

**EL INFORME  
DOE-EPRI CUIDA  
MÁS SU  
FORMULACIÓN  
AMBIENTAL  
INSISTIENDO EN  
QUE VARIAS DE LAS  
TECNOLOGÍAS DE  
PRODUCCIÓN DE  
ENERGÍA  
RENOVABLE COMO  
LA HIDRÁULICA, LA  
EÓLICA, LA SOLAR  
TÉRMICA Y LA  
FOTOVOLTAICA**

**Biomasa**

El uso de residuos y desperdicios del monte y de la agricultura para producción de calor y para producción de calor y energía (cogeneración) es práctica corriente en las industrias agroforestales y derivadas. Las instalaciones funcionan con eficiencia baja y economía marginal para capacidades de producción baja. El tamaño mínimo para el umbral de rentabilidad se sitúa por

encima de 10 MWe. La co-combustión en instalaciones convencionales de carbón ya existentes permite el funcionamiento económico en casi cualquier dimensión y la fracción de energía alimentada supone una reducción real de emisión de carbónico que, a largo plazo, se produciría por combustión u oxidación de la materia incorporada sin producción de energía.

Se encuentran en desarrollo/nivel de demostración plantas de gasificación basadas en distintos conceptos operativos en las que el gas producido puede ser utilizado en sistemas de ciclo combinado, sistemas de cogeneración, o aplicaciones industriales integradas con eficiencia muy superior al sistema de combustión comentado anteriormente y en toda una escala de capacidades que pueden ser competitivas desde 5 hasta 100 MWe. En estas tecnologías avanzadas existen etapas intermedias de tratamiento del gas producido que permiten mantener los posibles contaminantes dentro de los límites establecidos por las modernas legislaciones (fig. 1, 2 y 3)

Existe un conjunto de tecnologías en estado avanzado de desarrollo para el uso de biogás producido por fermentación de residuos, para la producción de combustibles líquidos por fermentación de azúcares (bioalcoholes), para la producción de biodiésel a partir de cultivos de oleaginosas, extracción de aceites y transformación de los mismos o de los motores para que puedan consumir directamente el aceite extraído y para la obtención de alquitranes –equivalentes a un fuel-oil– por pirólisis rápida de residuos vegetales, todas ellas económicamente viables en condiciones de apoyo institucional razonable.

Dejemos constancia de que la previsión de aportación a la demanda esperada para el año 2010 (cuadro II), por este con-

cepto, es del 8,5% lo que supone más de 2/3 del total de energías renovables.

### **Energía geotérmica**

La producción de electricidad comercial a partir de reservas geotérmicas de vapor es una realidad desde los años 30 en Italia y California y están ya explotados en la actualidad en todos los países desarrollados; también son explotables tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo los manantiales de agua caliente geotérmica, estando su viabilidad comercial condicionada a la temperatura, caudal y calidad del agua y a la profundidad a la que se puede acceder para elevar la temperatura del fluido (agua a presión o vapor). El perfil de temperaturas y la naturaleza y características de la roca con todo un riesgo de fracaso en los intentos de explotación constituye otro grupo de tecnologías, todavía en etapa de investigación, correspondiente a la perforación de pozos profundos de hasta 5 Km para alcanzar altas temperaturas en la denominada zona seca (en donde no hay agua natural). La inyección de agua desde la superficie permite obtener vapor de presión elevada que produce energía en un ciclo de vapor que puede ser reinyectado como vapor de baja temperatura o como líquido. El estado actual no permite evaluar el potencial comercial, ya que las incertidumbres en requerimientos de materiales y los riesgos de fallos de explotación son desconocidos.

Lamentablemente, en España las expectativas de producción de esta energía son prácticamente nulas existiendo sólo aprovechamientos de tipo hidrotermal de escasa significación energética.

### **Energía solar térmica**

A efectos de producción de energía noble (mecánica o eléctrica), los sistemas solares pueden concentrar la luz del sol para calentar un fluido de trabajo que genera electricidad por algún ciclo termodinámico. Fundamentalmente podemos considerar tres sistemas diferentes, a saber:

- Campo de heliostatos
- Fluido que capta energía térmica y produce trabajo
- Fluido que transporta la energía a un almacenamiento del que se extrae por diferentes mecanismos.

Como la concentración de energía requiere la recepción solar directa, estas formas de aprovechamiento resultan condicionadas en su viabilidad por el número de horas de sol, a diferencia de sistemas de captación sin concentración que pueden operar con nubosidad. En España se dispone de las mejores condiciones en el sureste peninsular por lo que las grandes instalaciones experimentales europeas se encuentran en dicha zona. Dos campos de heliostatos, correspondientes al primer tipo de sistemas están operativos y, en ellos se ensayan diferentes modos de operación, tipos de fluidos de trabajo y formas de almacenamiento aunque la energía obtenida todavía no es competitiva con las formas convencionales (aún considerando distintas formas de valoración). La operación con sistemas de menor dimensión que puedan ser más asequibles para instituciones o empresas utilizan campos pequeños o concentradores cilindroparabólicos en los que se procesa un fluido de trabajo en circuito cerrado. En Almería, el CIEMAT está participando en

un sistema de este tipo con agua como fluido directo de trabajo que se transforma en vapor y se expande en turbina en un circuito clásico. En América se están ensayando concentradores de espejos orientados como en un campo de heliostatos pero en superficies tan reducidas como 25 m<sup>2</sup>, en donde el foco del pseudo-paraboloide es el calderín de una máquina que sigue un ciclo –el *stirling*– que no ha tenido aceptación en los sistemas convencionales pero que aquí parece que puede ser interesante. Los sistemas de acumulación de energía térmica, claramente requieren grandes instalaciones y, consiguientemente, inversiones.

Estas formas de energía, establecidas en el lugar adecuado, tienen la ventaja de poseer una cierta fiabilidad, se puede conocer el número de días de sol en cada época del año con cierta seguridad y, muy aproximadamente el número de horas de insolación que en nuestras instalaciones experimentales se acerca a las 3.000 horas año. La energía producida no puede competir con la convencional de la red, fundamentalmente, por el bajo precio actual de los combustibles fósiles y por que en los costes estimados no se incluye el coste ambiental.

Sin duda, el esfuerzo en nuestro país, como esfuerzo propio, no es acorde con las posibilidades y puede estar condicionado por antecedentes nefastos en el desarrollo de sistemas de captación de baja temperatura en donde se cercenó la iniciativa privada por protección de empresas oficiales que, a su vez y por ser oficiales, no fueron viables. Probablemente podríamos encontrar ejemplos análogos en muchos otros campos del desarrollo industrial.



## Energía eólica

La energía eólica, conocida y apreciada desde hace siglos, fue perdiendo importancia de modo progresivo desde el inicio de la era industrial debido a las grandes necesidades puntuales de las empresas que sólo podían ser satisfechas por la proximidad a sistemas hidráulicos importantes o, más tarde, por la construcción de centrales termoeléctricas; tanto era así que las centrales hidráulicas de capacidad menor también fueron quedando obsoletas temporalmente hasta que los automatismos y los sistemas de telecontrol han permitido su reentrada en el terreno de la producción de energía.

A principios de los años 80 y, quizá como consecuencia de la crisis energética del 73, dada la dependencia exterior de la energía por parte de los países europeos, bajo el liderazgo de Dinamarca y Alemania, no tanto de Holanda a pesar de su gran tradición y relativamente avanzada tecnología, se produce una fuerte incentivación por parte de los mencionados gobiernos de importantes programas de desarrollo, incentivación que fue mantenida desde entonces por concienciación del cambio climático y por los éxitos obtenidos siendo europea la tecnología más desarrollada.

La energía eólica es actualmente competitiva y se explota ya en ubicaciones en las que existen condiciones favorables; los accesos, propiedad, capacidad de evacuación de la energía producida y aceptación social constituyen las principales limitaciones a su fuerte expansión.

No podemos dejar de mencionar la obra *Historia de las máquinas eólicas* de Juan Carlos Cádiz Deleito, con ilustraciones de Juan Ramos Cabrero, que en un delicioso recorrido describe todo tipo de

artefactos hasta llegar a los sistemas actuales en los que vemos en nuestro paisaje que la pugna tradicional entre máquinas de eje vertical o de eje horizontal se ha inclinado hacia el eje horizontal y que la existente entre la hélice de dos o de tres palas ha optado por la de tres. El generador tipo actual es una turbina de eje horizontal con tres palas que acciona un alternador que, mediante equipos electrónicos, genera corriente alterna de 50 ciclos a voltaje definido por el acoplamiento a la red y con potencias medias unitarias que crecen progresivamente al tiempo que lo han de hacer el fuste de los molinos y la longitud de sus palas. A mediados de 1999, en Galicia, el molino tipo tiende a ser de 600 KWe de potencia, 40 m. de altura y palas de 16 m. pero es previsible que en 2010 habrán de ser de 1.200 KWe, 100 m. de fuste y 26 m. de longitud de pala. La prospectiva de este tipo de energía es que para el año 2030 será la de más bajo coste de producción.

En Galicia, junto con Aragón, existe la mayor disponibilidad de este tipo de energía que está bien impulsada por el establecimiento y crecimiento continuado de la red de alta y media tensión que permite la evacuación de energía a la red nacional y este esfuerzo promovido y financiado por el Gobierno Autónomo debería conducir al establecimiento de tecnología y producción de elementos propia. El dominio de tecnología puede ser la base de instalaciones de producción muy exigentes en instalaciones a flote que, en comparación con las terrestres, no tendrían los inconvenientes de ruido, propiedad de ubicación o impacto visual en igual grado.

## Energía fotovoltaica

Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la luz solar en electricidad mediante dispo-

sitivos electrónicos de estado sólido que no requieren partes móviles, no precisan circulación de fluidos, no producen ruidos ni emisiones de tipo alguno. El grupo de características mencionado hace muy atractiva la utilización que además requiere poco mantenimiento; la dificultad principal para su aplicación está en el estado de desarrollo que impone unos precios de producción que son entre 5 y 10 veces superiores a los de la energía eléctrica captable de una red de abastecimiento convencional.

La tecnología presente contempla tres tipos de sistemas: Células de silicio monocristalino, placas de silicio policristalino y los denominados colectores de lámina delgada, siendo los primeros los más utilizados y los últimos la esperanza de futuro en reducción de costes, para los que se supone un período de evolución de entre 10 y 20 años, hasta alcanzar valores competitivos con los de la red convencional. Conviene hacer notar que la tecnología tradicional de células de silicio monocristalino tiene más de 30 años de funcionamiento por lo que no es previsible que la *curva de aprendizaje* de dicha tecnología específica pueda reducirse en un orden de magnitud. Los costes esperados deben ser

**LA ENERGÍA  
EÓLICA ES  
ACTUALMENTE  
COMPETITIVA Y SE  
EXPLOTA YA EN  
UBICACIONES EN  
LAS QUE EXISTEN  
CONDICIONES  
FAVORABLES**

obtenidos por un proceso distinto que defina otra tecnología como puede ser la de *lámina delgada*.

El interés por esta aplicación, plenamente justificado, es tal, que la Comisión Europea propone una campaña para entrar en competencia con Japón y Estados Unidos en función del bagaje existente, a este respecto establece:

*Es necesario que la campaña sea ambiciosa y muy visible, a fin de constituir una base de mercado suficientemente amplia para que los precios bajen de manera sustancial. Por tanto, la campaña incluirá una iniciativa para la instalación de 500.000 sistemas fotovoltaicos en tejados y fachadas dentro del mercado interior de la UE, y una iniciativa de exportación de 500.000 sistemas fotovoltaicos rurales, a fin de lanzar la electrificación descentralizada en los países en desarrollo. La capacidad básica de cada uno de estos sistemas se establece en 1 KWe.*

El desarrollo próximo de estas tecnologías en los países de la UE estará basado, más que en la economía de la producción eléctrica, en una posible reducción de costes por su integración como elemento estructural en la construcción de tejados y fachadas, y por consideraciones estéticas y sociales.

La UE contempla la subvención de hasta un tercio del coste de inversión en cada aplicación, que en los tamaños comentados se sitúa en seis euros por watio y que en 10 años debe reducirse a tres, así como la adquisición por parte de la red, a precios que contemplen los costes íntegros de producción, de los excedentes de aplicación.

Con todo el estímulo establecido, una fuerte duda alimenta nuestra desconfianza en función de dos consideraciones que se mantienen ocultas en el planteamiento global. La primera es la propia eficiencia de los sistemas fotovoltaicos que, debido a que sólo ciertas radiaciones del espectro de la luz solar transportan energía suficiente para movilizar los electrones que conforman la energía eléctrica, no supera en la práctica el 10 % de la energía total recibida y en teoría no supera el 15%, por lo que el uso de sistemas de concentración etc. permiten mayor producción unitaria por célula pero no mejor rendimiento energético y dicho rendimiento es inferior al que está demostrado para sistemas de captación de origen térmico que puede alcanzar valores del 30%. En segundo lugar, ciertamente el uso de células fotovoltaicas es ambientalmente limpio pero su fabricación dista mucho de serlo, hasta tal punto que los procesos de reducción de la sílice para obtener el silicio metal, más aún si monocristalino, requieren el uso de altas temperaturas en horno eléctrico (muy superiores a las de la metalurgia del acero) o el uso de flúor para producir el tetrafluoruro de silicio, volátil, que por reducción química con metales alcalinos permita obtener el silicio policristalino. Los procesos implicados suponen agresiones ambientales que habrán de ser tenidas en cuenta al evaluar un sistema que posee una eficiencia poco comparable con la "imagen" que se pretende dar del mismo.

En cualquier caso, la tecnología no será competitiva hasta dentro de 20 o 30 años. En Galicia y otras zonas de nubosidad frecuente, los sistemas de concentra-

ción lumínica son poco eficientes y la aportación prevista en la UE para el año 2010 es de un 0,05% del total de la demanda.

## **PLANTEAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA SOSTENIBILIDAD**

La solución tecnológica del problema de la sostenibilidad se basa en la consideración de que los tres conceptos generales siguientes: recursos materiales, energía y capital, son equivalentes en el sentido de que pueden tener valoraciones propias diferentes según el recurso, la forma de la energía o las condiciones del capital pero son en cualquier caso intercambiables. La tecnología permite ya, y lo hará en mayor medida en el futuro, obtener prácticamente cualquier material partiendo de los otros dos componentes con la gran diferencia de que los elementos químicos son limitados aunque relativamente abundantes (otra cosa es su concentración) e inagotables. El capital es una forma de almacenamiento de recursos que crece con la actividad productiva y el único flujo desde el exterior, a nivel planetario, proviene del flujo de energía que constantemente estamos recibiendo desde el Sol. Cualquier recurso que haya sido mal utilizado es recuperable consumiendo energía o capital. Lo que no es recuperable es una especie extinguida y lo que no es sostenible es que el balance en recuperación de residuos de recursos utilizados sea negativo en la producción de los mismos. Todo el razonamiento conduce directamente a la utilización de energías limpias.

El gran debate de un futuro próximo será sin duda si la

energía de origen nuclear puede ser limpia. La luz solar es energía de fusión nuclear no estamos en condiciones de prever el instante en que se pueda controlar su producción pero, de lograrse, constituiría sin duda una fuente que como la energía geotérmica sería prácticamente inagotable y con una producción de residuos muy baja por unidad de energía producida. La energía de fisión, que sí es controlable en varias tecnologías demostradas y que se encuentran en operación, tiene un fuerte rechazo social que puede estar justificado más por mala imagen (mal vendida desde su inicio), que por sus efectos. Ciertamente que ha producido agresiones ambientales, que ha habido algunos accidentes y que puede que existan efectos que ni siquiera se han medido. Causa pavor su posible aplicación bélica y los sucesivos y frecuentes ensayos por parte de países que son, o tratan de ser, potencias nucleares. El desarrollo de todas las tecnologías importantes ha tenido siempre riesgos, accidentes y sucesos lamentables y, comparativamente, no han sido mayores los del desarrollo nuclear. El problema del acondicionamiento de residuos activos durante décadas puede ser solventado por incorporación en la geoesfera en zonas no activas, por lo que, en un futuro, si no se avanza suficientemente en la captación de energías renovables, podría ser obligada la reconsideración de actitudes respecto de la nuclear de fisión, al menos en el mantenimiento de una fuerte actividad investigadora para alcanzar una tecnología de control de la de fusión.

## **LA EDUCACIÓN PARA LA CONVIVENCIA Y EL DESARROLLO**

Hasta aquí, en esta intervención, hemos pretendido dejar establecido que para alcanzar un desarrollo sostenible es neces-

sario el cumplimiento del principio formulado de conservación de la biodiversidad, que el aumento de población no puede mantenerse indefinidamente y que la disponibilidad de energías limpias en cantidades suficientes permitiría la conservación e incluso aumento de los recursos materiales minimizando la producción de residuos. Desde un planteamiento científico la captación eficiente de energía solar o la adecuada utilización de formas de energía nuclear permiten concebir una situación ideal que evolucione al ritmo que imponen las condiciones del universo sin aportación negativa consecuencia de la actividad humana. Tecnológicamente, la situación es la descrita, también, en la UE y para el año 2010 ha brevemente alcanzado si se cumplen las previsiones que un 12% de nuestro consumo de energía proceda de fuentes renovables y, para un uso sostenible de los recursos este consumo habrá de crecer, por lo que el camino por recorrer es de mucho más del 88% del total.

Nuestro modelo de sociedad dista mucho de ser sostenible, del mismo modo que –y es solamente nuestra opinión– dista muchísimo de ser aceptable el nivel de concienciación de la inmensa mayoría de los líderes y pensadores.

Hace más de veinte años, en un congreso sobre energía solar celebrado en Puerto de la Cruz (Tenerife, 1977) y con la coordinación del Profesor Masaguer –antiguo rector de la Universidad de Santiago de Compostela–, en aquel tiempo

director del Instituto de Prospectiva, se produjo una fugaz ilusión en la que países antagónicos como EE.UU. y la URSS promovieron una propuesta de apoyo internacional y cooperativo para el aprovechamiento de la energía solar en todas sus formas, por entender que, dadas sus características de disponibilidad equivalente para todos los países (no competitividad por el recurso), cumpliría con las mejores condiciones para ser el inicio de una colaboración sin límites que conduciría a mayores cotas de bienestar. El lenguaje de los científicos y tecnólogos era claro y positivo. En otros niveles lo vemos como interesado económicamente (venta de tecnologías, etc.) o simplemente se habla de sostenibilidad como una herramienta de captación de adeptos o de votos.

En un ejercicio no exento de autocrítica nos atrevemos a afirmar que los daños efectuados en nuestra ecoesfera han ocurrido en su mayor parte desde 1946 hasta ahora. Al terminar la Segunda Guerra Mundial, la población de la tierra era de 2.000 millones de habitantes y, en medio siglo, nos acercamos a 6.000 millones: ¡hemos multiplicado por tres la población que había después de centenares de miles de años!. Ello ha significado tal presión sobre la ecoesfera que la industrialización, el hacinamiento en ciudades, la ocupación de espacios verdes y las demandas de energía, agua, alimentos y vivienda junto con la producción de desechos de todo tipo han provocado los problemas ya conocidos con una pérdida irreversible, en la

## **EL GRAN DEBATE DE UN FUTURO PRÓXIMO SERÁ SIN DUDA SI LA ENERGÍA DE ORIGEN NUCLEAR PUEDE SER LIMPIA**

actualidad, de unas 70 especies por día. Decimos en la actualidad porque científicamente pudiera alcanzarse en el futuro la capacidad de generar o recuperar especies a partir del conocimiento preciso de los códigos más profundos de los componentes celulares, en cuyo caso tendríamos una demanda adicional de energía limpia para alcanzar la sostenibilidad.

No podemos estar plenamente de acuerdo con la Secretaria de Estado norteamericana, Sra. Albright, cuando dice que *Ningún país es responsable de estos problemas* y que son muchas las naciones que a ello han contribuido. Lo que sí es cierto es que el deterioro del aire, de los océanos, la pérdida de disponibilidad de los recursos en general y la propagación de enfermedades afectan a todos, hayan contribuido o no a tales problemas, y que ningún país puede defenderse de los efectos por muy desarrollada que tenga su ciencia y su tecnología. Esta globalización del problema conduce a la idea de que los países que comparten recursos comparten necesariamente el futuro, que las naciones vecinas no lo son exclusivamente por su situación geográfica sino que están a sota-vento la una de la otra en cuestiones ambientales y de salud.

Ante este estado de cosas, hemos de reconocer con David W. Orr que nuestra generación ha fracasado lamentablemente al no haber aplicado a nuestro modelo o modelos de convivencia el componente ético necesario capaz de impulsar los valores adecuados. La competitividad por los recursos y por los estatus, la insolidaridad, la prepotencia, el rechazo e incompreensión de lo que es

diferente y la corrupción han sido, muy frecuentemente, la norma cuando tendrían que ser la excepción. Hemos desperdiciado 30 años en los que no hemos avanzado, apenas, en el camino de la sostenibilidad ni en el de nuestra preparación para ella. No podemos continuar como espectadores del deterioro de nuestro entorno sin tomar medidas concretas y, en nuestra particular responsabilidad como educadores, sin emprender la acción de formar a nuestra juventud para que tome conciencia del impresionante conjunto de tareas que tendrá que realizar desde ahora mismo, sabiendo que parte con poco más de un 10% de la capacidad de decisión –su segmento como votantes– pero que son los que sufrirán el 100% de las consecuencias de las decisiones ya que son el 100% de nuestro futuro.

La tarea de recuperar el ambiente, y todo lo que representa para el ser humano habrá de ser efectuada por un número muy bajo de generaciones (probablemente menor de 10) o no habrá futuro para el hombre y tendrán que ejecutar lo que la nuestra y anteriores no han sabido o no han podido hacer: estabilizar la población mundial; regular la emisión de gases de efecto invernadero; proteger la diversidad biológica; recuperar masas forestales destruidas y conservar el suelo; utilizar eficientemente los recursos materiales y la energía; obtener energía limpia en cantidades enormes; controlar la contaminación de todo tipo de residuos y la microbiana; evitar el crecimiento en el medio de concentraciones de fármacos, antibióticos y sustancias agresivas a dosis bajas y recuperar en lo posible los daños habidos de carácter antrópico. Todo ello

venciendo intolerancias y desigualdades de carácter racial, étnico y social, en unos escenarios que deberán salvaguardar niveles mínimos de justicia, comprensión y bienestar.

## OBJETIVOS EN EDUCACIÓN

Entendemos que es urgente analizar si la filosofía que ha permitido el desarrollo tecnológico de las últimas décadas y que hace prever un desarrollo explosivo en las próximas, que en el terreno educativo ha estado, esencialmente, basada en fomentar la capacidad competitiva del individuo, y que también ha conducido al estado ambiental presente, si esta filosofía, decimos, puede ser retocada para mantener el crecimiento económico y al mismo tiempo invertir el proceso de deterioro de habitabilidad del planeta. Es preciso pues saber dónde está el problema. Muchos de nosotros creemos que no está en la ciencia ni en la tecnología sino en la orientación que se da al desarrollo tecnológico y al uso de las tecnologías dominadas, y ambas cuestiones son responsabilidad de quienes gobiernan y de quienes orientan. Probablemente, los niveles de especialización limitan la capacidad del científico o del tecnólogo para optimizar el uso, desde una perspectiva planetaria, de sus descubrimientos o desarrollos así como para programar en el sentido correcto sus esfuerzos a nivel individual. El gobernante o dirigente sólo entiende del beneficio económico, social, sanitario o de otro tipo y no siente la necesidad de controlar más efectos secundarios que los que le impone la legislación vigente por que le falta la *imagen del mundo* que le exija su contribución a



mejorar la habitabilidad de todos sus seres, no solo los humanos ni solo los de su...

-----

La Universidad, en ese estado de crisis permanente al que nunca puede renunciar, está poniendo a debate tres cuestiones fundamentales que deben ser modificadas en su esencia a fin de que el individuo nuevo tenga la cualificación precisa para ejecutar debidamente las tareas indicadas. Disponemos de capital científico suficiente al que hay que pedir su esfuerzo en una formación más orientada a mejorar la habitabilidad del planeta en el siglo que entra.

La primera de las cuestiones a debate responde a la fragmentación del conocimiento, viejo tema que ha servido para alcanzar niveles importantes de especialización pero que dificulta la comprensión de sistemas y modelos que afectan a varias disciplinas; no se trata de formar sabios renacentistas pero es preciso conocer un modelo válido del funcionamiento de la ecoesfera.

La segunda tiene que ver con la comunicación con el entorno. Hoy día el conocimiento se transmite en círculos profesionales, con valoraciones profesionales de método y soporte sin que exista, en general, difusión al público o a otros niveles académicos. El currículum no se relaciona más que con las valoraciones establecidas por las elites de la especialidad y, en la mayor parte de los casos, sólo se valoran aspectos que tienen poca incidencia en la formación de titulados superiores y poca también sobre la sociedad.

En tercer lugar se suele decir que las universidades y centros superiores se han formado como fábricas de conocimientos y de titulados sin una visión moderna y una preocupación por si los conocimientos difundidos

se ajustaban a la responsabilidad que tenemos con nuestro planeta

De alguna manera, el espacio que en educación y formación han dejado sin ocupar los centros superiores de enseñanza está siendo utilizado por otros actores sociales carentes en general de nivel científico y técnico, pero sobrados de intereses diversos. En grupos aislados o formando parte de organizaciones de más amplio alcance geográfico, imparten doctrina a modo de gurús, emplean conceptos e interpretan hechos en función de sus intereses o de su adoctrinamiento, y utilizan los medios a su alcance para crear temor en las masas. A este comportamiento que podemos calificar de *terrorismo informativo* de mayor o menor intensidad prestan atención de alguna manera los medios de comunicación por que es el tipo de noticias que vende y por tanto interesa. Con todo, la sociedad futura tiene una deuda con las organizaciones ambientalistas por que han sensibilizado a todos los estamentos en unos temas en los que nos jugamos nada menos que nuestra existencia como especie.

La enseñanza superior debe contemplar que el problema de nuestra civilización y de nuestro futuro es un problema de diseño estructural. Las emisiones de gases, líquidos y sólidos de una gran instalación ganadera no pueden ser tratados por los procedimientos que servían para una producción baja y difusa de mantenimiento de una ganadería doméstica. No tenemos suelo agrícola capaz de absorber actualmente los enormes caudales de líquidos y masas de sólidos que se generan. Los residuos industriales no pueden ser evacuados mediante cauces de agua como tampoco pueden serlo los urbanos de grandes aglomeraciones. Las ciudades del próximo siglo no pueden ser la simple expansión territorial

de las existentes ni pueden ser operativos los medios urbanos de transporte convencionales (no hay espacio para los automóviles pero habrá más ciudadanos con derecho a disfrutarlo). Un diseño apropiado debe armonizar todas las necesidades con el ambiente, la comunicación, la convivencia, la salud, el confort, al tiempo que mejora la economía, el estado físico, reduce el número de accidentes, etc.

En los últimos tiempos ha surgido con fuerza un término que pretende expresar el modo de comportamiento correcto en cualquier situación es "*ecoeficiencia*" con el que se pretende indicar la acción que, en cada caso, comporta la menor agresión ambiental que, en los procesos productivos, se identifica con la *mejor tecnología disponible*. El problema es que para identificar el valor de la eficiencia, del coste económico de la acción o de su aceptación social –los tres factores son importantes– es preciso disponer de modelos validables del sistema.

La formación de nuestros futuros titulados ha de ser, como viene siendo, de elevada calidad profesional, pero a la vez, y dentro de un espectro curricular flexible que debe satisfacer aspiraciones individuales, ha de incorporar un modelo del funcionamiento de la ecoesfera que junto con los aspectos económicos, los valores fundamentales de las estructuras sociales y el nivel ético adecuado les permita un fácil diálogo e integración en grupos pluridisciplinares. Esta es la línea en la que hemos de avanzar para que las generaciones del siglo XXI no sólo existan sino que garanticen la existencia de las del siglo XXII.



### 3. EL PLAN GALLEGO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (1999-2001) CUMPLE SU PRIMER AÑO

El Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico (PGIDT) cumplió en 1999 su primer año de funcionamiento destinando en torno a los 7.000 millones de pesetas a la investigación a través de las diferentes actuaciones programadas en este plan y que, por primera vez, fueron coordinadas entre la Secretaría General de Investigación y Desarrollo y las distintas consejerías de la Xunta de Galicia implicadas en este ámbito.

Favorecer la innovación empresarial como paso previo

#### Formación

Mejorar la formación de los investigadores que trabajan en las universidades, centros tecnológicos y otros centros públicos de investigación situados en Galicia constituye uno de los objetivos prioritarios del Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico, ya que este es uno de los elementos que deben sostener el sistema ciencia-tecnología-empresa.

Por esta razón, la Secretaría General de Investigación y Desarrollo destinó durante 1999 un importe global de 804 millones de pesetas a financiar cerca de 1.200 bolsas de investigación, de las que

para alcanzar una mayor competitividad del sector productivo gallego es, en última instancia, el objetivo prioritario del PGIDT (1999-2001), un plan de carácter experimental que nació para responder a la necesidad de dotar a esta Comunidad Autónoma de un elemento estratégico capaz de dinamizar su desarrollo socioeconómico, prestando una especial atención a los problemas específicos de Galicia y sin olvidar las exigencias impuestas por una economía globalizada.

De los cerca de 7.000 millones de pesetas gastados durante el pasado ejercicio, el 73 por ciento corresponden a los fondos libres, aquellos que no están condicionados previamente. En su mayoría -un 82 por ciento- se destinaron a financiar las acciones competitivas previstas en el Plan, de acuerdo con su funcionalidad. Estos fondos de carácter competitivo se distribuyeron del modo que recoge la siguiente figura:



788 fueron adjudicadas por la propia Secretaría, mientras que las restantes se concedieron en colaboración con otras instituciones en mediante el desarrollo de diferentes convenios.

Las becas concedidas directamente por la Secretaría General de Investigación y Desarrollo se repartieron como recoge la tabla adjunta:

Tipo	Inversión	Concesiones	Porcentaje
Tercer ciclo	187,2 millones	260	33,0 %
Predctorales	386,4 millones	293	37,2 %
Estancias fuera de Galicia	69,7 millones	127	16,1 %
Formación de tecnólogos	16,3 millones	13	1,6 %
Asistencia a congresos	0,8 millones	9	1,1 %
Técnicos de FP-2	82,6 millones	86	11,0 %
<b>TOTAL</b>	<b>743 millones</b>	<b>788 becas</b>	<b>100 %</b>

### Infraestructuras de investigación

Las ayudas para la dotación de infraestructuras de investigación aportadas por la Administración autonómica superaron durante el primer año de funcionamiento del PGIDT los 792 millones de pesetas. Esta cantidad se destinó, por una parte, a subvenciones de carácter institucional, dirigidas a los servicios generales de las universidades y a la adquisición de fondos bibliográficos y documentales y, por otra, a ayudas de tipo competitivo, que se concedieron directamente a los

grupos de investigadores con el objeto de facilitarles la realización de sus proyectos.

De la inversión total en infraestructura, el 49 por ciento correspondió a ayudas institucionales, de las que el 46,4 por ciento se destinaron a los servicios generales de las universidades y el 53,6 por cien-

to a la compra de material bibliográfico y documental.

Por otra parte, el 51 por ciento de dicha inversión (unos 405 millones de pesetas) se dedicó a ayudas de tipo competitivo para los grupos de investigación, como se indica en la tabla insertada a continuación:

Instituciones	Ayudas	Cuantía
Universidades gallegas	43	347,08 millones
SERGAS	2	19,48 millones
CSIC	2	12 millones
IEO	1	9,07 millones
Centros de la Xunta	2	17 millones
TOTAL	50	404,63 millones

### Proyectos de investigación

Más de la mitad de los fondos de carácter competitivo -el 59 por ciento- que nutren el Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico se dirigen a la elaboración de los proyectos de investigación acometidos por los grupos de investigadores tanto de los centros públicos de investigación como de las empresas.

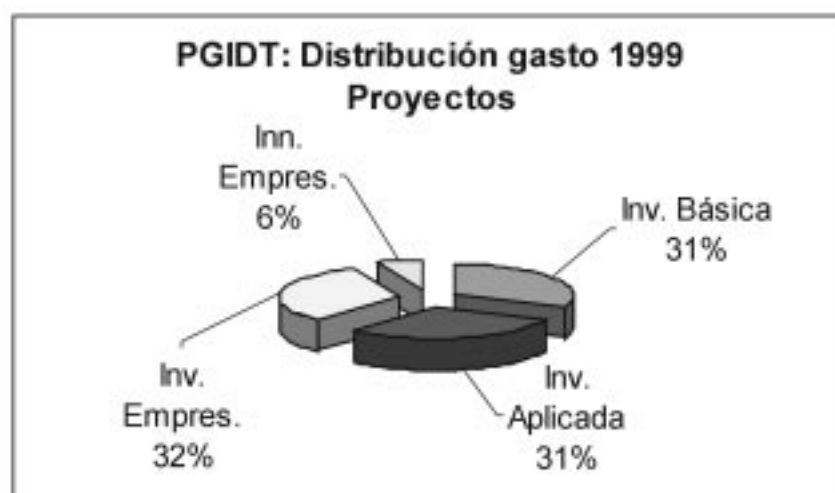
Es preciso incidir aquí en el hecho de que todos los proyectos de investigación subvencionados por la Administración autonómica fueron sometidos, previamente a su adjudicación, a un proceso de evaluación externa realizado por grupos de expertos de fuera de Galicia, pertenecientes a las diferentes

áreas científicas y tecnológicas en las que se enmarcan dichos proyectos.

Hay que destacar, asimismo, que en 1999 y a través del PGIDT se articularon por pri-

mera vez de forma coordinada ayudas para la realización de proyectos de investigación acometidos por las empresas, bien en solitario o bien mediante el establecimiento de diversos mecanis-

*La distribución del gasto relativo a la realización de proyectos de investigación se repartió como se indica en la figura que se incluye a continuación:*



mos de colaboración entre éstas y las universidades, los centros tecnológicos u otros organismos públicos de investigación.

Estas subvenciones específicas para el sector empresarial están contempladas en el Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico con el propósito de favorecer la innovación empresarial e implicar a las empresas en el sistema de I+D necesario para mejorar la competitividad del tejido empresarial gallego.

El especial apoyo al sector empresarial se tradujo en la concesión de un total de 74 ayudas para la realización de proyectos de investigación de este tipo por parte de la Secretaría General de Investigación y Desarrollo, subvenciones de las que se beneficiaron 70 empresas ubicadas en la Comunidad Autónoma.

Una cantidad importante de las ayudas otorgadas por la Secretaría General de Investigación y Desarrollo, el 32 por ciento del total, se destinó a la investigación básica, por constituir ésta el pilar del sistema en el que se asienta en primer lugar la investigación aplicada y poste-

riormente la investigación empresarial.

Así, la Xunta de Galicia apoyó económicamente la realización de 165 proyectos de investigación básica, con la que se pretende favorecer la creación de nuevos grupos de investigadores, mejorar las características de los ya consolidados y orientar la investigación hacia los problemas de interés práctico.

Estas ayudas a la investigación básica, a la que se destinaron cerca de 800 millones de pesetas, se dirigieron en su gran mayoría - un 94 por ciento- a las tres universidades gallegas y se repartieron del siguiente modo: el 66 por ciento de los proyectos subvencionados se enmarcaron en el ámbito de la investigación básica propiamente dicha, es decir, en la realización de trabajos experimentales o teóricos que se emprenden para obtener nuevos conocimientos en diferentes campos sin intención previa de conseguir ventajas económicas y sociales. El 34 por ciento restante perteneció a la investigación básica orientada, que tiene como finalidad producir una amplia base de conocimientos que podrán utilizarse para resolver problemas ya planteados o que

puedan surgir en un futuro próximo.

Por su parte, las subvenciones promovidas por la Secretaría General de Investigación y Desarrollo para la realización de proyectos de investigación aplicada, que son aquellos que tienen por objeto facilitar el desarrollo de investigaciones dirigidas fundamentalmente a la consecución

---

**“LA XUNTA DE GALICIA APOYÓ ECONÓMICAMENTE LA REALIZACIÓN DE 165 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BÁSICA, CON LA QUE SE PRETENDE FAVORECER LA CREACIÓN DE NUEVOS GRUPOS DE INVESTIGADORES, MEJORAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS YA CONSOLIDADOS Y ORIENTAR LA INVESTIGACIÓN HACIA LOS PROBLEMAS DE INTERÉS PRÁCTICO.”**

---



---

**“UNA CANTIDAD IMPORTANTE DE LAS AYUDAS OTORGADAS POR LA SECRETARÍA GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, EL 32% DEL TOTAL, SE DESTINÓ A LA INVESTIGACIÓN BÁSICA”**

---

ción de un objetivo práctico concreto o a la resolución de un problema específico, superaron los 777 millones de pesetas, con los que se financiaron un total de 111 proyectos.

En la tabla adjunta, se indica la distribución relativa de los

fondos competitivos entre los mencionados programas del Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico, destacando el programa de apoyo a la I+D industrial, de acuerdo con su carácter más abierto y con su importancia.

### **Financiación Competitiva de Programas Tecnológicos Sectoriales, Horizontales y de Innovación en 1999.**

Todas las actuaciones indicadas responden a la finalidad del Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico de lograr una articulación racional, ponderada y sostenible del sistema ciencia-tecnología-empresa de Galicia, como una infraestructura imprescindible para su adecuado desarrollo.

Programa	Financiado (%)
Investigación Marina	10
Investigación Agraria	8
Investigación en Medio Ambiente	14
Biotecnologías	5
Apoyo a la I+D Industrial. Tecnologías Industriales	37
Investigación Geológica y Minera	3
Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	5
Estudios Socioeconómicos y Jurídicos	4
Apoyo a la Innovación	14

---

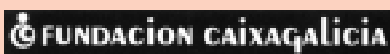
**“HAY QUE DESTACAR... QUE EN 1999 Y A TRAVÉS DEL PGIDT SE ARTICULARON POR PRIMERA VEZ LA FORMA COORDINADA DE AYUDAS”**

---

**EL PLAN GALLEGO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (1999-2001)**

**CUMPLE SU PRIMER AÑO**

## 4. FUNDACIÓN CAIXA GALICIA, UNA REALIDAD DE FUTURO



**“A LO LARGO DE ESTOS AÑOS LA FUNDACIÓN CAIXA GALICIA HA VENIDO REALIZANDO UN INGENTE VOLUMEN DE ACTIVIDADES DE DIFÍCIL ENUMERACIÓN PORMENORIZADA”**

**T**ras un proceso de fusiones que en su momento significaron un profundo revulsivo y un novedoso modo de imbricación financiera, social y cultural con la sociedad, nació en el año 1978 la entidad que ahora conocemos como Caixa Galicia. Desde sus orígenes la nueva corporación se definió por su doble vertiente de compromiso con Galicia y la búsqueda paralela de una presencia exterior, significativamente en Europa e Iberoamérica.

Son ya más de veinte años de esta empresa, con una sólida e imprescindible historia a sus espaldas, referencia incuestionable para otras organizaciones que aún ahora están siguiendo sus pasos y, al tiempo, con una visión lúcida de futuro y del papel que está llamada a representar en el nuevo siglo que comienza.

Entre sus acciones más singulares está, sin duda, la creación, en el año 1.989, de la Fundación Caixa Galicia. Nació en aquel entonces una fundación que en poco tiempo ha conseguido establecerse como referencia importante dentro del rico y complejo contexto de una cultura gallega que está viviendo una época de crecimiento interno, de expansión y reconocimiento más allá de sus propias fronteras; estas mismas características sirven para determinar el momento actual de esta fundación: una actividad múltiple en distintas áreas, con

novedosos proyectos y unas miras cada vez más ambiciosas en sus propuestas de trabajo.

A lo largo de estos años la Fundación Caixa Galicia ha venido realizando un ingente volumen de actividades de difícil enumeración pormenorizada; se trata ahora simplemente de dibujar una panorámica con los grandes rasgos de sus líneas generales de actuación.

Destaca el importante número de jornadas, cursos y ciclos de conferencias desarrollados, planteados siempre con el propósito de ofrecer una visión actualizada, profunda y universal de los distintos aspectos que configuran el entorno social y del pensamiento más vivo de destacadas personalidades, tanto nacionales como de ámbito internacional.

En esta línea de incidir en las realidades más palpitantes, cabe destacar la compleja y elaborada programación, en muchos aspectos totalmente pionera en España, que desde la Fundación Caixa Galicia se planteó para informar y divulgar el, por entonces novedoso, proceso de Unión Económica y Monetaria. Todo un complejo proyecto que intentó facilitar la necesaria puesta al día que las nuevas realidades sociales y económicas nos van a exigir, sin excepción, a todos los ciudadanos.

Líneas de colaboración con distintas entidades e institucio-



nes. Atención a la formación científica de los jóvenes. Premios de creación e investigación. Una intensa, y extensa, actividad cultural planteada desde los criterios de calidad y eficacia, buscando siempre su dimensión humanista y la participación activa de sus beneficiarios.

Más de medio millar de títulos publicados evidencia un esfuerzo y un compromiso sostenidos para propiciar el conocimiento de la realidad económica y cultural, así como la cooperación consciente y explícita de cooperar con el incremento de su patrimonio bibliográfico, acorde con las exigencias que toda sociedad culta tiene derecho a exigir. Concretamente, en distintos ámbitos sociales y económicos la fundación ha logrado crear una expectativa respecto de sus publicaciones sectoriales e informes periódicos; tal es el caso de su serie de informes anuales de economía, que se ha convertido en una referencia inexcusable para cualquiera que precise manejar una visión global y actualizada de los parámetros de la evolución de la economía gallega.

Por la importancia creciente que está alcanzando, no se puede dejar de mencionar en esta rapidísima visión la Colección de Arte de Caixa Galicia, con unos fondos de calidad, que se configuran con vocación de propiciar ámbitos de trabajo para los mejores creadores y de colaborar en la difusión de su obra, al tiempo que nos propone -con una sensibilidad universal y, sin contradicción, profunda e indiscutiblemente gallega-, el sentido de unas líneas de investigación plástica características de este final e inicio de siglos.

Coincidiendo con este cambio tan significativo de fechas, se abre para la Fundación Caixa Galicia una nueva etapa de cambios y replanteamientos imprescindibles para poderse situar de modo adecuado ante las exigencias a las que se verá sometida,

una vez superada una primera etapa que podríamos denominar de formación y crecimiento. La Fundación Caixa Galicia es en estos momentos una espléndida potencialidad de futuro que necesita reorganizar sus recursos y estructura ante las nuevas líneas estratégicas de trabajo que deberá afrontar.

Concretamente se definen ámbitos sectoriales en tres áreas: Área Científico-Tecnológica, incidiendo en la implementación de relaciones institucionales para el desarrollo de los sectores productivos, enfocados desde el ámbito de la innovación; Área Sociocultural, con una especialización en el pensamiento y la problemática de la Sociedad de la Información y, finalmente, el Área Artística, en donde se pretende, además de seguir en la línea de prestigio y potenciación de la Colección de Arte, trabajar de modo especial en el ámbito multimedia, así como potenciar la actividad cultural en todos los órdenes, con novedosas propuestas.

En muy poco tiempo se han multiplicado las líneas de colaboración para sacar adelante proyectos compartidos con instituciones y con las más importantes entidades de la cultura, la comunicación, las artes y las ciencias. Con una mera pretensión de enumerar algunas colaboraciones de las más recientes, citar su participación en proyectos de envergadura como la Red de Cooperación al Desarrollo "San Simón", la Red Sociedad Civil de América Latina, EOI, CYTED, IBEROEKA...

La Fundación Caixa Galicia está en un evidente proceso de expansión, desarrollando vínculo cada vez más sustanciales con la sociedad y la cultura de la cual surge y para la cual trabaja, y con las puertas abiertas hacia un futuro lleno de vigor.

**“SON YA MÁS DE VEINTE  
AÑOS DE ESTA EMPRESA,  
CON UNA SÓLIDA E  
IMPRESINDIBLE HISTORIA  
A SUS ESPALDAS”**

**FUNDACIÓN CAIXA GALICIA,  
UNA REALIDAD DE FUTURO**



## VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Para más información:

Teléfono: +34 981 16 70 00

Fax: +34 981 16 71 72

e-mail: [ucotri@udc.es](mailto:ucotri@udc.es)

<http://www.udc.es>

<http://bdi.udc.es>

La Universidade da Coruña, creada en el año 1.989, cuenta en la actualidad con 44 titulaciones repartidas en 23 centros, 41 departamentos, 4 Institutos Universitarios, más de 25.000 alumnos, más de 1100 profesores y 148 grupos de investigación.

El Vicerrectorado de Investigación se estructura en cuatro servicios: Servicios Generales de Apoyo a la Investigación, Servicios Informáticos de Apoyo a la Investigación, Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación y Oficina de Contratos y Convenios. Además se dispone de dos Centros Tecnológicos ( Centro de la Construcción y Obras Públicas y Centro Tecnológico de Ferrol) y cuatro Institutos Universitarios (I.U. de Medio Ambiente, I.U. de Ciencias de la Salud, I.U. de Estudios Europeos y el I.U. de Geología)

### Servicios Generales de Apoyo a la Investigación

- Espectroscopia molecular
- Microscopía
- Técnicas instrumentales de análisis
- Análisis estructural

### Centro de la Construcción y Obras Públicas

- Lab. de ingeniería de la construcción
- Lab. de hidráulica
- Lab. de puertos y costas

### Centro Tecnológico de Ferrol

- Lab. de aplicaciones del láser semipesado
- Lab. de tecnologías energéticas
- Lab. de mecánica de fluidos
- Lab. de materiales compuestos y desarrollo de materiales no metálicos

### Servicios Informáticos de Apoyo a la Investigación

- Acceso a redes externas
- Unidad de computación científica
- Unidad de análisis de datos

### Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación

- Organismo de interface Universidad - Empresa
- Asesoramiento y Gestión de la I+D+I
- Protección de los Resultados de la investigación de la UDC
- Difusión de la Investigación y Oferta Tecnológica

### Oficina de Contratos y Convenios

- Asesoramiento
- Normalización y supervisión de contratos
- Coordinación con otras entidades (empresas e instituciones)
- Tramitación y seguimiento de contratos.

La información relativa a la investigación, en la Universidade da Coruña, es accesible a través de web en la página <http://bdi.udc.es>



## PROGRAMAS DE DOCTORADO 1999-2001

### Tecnología

- Arquitectura: Concepción, Lenguaje y Composición
- Computación
- Computación y Redes de Altas Prestaciones
- Ingeniería Civil
- Ingeniería de Materiales, Máquinas y Motores Térmicos
- Ingeniería de Unidades e Instalaciones Navales y Oceánicas
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Naval y Oceánica
- Estadística Aplicada y Computacional
- Patología y Restauración Arquitectónicas
- Telemática: Redes y Servicios para los nuevos Mercados Digitales

### Ciencias Experimentales y de la Salud

- Biología Ambiental
- Biología Marina y Acuicultura
- Ciencia y Tecnología Ambiental
- Ciencias de la Actividad Física y del Deporte: Avances e Investigación
- Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente
- Medicina Clínica, Avances e Investigación
- Química Ambiental

### Humanidades

- Filología Hispánica
- Filología Inglesa
- Lenguaje, Ciencia y Antropología
- Patrimonio Histórico y Cultural de Galicia
- Diagnóstico y Evaluación Educativa
- Innovación e Investigación Educativa

### Jurídico-Social

- Economía Cuantitativa: Instrumentos y Análisis Económico
- Globalización, Instituciones y Desarrollo Regional en Europa. Perspectivas del nuevo milenio
- Libertades Públicas y derechos fundamentales
- Métodos y Técnicas de Investigación en gestión de organizaciones
- Tendencias Sociales y Procesos de Integración

## INSTITUTOS UNIVERSITARIOS

### Instituto Universitario de Medio Ambiente

<http://www.udc.es/iuma/>

### I. Universitario de Geología "Isidro Parga Pondal"

<http://www.udc.es/depl/geda/>

### I. U. de Estudios Europeos "Salvador de Madariaga"

<http://www.udc.es/uee/>

### Instituto Universitario de Ciencias de la Salud

<http://www.udc.es/cisaude/homepage.html>



# UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

*una gran compañía*  
**al servicio de su empresa**

## socios

EMPRESAS  
ADMINISTRACIONES PÚBLICAS  
UNIVERSIDADES  
UNIÓN EUROPEA

Más de 400 CONTRATOS de I+D  
con EMPRESAS

Más de 30 PROYECTOS  
INTERNACIONALES en  
CONSORCIOS EUROPEOS

Más de 1.000 servicios de ASESORÍA  
y ASISTENCIA TÉCNICA a la INDUSTRIA

Más de 100 CURSOS  
de FORMACIÓN ESPECIALIZADA

## experiencia

## oferta tecnológica

TECNOLOGÍA de ALIMENTOS  
RECURSOS MARINOS y ACUICULTURA  
PRODUCCIÓN AGRARIA y AGROINDUSTRIA  
MEDIO AMBIENTE y RECURSOS NATURALES  
BIOMEDICINA, FARMACIA y SALUD  
ECONOMÍA y ESTUDIOS SOCIALES  
TECNOLOGÍA de la INFORMACIÓN,  
INFORMÁTICA y COMUNICACIONES  
MATERIALES  
GESTIÓN del PATRIMONIO HISTÓRICO

**CITT**

**su interlocutor empresarial**  
*en la Universidad de Santiago de Compostela*

**CENTRO DE INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

Avda. de las Ciencias, s/n 15706  
Santiago de Compostela

Tel: 981 59 98 00

Fax: 981 59 93 09

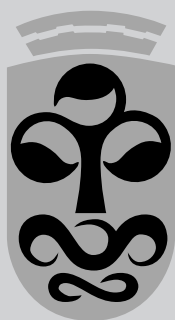
Internet: <http://www.usc.es/citt/>

E-mail: [ctarcausc.es](mailto:ctarcausc.es)



UNIVERSIDAD DE  
SANTIAGO DE COMPOSTELA

*llámenos*



## Universidad de Vigo

*Un gran Centro Público de Investigación al servicio de su empresa para impulsar las nuevas ideas.*

### **Oferta tecnológica**

- ⌘ *Tecnologías Industriales.*
- ⌘ *Tecnología de las Telecomunicaciones y de la Información.*
- ⌘ *Diseño, Materiales y Tecnologías de la Producción.*
- ⌘ *Minería y Energía.*
- ⌘ *Tecnología de Alimentos.*
- ⌘ *Ciencias y Tecnologías Marinas.*
- ⌘ *Medio Ambiente y Recursos Naturales.*
- ⌘ *Procesos y Productos Químicos.*
- ⌘ *Economía, Organización de Empresas y Marketing.*
- ⌘ *Estudios Jurídicos y Sociales.*
- ⌘ *Actuaciones de Estímulo a la Innovación y a la Transferencia de los Resultados de Investigación.*
- ⌘ *Gestiones de intercambio de científicos e tecnológicos con las empresas.*

### **Experiencia:**

- ⌘ *Colaboración con más de 200 empresas en los últimos cinco años.*
- ⌘ *Más de 600 contratos de I+D con empresas.*
- ⌘ *Más de 50 proyectos europeos.*
- ⌘ *Más de 1.000 informes de asesoría y asistencia técnica a la industria.*
- ⌘ *Más de 400 cursos de formación especializada.*

### **Oficina de I+D**

Vicerrectorado de Desarrollo y de Transferencia de Ciencia y Tecnología  
Edificio CACTI. Campus Universitario de Lagoas-Marcosende, s/n. 36310 Vigo

Tlfn.: 986 812 236 / 37 - Fax. 986 812 140

Internet: <http://www.uvigo.es>

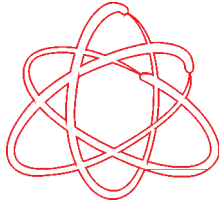
e-mail: [otri@uvigo.es](mailto:otri@uvigo.es)

# 5. INFORMACIÓN EMPRESARIAL

## Ofertas y demandas

En esta nueva sección, el campo empresarial, tecnológico y científico, contará, a partir de ahora, con la posibilidad de dar a conocer sus productos, innovaciones y demandas como una posibilidad

más para llegar, en este caso, al ámbito científico y de cooperación, al cual está fundamentalmente dirigida esta publicación.



### Sector Biotecnológico

#### Lácteos (demanda)

- *Costa Rica: cultivos lácticos.*

Coopeleche R. L., cooperativa costarricense del sector de productos lácteos, desea recibir ofertas de productos para el proceso industrial, cultivos lácteos en polvo del tipo "bri-vac".

Información: Coopeleche R. L. 1 Km. del Cruce a San Ramón – Carretera A Puntarenas, Apartado Postal 115 – 4250

- *San Ramón*

San Ramón Alajuela (Costa Rica)

Contacto: D. José Luis Quiros, Gerente. Telf. (506) 445 5060 - 445 5929 Fax: (506) 445 6674

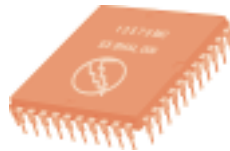
#### Laboratorio (demanda)

- Perú: productos para laboratorio. Masan E.I.R.L., una empresa peruana dedicada a la importación y distribución de productos farmacéuticos, equipos médicos y de laboratorio, desea diferentes productos para usar en laboratorios como son:

creatinina, densímetro con probeta, dsextrosa en polvo, C.R.P.A. latex C reactiva.

Información: Masan E.I.R.L. Avda. Perú 2516 Piso 3. Lima 31 (Perú).

Contacto: Dña. Nelly Sánchez, Gerente. Telf. (5114) 319560. Fax: (5114) 319560



### Sector Electrónico

#### Circuitos (demanda)

- *Uruguay: circuitos integrados e impresos para telefonía.*

Alutel S.R.L., empresa uruguaya dedicada al rubro telefonía, requiere componentes electrónicos tales como circuitos integrados y circuitos impresos.

Información: Alutel S.R.L. Salvador Ferrer Serra 1966. Montevideo (Uruguay)

Contacto: D. Hugo Cabrera, Marketing Internacional. Telf. (5982) 2 – 4022625. Fax: (598) 2 – 4021457. E-Mail: alutel@adinet.com.uy

#### Componentes (demanda)

- *Brasil: componentes electrónicos y transformadores.*

Empresa fabricante de instrumentos odontológicos desea contactar con abastecedores de los siguientes productos: transformadores, componentes electrónicos, componentes ópticos, lámparas.

Información: DMC Equipamentos Ltda. Rua Dr. Sebastiao de Moraes, 831. 13562-030 Sao Carlos (Brasil)

Contacto: D. Renaldo Massini Jr., Socio Gerente. Telf. (5516) 271 8964. Fax: (5516) 271 8964. Http: [Http://www.demcdental.com.br](http://www.demcdental.com.br). E-Mail: [rmassini@zaz.com.br](mailto:rmassini@zaz.com.br)



### Sector Energético

#### Petróleo

- *México: Licitación para la adquisición de instrumentos de laboratorio*

PEMEX Exploración y Producción, informa a los interesados que pueden participar, en la licitación pública internacional para adquirir instrumentación de laboratorio.

Información: Petróleos Mexicanos. Exploración y producción.



Edificio Administrativo planta baja Rúa. El Limón s/n., dtto. Dos Bocas. 86600 Paraíso, Tabasco. Mexico.

Contacto: Ing. Carlos Flores Yañez, Administrador. Tlfno.: (00933) 30675 Fax: (00933) 32463. <http://compranet.gob.mx>

### *Módulos (demanda)*

- *Cuba: financiación para producción de módulos fotovoltaicos.*

El Centro de Promoción de Inversiones busca inversionistas extranjeros para la reconversión tecnológica de una línea de producción de circuitos integrados en línea hacia otra de celdas solares y módulos fotovoltaicos.

Información: Centro de Promoción de las Inversiones. Ave. 1ra No. 2203 entre 22 y 24. Miramar. Ciudad de La Habana (Cuba)

Contacto: Dra. Elvira Castro Cossío, Directora. Telf. (537) 223873 / 235151 / 230181. Fax: (537) 24 21 05. E-Mail: [cpinv@minvecl.get.cma.net](mailto:cpinv@minvecl.get.cma.net)

### *Generadores (demanda)*

- *Paraguay: generadores eléctricos.*

La empresa Consultora de Comercio Internacional S.A., a través de la Bolsa de Subcontratación del Paraguay, solicita fabricantes de generadores.

Información: Bolsa de Subcontratación del Paraguay. Cerro Corá 1038 casi Estados Unidos Piso 2. Asunción (Paraguay).

Contacto: Ing. Nancy Cardozo, Gerente. Telf. (595

21) 495724 /498177. Fax:(595 21) 495 724 / 498177. E-Mail: [bsp@subind.una.py](mailto:bsp@subind.una.py)



## **Sector Farmacéutico y Médico**

### *Farmacia (oferta)*

- *Colombia: oferta de Antihelmínticos y Ectoendoparasitocidas.*

La empresa colombiana Agroavic Ltda., ofrece antihelmínticos y ectoendoparasitocidas. Los productos ofrecidos son: ivermectina al 1 por ciento inyectable, albendazole + cobalto de uso oral, levamisol de uso oral, albendazole 25 por ciento de uso oral.

Información: Agroavic Ltda. Carrera 1, nº. 58-41. Cali – Valle (Colombia)

Contacto: D. Mario Ruíz, Gerente de Exportaciones. Telf. (572) 4464618. Fax: (572) 4478310. E-Mail: [carvall@cali.cetcol.net.co](mailto:carvall@cali.cetcol.net.co)

### *Equipos (demanda)*

- *Brasil: demanda de filtro óptico, papel térmico y microprocesadores.*

Empresa brasileña fabricante de equipos médicos y de laboratorio, desea proveedores de los siguientes productos: filtro óptico, papel térmico, microprocesadores, jeringa para automatización, conectores, materiales descartables de uso hospitalario.

Información: Malcom Médica Industria e Comercio de Productos Electrónicos L. Rúa José Francisco, 489 / 543 02881-060 Sao Paulo (Brasil)

Contacto: D. Vanderlei Santos, Director Técnico. Telf. (5511) 850 0715. Fax: (5511) 3982 6913. <http://www.malcom.com.br>. E-Mail: [malcom.medica@uol.com.br](mailto:malcom.medica@uol.com.br)



## **Sector Maquinario**

### *Motores (demanda)*

- *Colombia: insertos intercambiables (herramientas de corte).*

Empresa colombiana necesita cotizar precios de insertos intercambiables, que son herramientas de corte para máquinas que realizan esta función. Hasta el momento utiliza la marca SANDVIK, pero está interesada en conocer otras marcas.

Información: Cometa Gira López Ltda. Calle 62D No. 120A – 51, Carretera al Mar Km. 4. Corregimiento. Medellín – Antioquia (Colombia)

Contacto: Dña. Paula Andrea Patiño Salazar, Asistente Comercio Exterior. Teléfono (4270800). E-Mail: [giralopez@epm.net.co](mailto:giralopez@epm.net.co)

### *Motores (demanda)*

- *Brasil: motores y compresores para máquinas.*

Empresa fabricante de máquinas para helados desea contactar con abastecedores de motores eléctricos monofásicos y trifásicos de hasta 3HP, y compresores.

Información: Arpifrio Industria e Comercio Ltda. Rúa das Hortencias, 1301. 09175-500 Santo André SP - (Brasil)

Contacto: D. Giuseppe arpino, Director Comercial. Telf. (5511) 717 5922. Fax: (5511) 717 5922. <http://www.arpifrio.com.br>. E-Mail: [arpifrio@arpifrio.com.br](mailto:arpifrio@arpifrio.com.br)

### *Motores (oferta)*

#### ● *Brasil: frenos y embragues industriales.*

Empresa fabricante de componentes industriales ofrece: frenos y embragues industriales mecánicos, electromagnéticos, hidráulicos y neumáticos; máquinas perfiladoras de tejas, discos de acero y lona de frenos.

Información: Clune Peças Agroindustriais Ltda. Rúa Bento Barbosa, 384. 04716-020 Sao Paulo - SP - (Brasil)

Contacto: D. Emilton Rodrigues das Neves, Gerente Industrial. Telf. (5511) 5184 3400. Fax: (5511) 5184 3400. E-Mail: [clune@uol.com.br](mailto:clune@uol.com.br)



## **Sector Medio Ambiental**

### *Semillas (oferta)*

#### ● *Colombia: semillas para reforestación.*

La empresa colombiana Semicol Ltda. ofrece semillas forestales utilizadas para la reforestación y el control de la erosión. Las especies ofrecidas son: gliricida sepium, cedrela angustifolia, swietenia macrophylla, lacaranda caucana, albizzia pithecellobium, ochroma pyramidale, acacia melanoxylon.

Información: Semicol Ltda. Calle 34 No. 19-36. Santa Fé de Bogotá (Colombia)

Contacto: D. Arcesio Burgos Cumbe, Gerente. Telf. (571) 2851029 / 2851946. Fax: (571) 2455216. <http://www.semicol.com.co>. E-Mail: [semicol@andinet.com](mailto:semicol@andinet.com)



## **Oportunidades Comerciales**

### *Feria*

#### ● *Perú: Tercer Foro Empresarial Andino.*

El Ministerio de Industria, Turismo, Integración y

Negociaciones Internacionales - MITINCI y la Comisión para la Promoción de Exportaciones - PROMPEX, han organizado el Tercer Foro Empresarial Andino ha realizarse en las instalaciones de la Feria Internacional del Pacifico el 23 y 24 de marzo del 2000. Este evento consta de foro de exposiciones, rueda de negocios e exhibición comercial.

Información: PROMPEX. Augusto Tamayo 160 Piso 4. Lima 27 - Lima - Perú

Contacto: Ing. Ricardo Márquez Flores, Presidente. Telf. 511 222 1222 4229. Fax: 2215333. E-Mail: [gdesarrollo@prompex.gob.pe](mailto:gdesarrollo@prompex.gob.pe)



## **Sector Pesquero**

### *Mariscos (demanda)*

#### ● *España: demanda de mariscos.*

La empresa española C.TORREFIEL S.L., requiere productos del mar. Entre los productos demandados se incluyen mariscos en general, pulpo y sepia o jibia.

Información: C. TORREFIEL S.L. Marqués de Montortal, 2-Entr. Letra B. Valencia (España). Contacto: D. Miguel Ángel Frontera Aparicio, Director Gerente. Telf: (34.9.36). E-Mail: [gfronte-ra@gestores.net](mailto:gfronte-ra@gestores.net)