



Forum  
de  
Sostenibilidad



Revista de la Cátedra Unesco sobre desarrollo sostenible enero 2007



**E**n esta revista tendrán cabida los artículos originales y de revisión, informes técnicos, estudios puntuales,... que tengan relación con el estudio de recursos naturales, gestión sostenible, educación ambiental, especialmente aquellos que establezcan su área de estudio en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, y en el País Vasco.

**Aldizkari honetan artikulua original eta errebisiozkoak, informe teknikoek, ikerketa puntualek,... izango dute lekua, baldin eta baliabide naturalen ikerketarekin, kudeaketa iraunkorarekin edota ingurumen hezkuntzarekin harremana duten. Preferentzia emango zaie ikerketa area Urdaibai Biosfera Erreserban edota Euskal Herrian kokatzen dutenei.**

### Equipo de dirección

#### Zuzendaritza taldea:

##### ·Miren Onaindia

Coordinadora General de la Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental / Garapen Iraunkorra eta Ingurumen Hezkuntzari buruzko UNESCO Katedraren Koordinatzaile Nagusia, UPV/EHU  
[miren.onaindia@ehu.es](mailto:miren.onaindia@ehu.es)

##### ·Marta Escapa

Departamento Fundamentos del Análisis Económico I, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales / Economía Analisaren Oinarriak I, Ekonomia eta Enpresa Zientzien Fakultatea, UPV/EHU  
[marta.escapa@ehu.es](mailto:marta.escapa@ehu.es)

##### ·Carlos Garbisu

Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario  
[cgarbisu@neiker.net](mailto:cgarbisu@neiker.net)

##### ·Joseba Martínez

Centro de Educación e Investigación Didáctico-Ambiental, Urdaibai  
[joseba-martinez@ej-gv.es](mailto:joseba-martinez@ej-gv.es)

### Consejo de redacción

#### Erredakzio kontseilua:

##### ·Javier Benayas

Vicerrector de Calidad Ambiental y Campus, Universidad Autónoma de Madrid / Ingurumen Kalitate eta Campus Errektoreordea, Madrilgo Unibertsitate Autonomoa

##### ·Enric Carrera

Director de la Cátedra UNESCO en Sostenibilidad de la UPC / UPC-ko Iraunkortasunari buruzko UNESCO Katedraren Koordinatzailea

##### ·Zuriñe Gomez de Balugera

Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz/ Ingeniaritza Kimikoa eta Ingurumenaren Ingeniaritza, Gasteizko Ingeniaritzako Unibertsitate Eskola. UPV/EHU

##### ·Iñaki Lasagabaster

Derecho Constitucional y Administrativo, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales /Konstituzio-Zuzenbidea eta Administrazioarena, Ekonomia eta Enpresa Zientzien Fakultatea.UPV/EHU

##### ·Amaia Lizarralde

Economía Aplicada I, Facultad de Derecho / Ekonomia Aplikatua I, Zuzenbide Fakultatea UPV/EHU

##### ·Eneko Lorente

Comunicación Audiovisual y Publicidad, Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación/ Ikusentzunezko Komunikazioa eta Publizitatea, Gizarte eta Komunikazio Zientzien Fakultatea, UPV/EHU

##### ·Beatriz Macedo

(Especialista regional en educación secundaria y educación científica para América Latina y el Caribe en la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe / Latinoamerika eta Karibe eskualderako bigarren hezkuntza eta hezkuntza zientifikorako aditua, UNESCOko Hezkuntzarako Eskualde-Bulegoan

##### ·Teresa Nuño

Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, Escuela Universitaria de Magisterio de Vitoria-Gasteiz/ Matematika eta Zientzia Esperimentalen Didaktika, Gasteiz Irakasleen Unibertsitate Eskola UPV/EHU

##### ·Ruben Pesci

Presidente de la Mesa Directiva del Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales / Ingurumen Zientziei buruzko Foro Latinoamerikarreko Zuzendaritza Mahaiaren Presidentea

##### ·Jorge Rojas

Departamento de Sociología, Universidad de Concepción / Soziologia Saila, Concepción-en Unibertsitate

##### ·Eugenio Ruiz Urrestarazu

Geografía, Prehistoria y Arqueología, Facultad de Filología y Geografía-Historia / Geografía, Historiaurrea eta Arkeologia, Filologia eta Geografía-Historia Fakultatea)

·**Adolfo Uriarte** Jefe del Departamento de Oceanografía y Medio Ambiente Marino, AZTI-Tecnalia, Centro Tecnológico de Investigación Marina y Alimentaria / Ozeanografía eta Itsas-Ingurugiro Saileko burua, AZTI-Tecnalia, Itsas eta Elikagaien Ikerketarako Zentro Teknologikoa

##### ·Nicanor Ursua

Filosofía, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación / Filosofía, Filosofía eta Hezkuntza Zientzien Fakultatea UPV/EHU

### Redacción

#### Erredakzioa:

Contacto/harremanetarako:

##### ·Arantza Ibahe

Técnico de la Cátedra/Katedraren Teknikoa

Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental de la Universidad del País Vasco Edificio Biblioteca, 5º Bº Sarriena s/n Campus de Leioa 48940 Leioa

Garapen Iraunkorra eta Ingurumen Hezkuntzari buruzko Euskal Herriko Unibertsitateko UNESCO Katedra Liburutegia eraikina, 5. Leioako Campusa Sarriena auzoa z/g 48940 Leioa

[catedra-unesco@ehu.es](mailto:catedra-unesco@ehu.es)

## Indice

- 03 **Actividad económica y desarrollo sustentable**  
*Campos, P.*
- 09 **Comunidad Humana, Desarrollo y Biosfera. Hacia una Sustentabilidad Integral**  
*Rojas Hernández, J.*
- 29 **Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina**  
*Macedo B., Salgado C.*
- 39 **Sostenibilidad ecológica**  
*Onaindia Olalde, M.*
- 51 **Konposatu organiko iraunkorak ingurumenean**  
*Arrasate S. Atutxa A. Anakabe E. Sanz J*
- 59 **Análisis del paisaje de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai**  
*Rodríguez-Loinaz, G., Amezaga Arregi, I., San Sebastián, M., Peña Lopez, L., Onaindia Olalde, M.*
- 71 **Medio Ambiente y competitividad: estado del arte en el ámbito internacional**  
*Vicente, A., Tamayo, U., Izaguirre, J.*
- 83 **Proyecto de Regeneración Dunar en Laida (Reserva de la Biosfera de Urdaibai): Seguimiento y evaluación geológica**  
*Cearreta, A., Monge-Ganuzas, M., Iriarte, E.*
- 95 **Los indicadores de desarrollo sostenible: Su aplicación en la Reserva de la Biosfera de Brdaibai**  
*Aguado, I., Barrutia, J.M., Echebarria, C.*
- 107 **Recuperación de nutrientes primarios de los cauces acuáticos mediante procesos de intercambio iónico con supersaturación isotérmica (ixiss).**  
*Ortueta, M., Celaya, M.A., Mijangos, F.*



# Actividad económica y desarrollo sustentable

**Pablo Campos Palacín**

Doctor en Ciencias Económicas, Investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Presidente de la Asociación Hispano Portuguesa de Economía de los Recursos Naturales y Ambientales (AERNA) y Patrono de la Fundación Global Nature (FGN). Instituto de Economía y Geografía. CSIC.  
pcampos@ieg.csic.es

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 03 a 08 · nº01/2007

## > Resumen

*Las opiniones de los ciudadanos sobre los efectos de la actividad económica en el medio natural de un territorio suelen diferir en función del tipo de actor que las manifiesta. La elevada complejidad de los vínculos entre la actividad económica y el ambiente natural facilita la discrepancia.*

*La ampliación del concepto de producción a los beneficios y daños ambientales y la mejora de la metodología de la medición de la renta nacional, incorporando los valores ambientales, es uno de los campos en los que más necesario es avanzar en las estadísticas disponibles y el consenso entre los expertos, con el afán de contribuir a la satisfacción de las demandas de la sociedad; pero mitigando al mismo tiempo la pérdida de diversidad natural y cultural en la Tierra. Gestionar la naturaleza requiere mucho más que regular, precisa, además, conocer y organizar "los números de la naturaleza" para fundamentar mejor la toma de decisiones sobre el uso sustentable de sus recursos.*

*Este texto expone tres conceptos centrales en el debate sobre el desarrollo económico sustentable en un territorio: la economía de la preservación, la economía de la conservación y la renta total sustentable.*

### **Palabras clave:**

Economía ambiental,  
Preservación,  
Conservación,  
Renta total sustentable

## > Laburpena

*Herritarren iritzia aktibitate ekonomikoak inguru naturalean duen eraginaren gainean desberdinak dira eragilearen arabera. Aktibitate ekonomiko eta inguru naturalaren arteko lotura konplexuak desadostasun hauek areagotzen ditu.*

*Beharrezkoa da estatistikak hobetzea eta adituen kontsentsua emendatzea ekoizpen kontzeptua ingurumen onura eta kalteetara zabaltzeko eta, ingurumen-baloreak kontuan hartuz, errenta nazionalaren neurketarako metodologia hobetzeko. Guzti hau gizartearen beharrianak asetzeko, baina era berean Lurraren dibertsitate natural eta kulturalaren galera txikituz. Natura kudeatzea erregulazioa baino haratago doa, beharrezkoa du ezagutza eta "naturaren zenbakiak" antolatzea baliabideen erabilera iraunkorri buruzko erabakiak hobeto hartzeko.*

*Testu honek lurralde baten garapen ekonomiko iraunkorrerako hiru funtsezko kontzeptu azaltzen ditu: babeserako ekonomia, kontserbaziorako ekonomia eta errenta iraunkor osoa.*

### **Gako-hitzak:**

Ingurumen-ekonomia,  
Babesa,  
Kontserbazioa,  
Errenta iraunkor osoa

## > Abstract

*Citizen's opinion on the influence of economic activities on environment are different depending on the actor. The complex link between economic activities and environment makes this disagreement more apparent.*

*The extension of the production concept to the environmental benefits and damages and the improvement of national income measurement by adding environmental values are one of the areas in which it is most necessary to advance in available statistics and expert agreement, in order to contribute to meet society needs but reducing natural and cultural diversity loss in the Earth. Nature management goes further than regulation; it requires knowledge and organization of "nature numbers" in order to better decide on sustainable use of resources.*

*This text explains the central concepts in the economic sustainable development in a territory: preservation economics, conservation economics and sustainable total income.*

### **Key words:**

Environmental economy,  
Preservation,  
Conservation,  
Sustainable total income

### • **Hacia una actividad económica con conservación del medio natural**

Las opiniones de los ciudadanos sobre los efectos de la actividad económica en el medio natural de un territorio suelen diferir en función del tipo de actor que las manifiesta. La elevada complejidad de los vínculos entre la actividad económica y el ambiente natural facilita la discrepancia. Ésta se manifiesta también de forma intensa en el campo científico, ámbito donde el concepto del desarrollo sustentable tiene múltiples y controvertidas acepciones (Naredo, 2006). Por otra parte, cuando la economía ambiental trata de los aspectos cuantificables que relacionan la actividad económica con el medio natural, deberíamos esperar un mayor acuerdo entre todos los científicos que se ocupan del desarrollo económico de un territorio. El deseable avance del conocimiento científico contribuiría a mitigar las discrepancias entre los expertos y reduciría las ineficiencias de las políticas públicas ambientales y, en alguna medida, podría también favorecer un comportamiento más conservacionista de los inversores y consumidores.

La ampliación del concepto de producción a los beneficios y daños ambientales y la mejora de la metodología de la medición de la renta nacional, incorporando los valores ambientales, es uno de los campos en los que más necesario es avanzar en las estadísticas disponibles y el consenso entre los expertos, con el afán de contribuir a la satisfacción de las demandas de la sociedad; pero mitigando al mismo tiempo la pérdida de diversidad natural y cultural en la Tierra.

Este texto continúa con la exposición de tres conceptos centrales en el debate sobre el desarrollo económico sustentable en un territorio: la economía de la preservación, la economía de la conservación y la renta total sustentable. Finaliza con una crítica desde la perspectiva de la economía ambiental a la medición actual del producto interior neto (PIN) comercial, como indicador insuficiente de la renta total sustentable de un territorio.

### • **Economía de la preservación**

El análisis de la actividad económica en un territorio debe identificar en primer lugar los posibles efectos irreversibles sobre el medio natural y cultural ocasionados por las actividades humanas presentes o potenciales que puedan preverse. El potencial de resistencia y la capacidad de recuperación frente a daños sufridos por el medio natural están relacionados favorablemente con la abundancia de hábitats y especies. Esto se debe, por un lado, al principio de complementariedad que dota a la variedad natural de un territorio de una función ambiental a modo de una reserva de repuestos naturales frente a daños; en otras palabras, la función ambiental garantiza un seguro de supervivencia para todos los seres vivos. Por otro lado, quizás las especies pueden desaparecer una a una sin que las echemos de menos (principio de sustituibilidad aparente); pero, eventualmente, el efecto acumulativo de la pérdida de diversidad natural producirá la destrucción funcional del ecosistema natural (principio de no-sustituibilidad), dando lugar a irreversibilidades cuyas consecuencias finales nos son hoy desconocidas (Dasgupta, 2001).

El principio de precaución debe ser el que oriente las políticas públicas, y las acciones individuales y de los grupos de interés en favor de la preservación de la diversidad natural y cultural en peligro de extinción. La economía de la preservación es aplicable a esta situación, aún con sacrificio de rentas actuales que asegura la opción de la preservación en beneficio de las generaciones futuras. En la economía de la preservación deben ser los criterios de las ciencias naturales los que tienen que establecer si existen efectos irreversibles en el caso concreto de una actividad económica o en los cambios de uso del territorio a favor de una nueva actividad. La economía de la preservación acepta

el criterio cuantitativo de las ciencias naturales del mínimo de seguridad estándar (MSE) referido al tamaño umbral mínimo que advierte del peligro de desaparición para siempre de una especie o de un hábitat. Conocido este último, la ciencia económica tendría sólo el papel de estimar el coste total de evitar la irreversibilidad. La administración pública tiene, en este caso, que tomar la decisión de si la sociedad afectada puede aceptar el coste económico de evitar la irreversibilidad.

El análisis de las irreversibilidades debe fundamentarse en informaciones sistemáticas debidamente contrastadas o consensuadas por los científicos, pero la decisión política de mitigarlas no ha de estar respaldada necesariamente por las preferencias dominantes en la sociedad. Por ello, si una actividad económica actual, o un nuevo uso futuro en el territorio, pudiera producir, con alta probabilidad, irreversibilidades sobre activos naturales o culturales, está justificado que las políticas públicas que se adoptan para mitigar la irreversibilidad no sean guiadas por el análisis de la rentabilidad económica de las acciones a desarrollar. Si la sociedad afectada puede tolerar el coste económico de evitar las irreversibilidades no debe continuarse con la práctica de la actividad económica o emprenderse un nuevo uso (Norton, 1987).

El principio de precaución atiende a la necesidad que tiene la especie humana, por su aversión al riesgo, de no reducir sus opciones de sustento de la vida futura. El valor legado nos recuerda que el capital natural recibido por una generación es propiedad de la especie humana en su conjunto (principio de equidad intergeneracional) y que deberíamos mantenerlo hasta cantidades por encima de su MSE (criterio de sustentabilidad fuerte). En otras palabras, una cosa única no debe desaparecer para siempre, a no ser que se ponga en peligro la continuidad de la propia vida de la sociedad actual afectada. La preservación también puede llegar a tener un valor de existencia para las generaciones actuales, ya que el valor de existencia de la diversidad única aparece por la disposición de las personas individuales y/o instituciones colectivas a aceptar un pago a cambio de evitar un daño irreversible a la diversidad total de un territorio.

En el coste incurrido por evitar la irreversibilidad se ha de considerar la existencia del derecho de una persona a practicar la actividad económica que se quiere restringir o evitar por una nueva regulación pública. En tal caso, la persona afectada por la restricción ambiental ha de ser compensada por la sociedad, de modo que el bien de todos –evitar la irreversibilidad– no debería alcanzarse a costa del lucro cesante de terceros a practicar los usos económicos legales previamente permitidos. Admitiéndose por todos, no obstante, que no cabe reclamar la continuidad de uso alguno del medio natural o activo cultural cuando los efectos de la actividad humana sobre el ambiente natural o cultural son irreversibles.

### • Economía de la conservación

Las personas, además de por su valor de existencia, dan valor económico a los hábitats y especies por otros usos actuales y futuros (valor legado y otros). Estos dos últimos valores agregados al valor de existencia ofrecen el valor económico total del medio natural<sup>1</sup>. La economía de la conservación -entendida como la ausencia de potenciales efectos irreversibles derivados de la actividad económica- es la que debe fundamentar los criterios de la actividad económica sustentable ligada a los valores de uso actual y de opción del medio natural y cultural. La reversibilidad ecológica de la actividad económica es la condición necesaria que caracteriza la economía de la conservación, y, consecuentemente, se admiten variaciones en el tiempo de la cantidad total de una especie o hábitat determinados, siempre que las dotaciones se encuentren por encima del umbral del MSE en el territorio total relevante. Asumiendo que el medio natural es utilizado por encima del MSE que

---

<sup>1</sup> •Incluidos los valores del patrimonio arquitectónico y cultural asociados a los usos del medio natural del territorio.

anuncia el peligro de la irreversibilidad inducida por la actividad humana, la economía de la conservación acepta como guía de la gestión las preferencias manifestadas por la sociedad. La ausencia de la irreversibilidad en la actividad económica da a la economía de la conservación un papel relevante en el análisis de la eficiencia, rentabilidad y equidad económicas exigibles al diseño de las políticas públicas. La economía de la conservación aplicada al uso del medio natural, al igual que ocurre habitualmente con otras actividades económicas, da preferencia a la rentabilidad social<sup>2</sup>, siendo esta última una de las informaciones en la que se debe fundamentar la toma de decisiones de las administraciones públicas, los inversores y los usuarios.

La economía de la conservación induce a mayores grados de gestión pública y privada del territorio. En la medida que la interiorización de intereses ambientales entre los usuarios del territorio<sup>3</sup> constituye de hecho un contrato que obliga a todas las partes, se está produciendo no sólo un mayor control por parte de la administración ambiental del territorio y sus recursos, si no que los diversos usuarios se ven incentivados a asociarse para así contrarrestar parcialmente los intereses de otros grupos que se le oponen al propio.

Normalmente en todo medio natural con presencia de valores ambientales relevantes debieran realizarse los análisis de la preservación y de la conservación, simultáneamente. Estos dos enfoques del análisis económico ambiental tendrían las finalidades de evitar actividades que generen irreversibilidades y dirigir la búsqueda de una gestión socialmente aceptada del territorio; capaz de compatibilizar diversos aprovechamientos a través del uso múltiple de sus recursos naturales, ambientales y culturales. En esta situación se requiere determinar las intensidades de uso compatibles con la conservación y resolver en forma práctica los problemas de compatibilidades entre actividades competitivas o excluyentes. Además, si el medio natural afectado por los usos económicos tiene un tamaño suficiente, sería razonable esperar que su capacidad de asimilación permita instalar infraestructuras y desarrollar actividades económicas con destrucciones no irreversibles del medio natural.

La preservación y la conservación de la variedad natural y cultural favorece la emergencia regulada o voluntaria entre los actores de la actividad económica de un nuevo contrato social, que puede expresarse en su forma más general en los siguientes términos: acuerdos colectivos equitativos aceptados por todos los actores privados y públicos, basados en adecuadas regulaciones de los derechos de propiedad de los recursos, de contaminación y compensaciones/pagos por la generación de beneficios/ daños ambientales públicos.

### • Concepto de renta total sustentable un territorio

La contabilidad nacional aplicada calcula el producto interior neto (PIN) del territorio en un marco institucional dado de derechos de propiedad y regulación de los agentes económicos. La contabilidad social acordada por las naciones para el cálculo del PIN considera únicamente las transacciones comerciales reales, y las remuneraciones de los empleados de los servicios públicos no sometidos a ventas. Esta renta comercial está condicionada por los costes y producciones ambientales asociados a la producción de bienes y servicios comercializados. Los precios relativos de las mercancías podrían variar si la interiorización de costes y producciones ambientales es modificada por las políticas públicas o acuerdos voluntarios de los agentes económicos.

La ciencia económica ofrece diversos métodos (preferencias reveladas, preferencias declaradas y otros) para estimar el valor que dan las personas e instituciones colectivas a los usos activos y

<sup>2</sup> •Incluyendo el valor de los beneficios y daños ambientales.

<sup>3</sup> •Entre los que se encuentra la administración pública como representante de la sociedad en su conjunto.

pasivos de bienes y servicios ambientales, incluyendo los activos culturales. El desarrollo reciente de la metodología de la valoración de beneficios y daños ambientales permite incorporar la renta ambiental asociada a la medición de la renta nacional comercial, al menos hoy sería posible valorar los beneficios y daños ambientales para los que es posible asignar los derechos de propiedad.

Los criterios de las economías de la preservación y de la conservación nos permiten una definición operativa de la renta total sustentable del territorio, que se corresponde con el máximo consumo que puede hacerse de sus activos naturales y culturales sin empobrecerlo; es decir, sin pérdida de variedad del capital natural y del valor del capital total durante el ejercicio contable. El marco teórico de las cuentas nacionales se organiza en dos cuentas con el fin de medir la renta total sustentable (RTS) del territorio: la cuenta de producción, que calcula el PIN, y la cuenta de balance de capital, que mide la revalorización de capital (Cr) y la destrucción de capital (Cd). Así definida, la renta total sustentable de un territorio puede expresarse por la identidad siguiente:  $RTS = PIB^4 + Cr - Cd$ .

La ampliación del concepto de producción a los valores ambientales aporta la novedad de estimar la renta ambiental conjuntamente con la renta comercial (renta convencional), y, homogeneizando la primera a 'valores de cambio' simulados, la renta total sustentable del territorio estaría compuesta por la agregación de las rentas comerciales y ambientales.

### • Crítica de las limitaciones del PIN comercial

En 1968 se aprobó por las Organización de las Naciones Unidas (ONU) el primer sistema normalizado de cuentas nacionales a escala mundial; pero la ONU consideró que los beneficios recibidos de la naturaleza y los daños causados a ésta podían ser ignorados a la hora de medir el crecimiento económico por la variación del PIN procedente de las actividades económicas comerciales. Por sorprendente que pueda parecer, si se tiene en cuenta el tiempo transcurrido y las críticas recibidas, este acuerdo fundacional no ha sido modificado por los organismos internacionales en las regulaciones vigentes de las cuentas nacionales. La Conferencia de Estocolmo (1972) sobre ambiente humano supuso el reconocimiento institucional del carácter mundial de la crisis ambiental. En la Conferencia de Río Janeiro (1992) los gobiernos reconocieron el progresivo alejamiento del PIN comercial de la renta total sustentable (RTS) generada por todas las actividades económicas de la nación, incluidas las ambientales. Con posterioridad a los acuerdos de Río Janeiro algunos de los gobiernos firmantes han incorporado a sus agendas la normalización y elaboración de las cuentas ambientales, sin que por el momento haya visto la luz la aprobación gubernamental de una estadística del PIN nacional verde (Campos y Casado, 2004).

El concepto de renta hicksiana, aceptado por la Unión Europea en 1996, aún no ha dado lugar a un nuevo desarrollo reglamentario, por tanto no se ha aplicado hasta el momento actual en nación alguna. El Sistema Europeo de Cuentas Económicas (SEC) calcula el PIN (renta comercial producida en el territorio nacional) tomando en cuenta exclusivamente el valor de la producción de bienes y servicios comerciales finales (PF) generados durante un año y restando a dicha cantidad los costes comerciales de consumo intermedio (CI) de materias primas y servicios, y las depreciaciones (D) de bienes de capital construido:  $PIN = PF - CI - D = PIB - D$ .

La Unión Europea ha ignorado la regulación de las cuentas nacionales ambientales y se ha avanzado poco en la normalización de estadísticas comerciales y ambientales relacionadas con el medio natural. Puede afirmarse que la exclusión en la contabilidad nacional convencional de los beneficios y daños ambientales responde más a motivaciones de prioridad política de los gobiernos, que a

---

4 • Se denomina producto interior bruto (PIB) al PIN antes de restar las depreciaciones de capital (D):  $PIB = PIN + D$ .

razones exclusivas de índole científica. Estos mismos gobiernos, por citar un ejemplo significativo de medición de un tipo de renta sin mercado, conocen bien que las actuales mediciones del PIN incluyen la renta de las administraciones públicas, que no suelen “vender” a los ciudadanos todos los servicios públicos que les prestan. Y en este caso, no ha sido obstáculo la ausencia de transacciones en la prestación de los servicios públicos, para que los gobiernos hayan consensuado aceptar que dichos servicios han de ser valorados por el coste incurrido cuando se estima la cuantía anual del PIN de la nación.

Se espera que en la Unión Europea las políticas públicas de compensación por el fomento de la actividad económica de interés ambiental requieran procedimientos cuantitativos que favorezcan la medición de los resultados de las actividades incentivadas con las ayudas públicas. La acción concertada mediante contratos de gestión del medio natural entre la administración pública y las empresas requiere del control en el cumplimiento de los objetivos ambientales acordados y el cálculo individualizado de los niveles de la compensación sobre la base del lucro cesante incentivado. Para definir y aplicar estas políticas públicas de incentivos ambientales se requiere la implantación de sistemas normalizados de información ambiental, siendo una prioridad la elaboración del PIN verde, tal como recomendaron la Comisión y el Parlamento europeos en 1994.

Legislar en defensa de la conservación del medio natural es una acción genuina del gobierno para garantizar derechos comunes e individuales (presentes y futuros) en el uso que hacemos del medio natural (Campos, 2006). Esta etapa, desde un punto de vista económico “pasiva”, es la que ha predominado hasta el momento en los gobiernos de los países del sur de Europa. Gestionar la naturaleza requiere mucho más que regular, precisa, además, conocer y organizar “los números de la naturaleza” para fundamentar mejor la toma de decisiones sobre el uso sustentable de sus recursos. Pero para llevar a cabo una economía sustentable desde el punto de vista ambiental, hoy, ni se dispone de la información estadística requerida, ni, quizás, nuestros gobiernos y sociedades tienen la suficiente convicción para darse cuenta de que conservar la naturaleza, con un uso razonable, es un buen camino para contribuir a sustentar el nivel de renta del que disfrutamos los ciudadanos. ●

---

### Referencias

- Campos, P. “La construcción y la pérdida de valores naturales y culturales en el litoral mediterráneo español”. Revista *Ambienta*, número 56, junio 2006, pp. 18-23.
  - Campos, P. y Casado, J.M. (Editores). *Cuentas ambientales y actividad económica*. Consejo General de Colegios de Economistas de España. Madrid, 2004, 408 pp.
  - Dasgupta, P. *Human Well-Being and the Natural Environment*. Oxford University Press. Oxford, 2001, 351 pp.
  - Naredo, J.M. *Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Más allá de los dogmas*. Siglo XXI. Madrid, 2006, 271 pp.
  - Norton, B. G. *Why preserve natural variety?* Princeton University Press. Princeton (New Jersey), 1987, 281 pp.
-

# Comunidad Humana, Desarrollo y Biosfera. Hacia una Sustentabilidad Integral

**Jorge Rojas Hernández**

Profesor Titular y Director del Departamento de Sociología y Antropología. Universidad de Concepción, Chile.  
jrojas@udec.cl

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 09 a 27 · n°01/2007

## > Resumen

*La sostenibilidad social es un tema complejo que pasa por definir los lazos e interdependencias existentes entre las personas con sus comunidades, con la sociedad y la naturaleza. Estas interrelaciones son construcciones históricas y sociales, por lo tanto contextualizadas. En la actualidad, los procesos de globalización han profundizado las desigualdades sociales, los riesgos y el individualismo. A pesar de ello subsisten formas de cooperación en la sociedad, especialmente en las sociedades rurales. La sustentabilidad social pasa por políticas públicas de redistribución del ingreso, por el respeto a los límites de los ecosistemas y su productividad y de la ampliación de los derechos ciudadanos y profundización de la democracia.*

### **Palabras clave:**

*Sustentabilidad,  
Comunidad,  
Igualdad,  
Naturaleza,  
Libertad*

## > Laburpena

*Iraunkortasun soziala gai konplexua da, pertsonen beren komunitateekin, gizartearekin eta naturarekin dituzten loturak eta interdependenziak barne hartzen dituena. Erlazio hauek historiaren eta gizartearen emaitza dira, hortaz, kontestualizatuta dute. Gaur egungo globalizazio prozesuak desberdintasun sozialak, arriskuak eta indibidualismoa areagotu ditu. Hala ere, gizartearen badira oraindik kooperazio-ereduak, bereziki nekazar gizarteetan. Iraunkortasun sozialak diru-sarrerak berbanatuko dituen politika publikoak, ekosistemen mugak eta produktibitatea eta giza-eskubideen hedatzea eta demokraziaren sakontzea behar ditu.*

### **Gako-hitzak:**

*Iraunkortasuna,  
Komunitatea,  
Berdintasuna,  
Natura,  
Askatasuna*

## > Abstract

*Social sustainability is a complex topic that requires defining existing ties and interdependences of people with their communities and with society and nature. These interrelations are historical and social constructions, and they are, therefore, contextualized. Nowadays, globalization processes have deepened social inequalities, risks and individualism. Social sustainability should include public policies for income redistribution, ecosystems limits and their productivity and consolidation of democracy.*

### **Key words:**

*Sustainability,  
Community,  
Equality,  
Nature,  
Freedom*

## • Vida humana tensionada entre la comunidad y la sociedad

La comunidad, definida clásicamente por **Tönnies** como un “entendimiento compartido por todos sus miembros”, como el entendimiento común, compartido de tipo “natural” y “tácito”; un entendimiento que “está ahí”, en el sentido de **Heidegger** y que constituye la base de la vida comunitaria y, por lo tanto, precede a todos los acuerdos y desacuerdos (Bauman, 2003), hizo posible en el pasado una relación de mayor reciprocidad humana y respeto con la naturaleza. Este concepto, arrasado por la *modernidad individualizante*, mantiene a pesar de toda su vigencia y sus tensiones. Las personas necesitan para ser y desarrollarse de una base convivencial que le de sustento y permita crecer en una ambiente humanamente lo más libre posible de contaminación espiritual. El nuevo individualismo es en cierta forma un resurgimiento del espíritu dominante en el siglo XVIII, impulsado como exaltación de la libertad individual contra la sociedad, tendencia fuerte entre los fisiócratas que alababan la libre competencia de los intereses particulares como el “orden natural de las cosas”, según lo investigó Georg **Simmel**:

“El liberalismo del siglo XVIII puso al ser singular sobre sus propios pies, y entonces éste pudo ir exactamente tan lejos como sus pies lo llevaron. La teoría estableció que la constitución natural de las cosas se cuidara de que la competencia ilimitada de los individuos se uniera en la armonía de todos los intereses y que el conjunto quedara lo mejor parado posible con la aspiración sin consideraciones a la ventaja individual: fue ésta la metafísica con la que el optimismo naturalista del siglo XVIII justificó socialmente la libre competencia” (Simmel, 2003)

Después de pasar por la industrialización y la competencia en el siglo XIX y por el Estado social en el siglo XX, ahora el **individuo re-individualizado**, se ve obligado nuevamente a recorrer descalzo por las instalaciones precarias e inseguras del mercado y la competencia ampliada.

La historia de la humanidad se encuentra atravesada por la lucha por recuperar o revivir la comunidad, la familia, la comunidad indígena y por imponer lógicas en un sentido contrario, basadas en el individualismo, la competitividad y la “guerra” de unos contra otros. Por lo general, los sistemas sociales se encuentran tensados entre el individualismo sin sociedad, que proclama el mercado y, la necesidad vital de la comunidad, que necesita el individuo como su sustento social para llegar a ser persona en la interrelación con calidez y confianza humana. En esta lucha se producen avances y retrocesos. Hay generaciones marcadas por el consumismo y el individualismo, mientras otras buscan la sencillez y el entendimiento con el otro, una vida de bienestar pero sin lujos. La lucha entre la libertad y la seguridad, constituye en dilema permanente de las sociedades modernas. Ambas necesidades son fundamentales, pero suelen contraponerse. El Estado liberal y el neoliberal renuncian a la seguridad de la mayoría de los ciudadanos, priorizando la libertad.

El Estado social (léase de “bienestar social” y, en general el “Estado-nación”), trata de conciliar seguridad con libertad. Pero los “altos costos” de la seguridad social, hace que la nueva elite conservadora argumente que la seguridad social “asfixie” la libertad, entendida como la libertad de intercambios o del mercado. En el marco de las rebeliones de los sesenta (conocidos como movimientos del sesenta y ocho) surge una fuerte tendencia a reconstruir formas de vida comunitarias (por ejemplo Wohngemeinschaften, en Alemania, comunidades ecológicas, luego los Okupas, etc.). Estas tendencias se anteponen al individualismo y al autoritarismo familiar y estatal de la cultura patriarcal, prevaleciente en occidente.

La sociedad moderna tiende a destruir los lazos comunitarios, sobre todo la economía, mediante a intervención de la lógica del mercado, en el que prevalecen las relaciones instrumentales de tipo

comercial. En la lucha entre la racionalidad orientada a valores y la orientada a fines o instrumental, con el advenimiento del capitalismo, se impuso históricamente la instrumental. Por lo mismo que la comunidad – más guiada por una racionalidad orientada a valores, como la solidaridad, confianza, bien común, etc. - resulta erosionada por la agresividad de un mercado que invade el conjunto de las relaciones sociales y culturales.

El mercado – en un sentido estrictamente neoliberal - requiere de personas competitivas, individualistas, dispuestas a romper las relaciones de confianza y reciprocidad con el otro. La comunidad, en cambio, parte de lo común, de la pertenencia al entorno social, de lo que une y da sentido a la vida humana. Muchas veces resulta difícil en la vida comunitaria dar cabida a la realización individual, así como en la sociedad se desperfila la dimensión comunitaria y solidaria. Las organizaciones intermedias (sindicatos, asociaciones, clubes, organizaciones vecinales, etc.) tratan, precisamente de representar en parte estos intereses, agrupando a las personas en torno a intereses y valores comunes, compartidos por grupos humanos. Todo ello no resulta fácil, como lo analiza profundamente **Bauman**:

“La comunidad del entendimiento común, incluso aunque se alcance, seguirá por tanto siendo frágil y vulnerable, siempre necesita de vigilancia, fortificación y defensa. La gente que sueña con una comunidad con la esperanza de encontrar la seguridad a largo plazo que tan dolorosamente echan de menos en sus afanes cotidianos, y con liberarse de la gravosa carga de elecciones siempre nuevas y siempre arriesgadas, quedará amargamente desilusionada. La tranquilidad de ánimo, si la encuentra, será del tipo “hasta nuevo aviso”. En vez de una isla de “entendimiento natural”, de un “círculo cálido” en el que pueden bajar la guardia y dejar de pelear, la comunidad *realmente existente* se sentirá como una fortaleza asediada que es continuamente bombardeada por enemigos externos (muchas veces invisibles) mientras que una y otra vez, es desgarrada por la discordia interna; quienes busquen el calor comunal, el sentimiento de hogar y la tranquilidad comunitarias tendrán que pasar la mayor parte de su tiempo en murallas y baluartes”. (Bauman, 2003)

Por otra parte, y reforzando la argumentación precedente, para el filósofo social **Adorno**, la vida humana es esencialmente convivencia: el ser humano es prójimo antes que individuo, se relaciona primero con los otros antes que consigo mismo; existe gracias al otro, es lo que es gracias a los otros; no existe primariamente definido por una indivisibilidad y particularidad, sino gracias a que él participa de otros y puede comunicarse con otros. El individuo es un momento de las relaciones, en las cuales él vive, antes que él quizás una vez decida por sí mismo.

La determinación de un ser humano como persona implica que él, al interior de las relaciones sociales, en las que él vive, siempre se encuentra desempeñando un rol social. Mediante éstas relaciones es lo que es, en relaciones con otros: hijo de una madre, alumno de un maestro, miembro de una tribu, portador de una profesión. Esta relación no es algo externo, sino algo propio, interno a él mismo; **al interior de las relaciones sociales la vida individual adquiere sentido**. Más aún la biografía individual de cada persona es una categoría social. (Adorno, 1991) La vida humana es esencialmente relación e interrelación, comunicación con el otro y con su medio. Cansado y enfermo de consumir, el ser humano busca a sus semejantes y se busca a sí mismo, dejando atrás el ensimismamiento y los intereses puramente materiales. Este proceso se da, reflexivamente, en el mismo momento en que se siente atrapado y cautivado por los encantos pasajeros del mercado. Para **Bauman** (Bauman, 2005), la vida moderna transcurre en una “sociedad sitiada”, en mundo que se agota y se experimenta con impotencia personal ante el reconocimiento de que “nuestra capacidad para actuar (tanto colectiva como individual) no está al nivel de la nueva interdependencia y vulnerabilidad planetarias de la especie humana”.

---

“Anhelamos amar, ser amados y formar parte de algún grupo humano. Es posible que la ciencia ofrezca pronto una explicación completa de esos anhelos, pero sospecho que seguiremos ansiando la trascendencia” (Lovelock, 2005).

Otro renombrado sociólogo, **Norbert Elías**, destaca especialmente las vinculaciones emocionales de los hombres como “eslabones de unión de la sociedad”:

“El ejemplo del entramado personal de relaciones de un sólo individuo quizás no destaque con la precisión suficiente la trascendencia de estos aspectos personales de las vinculaciones humanas. Pero sin este recurso al entramado personal de relaciones del individuo tal como es configurado por él mismo, tal como es percibido desde la perspectiva del “yo”, no se puede comprender toda una gama de interdependencias de mayor amplitud que se basan en conexiones emocionales de carácter personal. Tal vez en pequeñas unidades sociales que engloben a un número comparativamente escaso de personas, los entramados de relaciones de tipo personal vividas desde la perspectiva del “yo” de cada individuo pueden abarcar a la totalidad de las personas presentes. Sin duda, también en este caso la figuración de las valencias satisfechas e insatisfechas de cada persona será también distinta de las demás. Pero la figuración engloba – mientras la unidad siga siendo pequeña – a todo el grupo. Si las unidades sociales se hacen mayores y adquieren mas niveles, se generan nuevas formas de relaciones emocionales. Su referente no son ya sólo personas, sino también, cada vez mas, símbolos de las unidades mas grandes, escudos, banderas o conceptos llenos de carga emotivas” (Elias, 1999)

La multiplicación de los entramados personales torna cada vez más compleja e interdependiente la vida individual. Por lo mismo que para comprender mejor las relaciones e interacciones entre el individuo y la sociedad, no resultan útiles las teorías reduccionistas, que ven sólo aspectos parciales, como puede ser la economía, el trabajo o las conductas individuales. Se trata de relaciones complejas que deben ser analizadas en forma sistémica, considerando los entramados y tejidos, como también lo sostiene el destacado biólogo del conocer y del amor, Humberto **Maturana**, quien en un interesante dialogo con Bernhard Pörksen, aplicaba adecuadamente el enfoque sistémico a una dinámica social relacional:

“Mientras usted y yo estamos aquí conversando, no estamos presentes solo nosotros dos, sino que también nuestras familias, nuestra cultura, nuestro país de origen y nuestra lengua materna están presentes en nuestros diálogos. Cada uno de nosotros carga con toda una trama relacional, dentro de la cual nuestro modo de pensar, hablar y actuar tiene su sentido. Eso significa que a pesar de que nuestro encuentro pueda ser de naturaleza netamente personal, ambos inevitablemente formamos parte de una dinámica sistémica. Sin la conciencia de la fuerza determinante de la cultura, nos falta la capacidad de reflexión que nos permita determinar lo que hacemos (por nuestras propias decisiones) y lo que sólo pasa a través de nosotros (por nuestro origen). Recién la conciencia de estas improntas crea la oportunidad de liberación”. (Maturana y Pörksen, 2004)

En las relaciones sociales cotidianas las personas interactúan teniendo como trasfondo lo que son en sus respectivos entramados o tejidos sociales. En este sentido, puede sostenerse que aquello que hubo de experiencia comunitaria, sea en la familia o en otros grupos sociales, base de la convivencia y de la socialización, prevalece en el tiempo y acompaña la acción y el desarrollo de la personas. En otras palabras, el todo social, construido socialmente, pervive en la parte individual, así como la parte se proyecta con sus propias fuerzas en el todo. La vida humana transcurre tensamente entre la necesidad y clamor por la protección de la comunidad y los espacios de autonomía que le brinda (o que le gana) la sociedad.

### • Globalización, riesgo y pobreza global

Una de las tensiones y limitaciones al desarrollo humano, lo constituye sin duda la pobreza y exclusión social que afecta a millones de personas en el mundo. No solamente está radicada en los países y continentes menos desarrollados o pobres, sino que también crece en el centro del mundo desarrollado e industrializado. Precisamente en el lugar donde surgió el mundo moderno, donde surgió el pensamiento racional, la ciencia y la técnica, como instrumentos sustantivos de la subjetividad y emancipación de las sociedades modernas.

El estilo de crecimiento y de vida imperante en el mundo capitalista, ha desembocado en una crisis social y ambiental. Según el Informe sobre Desarrollo Humano 1998 del PNUD, la crisis se manifiesta en el hecho de que "el consumo en constante expansión somete a tensión el medio ambiente, con emisiones y derroches que contaminan la tierra y destruyen los ecosistemas, y con agotamiento y degradación en aumento de recursos renovables que van en desmedro del medio de vida" (PNUD, 1998).

"La globalización está generando nuevos procesos de exclusión y marginalización. A escala mundial, el 20% de los habitantes de los países más ricos participa de un 86% del total de los gastos en consumo privado, mientras que el 20% más pobre sólo participa de un escaso y precario 1,3%. Los 225 habitantes más ricos del mundo poseen una riqueza equivalente superior a un billón de dólares, igual al ingreso anual del 47% más pobre de la población mundial, esto es, 2.500 millones de habitantes. Con sólo el 4% de la riqueza combinada de estas 225 personas más ricas del mundo - cerca de 44 mil millones de dólares por año - se podría posibilitar el acceso universal a los servicios básicos para todos (educación, salud, alimentación, agua, etc.) . (PNUD, 1998)

El *proyecto de modernidad de la Ilustración* y, en particular, la modernización, traía en su seno un fuerte potencial de autodestrucción. Pobreza y marginalidad significa destrucción de vida, masas deshumanizadas que no logran desarrollar sus potencialidades y, que por lo tanto, se quedan a medio camino, con poca esperanza de vida y escasa o nula posibilidades de llegar a ser feliz. La modernidad le cortó sus raíces comunitarias, sin proporcionarles nuevas redes de asociación y autodesarrollo. En periodos los países logran superar determinadas formas de pobreza, pero los nuevos pobres no se dejan esperar y vuelven a reproducirse de una manera distinta, afectando a nuevas clases y capas sociales.

El actual proceso de globalización ha acelerado la tendencia al deterioro de la distribución de la riqueza a nivel mundial, traducida en el surgimiento de nuevos segmentos de población excluida de las condiciones y servicios elementales de sustentación existencial. Si bien es cierto que los recursos son escasos y se encuentran superexplotados a nivel mundial, los procesos de exclusión no tiene su explicación ni justificación en dicha escasez, sino en una dinámica de acumulación y concentración de la riqueza y bienes, favorecida por una racionalidad instrumental que hegemoniza la acción del capital y los privados, los medios de comunicación y a la clase política más influyente del mundo.

Ulrich **Beck**, caracteriza la nueva realidad mundial como la entrada en acción de la segunda modernidad, la que identifica y define como la "**sociedad del riesgo global**", de difícil gobernabilidad. Sostiene, precisamente que los problemas de control pueden provocar un escenario de "irresponsabilidad organizada" respecto de los riesgos que afectan al planeta:

"... la nueva preeminencia del riesgo vincula, por un lado, la autonomía individual y la inseguridad en el mercado laboral y en la relación de género y, por otro, la arrolladora influencia del cambio

científico y tecnológico. La sociedad del riesgo global abre el discurso público y la ciencia social a los retos de la crisis ecológica, que, como sabemos ahora, son globales, locales y personales al mismo tiempo. Y esto no es todo. En la "era global", el tema del riesgo une ámbitos de la nueva política transnacional, por lo demás sumamente dispares, con la cuestión de la democracia cosmopolita: con la nueva economía política de la incertidumbre, los mercados financieros, los conflictos transculturales por los alimentos y otros productos (crisis de las "vacas locas"), las "comunidades del riesgo" emergentes y la anarquía de las relaciones internacionales. Las biografías personales y la política mundial se están haciendo "arriesgadas" en el mundo global de incertidumbres fabricadas" (Beck, 2006).

El advenimiento de la sociedad del riesgo global, según el autor, obliga a la sociología y a las ciencias sociales ha interactuar con otras ciencias para comprender mejor los problemas y desafíos del nuevo orden mundial: "La ontología del riesgo como tal no garantiza el acceso privilegiado a ninguna forma específica de conocimiento" (Beck, 2006). El riesgo requiere de un enfoque interdisciplinar, que es cultivado por la ciencias ambientales que buscan vincular a la sociedad con la naturaleza, como lo plantean autores como **Morin (2000) y Leff (1998), Ricardo de Castro (2006)**.

El proceso de globalización, acelerado con la caída del Muro de Berlín, no sólo impactó al medio ambiente, también ha reducido lo social y el Estado nacional en muchos lugares de la geografía, como es el caso de América Latina y de otras regiones del mundo:

"Ser local en un mundo globalizado es una señal de penuria y degradación social. Las desventajas de la existencia localizada se ven acentuadas por el hecho de que los espacios públicos se hallan fuera de su alcance, con lo cual las localidades pierden su capacidad de generar y negociar valor... "Los procesos globalizadores incluyen una segregación, separación y marginalización social progresiva... Causa especial preocupación la interrupción progresiva de las comunicaciones entre las elites cada vez más globales y extraterritoriales y el resto de la población, que esta "localizada" (Bauman, 2003)

Por su parte, el mundo de los pobres se rige por su "*propia racionalidad*", funcional a la racionalidad general que impregna el desarrollo de las sociedades modernas y de la globalización. Los pobres aprenden socialmente a ser pobres, aprenden a vivir en los márgenes de la modernidad y del territorio organizado en forma más sustentable. Existe una variedad heterogénea de pobreza moderna y postmoderna. Algunos incluso creen que pertenecen a la modernidad y se conforman con sobrevivir sin mayores expectativas. Otros luchan por ser incluidos o por no caer más profundamente en la marginalidad. Existen sectores que incluso impiden que sus hijos salgan de la pobreza, por temor a ser olvidados por sus descendientes, considerados como sus redes "naturales". La reproducción de la pobreza también contribuye a la sobrevivencia relativamente "estabilizada" de segmentos pobres de la sociedad. La religión puede contribuir también a su reproducción. Y el mercado, tan de modo en nuestros días, culpabiliza a los pobres de su propia pobreza. El marketing acentúa y "desideologiza" el dualismo ganadores / perdedores. Por su parte, la política los despolitiza, para evitar que presionen, abandonándolos a su magra suerte y a las falsas promesas del neoconservadurismo o del neopopulismo.

La pobreza no puede definirse o entenderse sólo como un fenómeno económico o monetario relativamente estático de privación material o de subconsumo, sino principalmente como un proceso acumulativo de desventajas, de privación de capacidades y de ruptura o degradación progresiva del conjunto de vínculos, tejidos y relaciones sociales. La pobreza trasunta un fenómeno de trayectorias o de procesos, en que se concatenan simultáneamente y de manera acumulativa carencias o

precariedades de orden económico (desempleo o subempleo crónico, acompañado de ingresos insuficientes), sociales (discriminación territorial y etnosocial, precario acceso a la educación, salud, vivienda, vinculadas a veces a situaciones de delincuencia, de desarraigo, de rupturas familiares o afectivas), culturales (crisis de identidad), ambientales (hábitat contaminado y paisaje deteriorado) y políticas (falta de información, participación y autorrepresentación). A los pobres no les basta mejorar sólo sus ingresos para salir de la pobreza, sino que al mismo tiempo necesitan desarrollar su subjetividad como personas (Rojas, 1998).

Este fenómeno tiene repercusiones visibles y graves en los comportamientos de los estratos sociales más afectados. Muchas de las situaciones de indiferencia social, agresividad, despolitización, violencia "irracional" que se observan actualmente en diferentes sociedades, tienen su explicación, en parte, por el fuerte deterioro de la cohesión social provocado por la existencia de altos niveles de pobreza y exclusión social. La enorme distancia social, determinada por la desigual distribución del ingreso, ha terminado por producir profundas divisiones y fracturas en las sociedades. La distribución desigual del ingreso genera fronteras, resentimientos y conflictos sociales de difícil gobernabilidad.

Los pobres son siempre mencionados en los discursos políticos y foros internacionales, pero es muy poco lo que realmente se hace por ellos. Existen motivos profundos para no hacer nada o poco por ellos y mantenerlos donde están. Casi la mitad de la población latinoamericana es pobre y cerca de 3 mil millones lo son a nivel mundial. Las guerras - como la reciente en Irak - producen nuevos pobres. El reciente tsunami asiático significó la muerte de cerca de 300 mil pobres y otros cientos de miles que quedaron huérfanos, sin vivienda y sin trabajo, más pobres. Los cambios climáticos y catástrofes naturales afectan preferentemente a los más pobres (como ocurrió en Haití en 2004), a los que viven masiva y precariamente en los bordes costeros, a la población más vulnerable. Las enfermedades ambientales cobran víctimas entre los niños y ancianos pobres. La ciencia y la tecnología se han desarrollado en forma gigantesca y admirable, el producto social bruto mundial ha aumentado enormemente, mientras paradójicamente la población pobre sigue incrementándose. La pobreza no sólo constituye un problema para los pobres. Es un problema del desarrollo de la sociedad y de la estabilidad del mundo. Las injusticias sociales impiden que las sociedades se desarrollen y que logren vivir en paz y tranquilidad. No es posible estabilizar en forma durable sistemas libres y democráticos sin que se supere la pobreza. La pobreza implica un fracaso del proyecto histórico de la modernización.

A pesar de ello, segmentos pobres de la población desarrollan nuevas capacidades de intervención para poder sobrevivir en un mundo flexible, inestable, inequitativo, desprotegido, desarraigado y descohesionado. Muchas de sus acciones permanecen en el ámbito de la precariedad e inestabilidad, pero algunas logran sostenerse en el tiempo, marcando senderos de progreso y esperanza.

La distribución del ingreso en la mayoría de los países latinoamericanos - también a escala mundial - se ha tornado regresiva. Para el neoliberalismo la distribución o redistribución del ingreso es una palabra prohibida, tabú, simplemente algo innecesaria:

"... el colapso de las reivindicaciones redistributivas colectivas (y más en general, la sustitución de los criterios de justicia social por los de respeto a la diferencia reducida a la distinción cultural) y el desarrollo de una desigualdad desbocada, están relacionados íntimamente. Esta *coincidencia* no tiene nada de *circunstancial*. El desvincular las reivindicaciones de reconocimiento de su contenido redistributivo permite que el creciente monto de ansiedad individual y miedo que genera la precariedad de la "vida líquida moderna" se desvíe del ámbito político, el único territorio en el que

podría cristalizar en acción redentora y con el que se podría tratar radicalmente, bloqueando sus fuentes sociales” (Bauman, 2003).

La superación de la pobreza constituye un desafío central de un nuevo proyecto de desarrollo y emancipación. Desde hace ya algunos años diferentes autores discuten el concepto de “*renta básica*”, como una posible solución a los problemas de pobreza y falta de empleos. Este concepto supera el concepto de “renta mínima” o de políticas sociales “focalizadas” o minimalistas que se aplican en muchos países. Vale la pena, por lo tanto, considerarla:

“La renta básica tiene una rasgos formales de laicidad, incondicionalidad y universalidad exactamente idénticos a los del sufragio universal democrático. Igual que ocurre con el voto, se tendría derecho a la renta básica por el solo hecho de existir como ciudadano – o residente acreditado -, independientemente del sexo o de la etnia de pertenencia, del nivel de ingresos de que se disponga, de la propia opción sexual o de la confesión religiosa profesada”. (Van Parijs y Vanderborght, 2006)

Para superar la pobreza es imprescindible implementar una nueva estrategia de desarrollo y estilo de vida, en la que no se puede olvidar la dignidad humana ni la naturaleza.

### • Desarrollo con respeto a la naturaleza

Un nuevo concepto alternativo de desarrollo surge en 1987 con la publicación del Informe Brundtland, que apela a la racionalidad ambiental. El informe establece que el Desarrollo Sustentable “es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987). El desarrollo sustentable propone que el desarrollo pasa por armonizar las dimensiones económicas, sociales y ambientales de la realidad. De esta manera, plantea una visión holística de desarrollo, muy contraria a la que había prevalecido desde la revolución industrial. Estos conceptos han seguido evolucionando y ganando en importancia en la discusión internacional, luego de la Conferencia de Río en 1992 y su Agenda 21. Sin duda, falta aun mucho camino por recorrer, sobre todo falta aún voluntad política para aplicar los conceptos de sustentabilidad.

“El medio ambiente se sitúa entre el funcionamiento de los sistemas naturales y los sistemas sociales, se sitúa en el escenario mismo de la vida natural y social. No existe el desarrollo ni la vida humana sin el sustento de la naturaleza. En el presente siglo XXI ya no es posible ni sustentable pensar en un modelo de desarrollo desvinculado de lo ecológico y ambiental. Los procesos productivos deben ser limpios, no solo deben propender a disminuir el uso de recursos naturales y energéticos, sino que deben reutilizar residuos, disminuir los gastos de energías, fomentar el uso de energías renovables, cuidando en todo momento la biodiversidad y el proceso de reproducción normal de los ecosistemas” (Rojas, 2003)

El desarrollo debe superar el estrecho concepto del “crecimiento” o del “productivismo”, basado sólo en el factor económico o en la ganancia. La calidad de vida no está asociada a la acumulación ilimitada de riquezas o de bienes. Se requiere, por cierto de bienes materiales, indispensable para vivir – los que por lo demás le faltan a casi la mitad de la población mundial -, pero junto a ellos igualmente imprescindibles son los valores inmateriales, relacionados con la libertad, la democracia, el paisaje, la belleza, la cultura, la solidaridad, la convivencia humana, la amistad, la participación.

En este contexto, para la destacada física, ecologista y comprometida con la justicia global, Vandana **Shiva**, “la economía de la naturaleza” es la economía primera y primaria sobre la descansan todas las demás actividades económicas humanas:

“La economía de la naturaleza consiste precisamente en la producción que la propia naturaleza realiza de bienes y servicios: el agua reciclada y distribuida a través del ciclo hidrológico, la fertilidad del terreno producida por los microorganismos, las plantas fertilizadas por los agentes polinizadores, etc. La producción y la creatividad humana resultan insignificantes comparadas con las de la naturaleza.

“Los recursos naturales se producen y reproducen por medio de una compleja red de procesos ecológicos. La naturaleza es el productor dominante a escala mundial, pero sus productos no son (ni pueden ser) reconocidos como tales en el economía de mercado, donde solo la producción y la productividad reflejadas en el contexto de la economía mercantil han sido consideradas producción propiamente dicha” (Shiva, 2006)

Un modelo de desarrollo sustentable debe basarse en valores éticos ambientales y humanos: respeto a la naturaleza y sus propias leyes de conservación y reproducción; respeto a los derechos humanos, respeto a la libertad; garantía al acceso igualitario a la educación, salud, infraestructura y recreación; derecho a participar democráticamente y a decidir en los asuntos públicos fundamentales que le conciernen como sujeto y ciudadano.

Las **reservas de biosfera** constituyen, en este sentido, otro paso importante en la perspectiva de definir conceptos que hagan compatible la necesidad imperiosa de preservar los recursos naturales con los imperativos del desarrollo, la superación de la pobreza y asegurar el bienestar general de la población. Este concepto se adapta perfectamente a la idea de la planificación estratégica. Ayuda a comprender el significado estratégico de los ecosistemas, combinando su preservación y cuidado con su uso sustentable al servicio de las comunidades humanas y, en general, de la sociedad. Al respecto, el territorio es un concepto que no ha sido suficientemente desarrollado ni comprendido. En él se han instalado históricamente actividades económicas y asentamientos humanos, aprovechando precisamente sus ventajas en recursos naturales, útiles para la economía y la vida humana, pero sin considerar su *capacidad de carga, de asimilación de externalidades ni de reproducción*. El modelo industrialista del pasado – su racionalidad excesivamente positivista - no se preocupó de evaluar esta dimensión estratégica del territorio.

La capacidad de carga – concepto utilizado en la teoría ambiental - es algo que también opera en los seres humanos. En efecto, el ser humano tiene una determinada capacidad de asimilación de “golpes”, de “contaminación social”, traducida en conflictos, miserias, aislamientos, fracasos, explotación, opresiones, manipulaciones, alienación, catástrofes, incomunicación, engaño, y de falta de comunidad. Sobre pasados ciertos límites – los que varían según individuos y sociedades -, la vida humana corre el peligro de empezar a degradarse gradualmente hasta llegar al punto de la desintegración y autodestrucción. A igual que la destrucción de los ecosistemas o pérdida de biodiversidad, la destrucción humana tiene un “alto costo” social, que se manifiesta en crisis y desastres sociales, muchas veces irreversibles, no superables.

Entonces, lo que hay que recuperar para que el ser humano entre a la reserva de biosfera es el concepto de comunidad que resulta equivalente o adecuado, quizás, a las comunidades naturales, a las comunidades de los ecosistemas. La comunidad es lo que ayuda al ser humano a resolver sus conflictos; la sustentabilidad social tiene que ver con la comunidad y con la satisfacción de las

necesidades humanas básicas. Si existe comunidad (lazos comunitarios), un país entrelazado, una sociedad fuerte compuesta de personas competentes, existe la posibilidad de que haya individuos más autónomos y al mismo tiempo más solidarios y respetuosos del otro y del medio ambiente. Para que se produzca un mayor equilibrio entre el individuo y la sociedad, la comunidad - como interrelación humana – puede llegar a ser una experiencia enriquecedora de convivencia y de respeto al otro y a sí mismo. Aquí cabe por ejemplo preguntarse: **¿Cuánto vale una comunidad?** ¿Qué valor tiene la socialización de un niño en la confianza y el amor? ¿Cuánto vale la confianza indispensable para el desarrollo de la personalidad, incluso para la economía? ¿Cuánto pierde una sociedad que destruye estos valores o cuando desaparecen de la vida social?

Las reservas de biosfera, conjunto de comunidades naturales, son “zonas de ecosistemas terrestres o costeros/marinos, o una combinación de los mismos, reconocidas en el plano internacional como tales en el marco del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO”. (MAB, 1996)

“...cada reserva de biosfera debería contener tres elementos: una o más zonas núcleo que beneficien de protección a largo plazo y permitan conservar la diversidad biológica, vigilar los ecosistemas menos alterados y realizar investigaciones y otras actividades poco perturbadoras (por ejemplo las educativas); una zona tampón bien definida que generalmente circunda las zonas núcleo o colinda con ellas, que se utiliza para actividades cooperativas compatibles con prácticas ecológicas racionales, como la educación relativa al medio ambiente, la recreación, el turismo ecológico y la investigación aplicada y básica; y una zona de transición flexible (o área de cooperación) que puede comprender variadas actividades agrícolas, de asentamientos humanos y otros usos, donde las comunidades locales, los organismos de gestión, los científicos, las organizaciones no gubernamentales, los grupos culturales, el sector económico y otros interesados trabajen conjuntamente en la administración y el desarrollo sostenible de los recursos de la zona...”. (MAB, 1996)

El concepto de reserva de biosfera de la UNESCO permite hacer compatible la protección de los ecosistemas con el uso sostenible de los recursos naturales. Su filosofía proporciona elementos básicos para una redefinición y re-significación del desarrollo. **Tilman Jaeger**, al analizar las perspectivas actuales del Programa MAB y de las reservas de biosfera, entrega algunos comentarios críticos respecto de déficit que éstas presentan:

“En la mayoría de los países no se asignan ni recursos humanos ni recursos financieros al Programa MAB. En dichos casos la cooperación queda limitada a lo sumo a la designación de un Punto Focal. En algunos países, con frecuencia da la impresión de que estos contactos no comprenden plenamente el Programa ni su posible papel en el mismo. A la vez, gran parte del personal que participa en la gestión de las reservas de biosfera de diversos países no tiene conocimiento de la existencia de un Comité Nacional, lo que es por demás ilustrativo de la falta de comunicación interna. En la mayoría de los países no se asigna un presupuesto operativo al Programa MAB, lo que hace que la implementación de sus actividades sea difícil, o incluso imposible. Si bien, obviamente, mucho depende del compromiso personal de los participantes, en cada país se puede observar un nexo muy claro entre la asignación de recursos humanos y financieros y las actividades existentes – o la ausencia de actividades”. (Jaeger, 2005)

La realidad de los Programas MAB y las reservas de biosfera es aún precaria como para que se transformen en instituciones y conceptos aptos para impulsar nuevas formas participativas de desarrollo sustentable en áreas naturales protegidas. Las dificultades para implementar el concepto de reserva de biosfera tienen obviamente su larga historia. El hombre moderno se separó de la

naturaleza para explotarla y de esta manera, generar “progreso” para todos. Con la ciencia, la tecnología y la revolución industrial llegó el añorado progreso, pero junto a él se deterioraron los ecosistemas y se multiplicó la pobreza; en otras palabras, el progreso no llegó para todos y algunos recursos empezaron a agotarse, otros colapsaron y muchos se depredaron. Precisamente este panorama crítico hace surgir en 1974 el concepto de reserva de biosfera, como probablemente el último intento por cuestionar y reorientar la actividad económica y la vida irracional del sistema capitalista mundial. En este marco, puede sostenerse que *las reservas de biosfera son equivalentes a las reservas comunitarias* que aún existen en el planeta, ya sea en expresiones de vida comunitaria o en potenciales utópicos que persisten en las huellas históricas de los pueblos y las personas.

El principio que más se aproxima a la necesidad ontológica de realización del ser humano es *la igualdad*. En la comunidad, la interdependencia, hace a los seres humanos iguales, pero la sociedad y el mercado los diferencian económicamente y atomizan socialmente, negando las posibilidades de un trato igualitario y por ende, negando la posibilidad de desarrollarse personalmente. Los recursos materiales – el uso de la naturaleza, el capital natural – y los espirituales – cultura, conocimientos, afectividad, etc. – son repartidos desigualmente, generando profundas inseguridades existenciales a grandes sectores de la sociedad. La comunidad sigue siendo fundamento de la vida humana. Por lo tanto, es verdadera reserva de la vida humana. La protección de los ecosistemas que componen la reserva de la biosfera debe ir acompañada de la protección de la vida humana, de los aspectos básicos de la comunidad que dan sustento a la vida. La vida humana, en tanto que ecosistema social, es parte constitutiva de la biosfera, como lo sostiene Edgar **Morin**:

“La humanidad se encuentra en la biosfera, de la que forma parte. La biosfera está alrededor del planeta Tierra, del que forma parte. En el transcurso de los últimos años, James Lovelock ha propuesto la hipótesis Gaia: la Tierra y la biosfera constituyen un conjunto regulador que lucha y resiste por sí mismo contra los excesos que amenazan con degradarlo...”

“De ahora en adelante, será sobre esta Tierra perdida en el cosmos astrofísico, en esta Tierra que las ciencias de la Tierra conciben como un “sistema vivo”, en esta biosfera Gaia, donde pueda concretarse la idea humanista de la era de las Luces, la idea que reconoce una misma dignidad a todos los hombres...” (Morin, 2002)

### • Hacia una sustentabilidad social integral

El concepto de sustentabilidad o sostenibilidad está cargado de ambigüedades y falta de especificaciones. En el último tiempo su uso se ha transformado en una verdadera moda. Por lo mismo que requiere de mayores clarificaciones y precisiones, como a continuación lo hace **Shiva**:

“Nosotros y nosotras compartimos este planeta – nuestro hogar – con millones de otras especies. La justicia y la sostenibilidad nos exigen no utilizar más recursos de los que necesitamos. La contención en el uso de los recursos y vivir dentro de los límites marcados por la naturaleza son precondiciones de justicia social. En los *commons* es donde convergen la justicia y la sostenibilidad, donde se unen ecología y equidad. La supervivencia de propiedades comunitarias o bienes comunes como los pastos, los bosques o un ecosistema estable es solamente posible mediante formas de organización social que incorporen entre sus principios, frenos y controles al mal uso de los recursos” (Shiva, 2006)

La sustentabilidad se rige por principios tales como: a) Los recursos naturales renovables no pueden usarse a una velocidad superior a su propia tasa de renovación, b) Los recursos naturales no renovables tienen que ser utilizados a un ritmo equivalente a la tasa de sustitución por otros recursos renovables, c) La emisión de residuos y contaminación no puede exceder la capacidad de asimilación y autodepuración de los ecosistemas (Jiménez, 2000). También se diferencia entre “sustentabilidad fuerte” y “sustentabilidad débil”, según si se aplique el principio de **sustituibilidad** o **insustituibilidad** del capital natural en los procesos de producción de bienes de consumo (Wackernagel y Rees, 2001). Para hacer tomar conciencia y medir el impacto del consumo sobre la capacidad de reproducción de la naturaleza, **Wackernagel y Rees**, introdujeron el concepto de **Huella Ecológica**, como una herramienta para planificar la sustentabilidad.

“la Huella Ecológica de una población o economía determinada puede definirse como el área de tierra (y agua) ecológicamente productiva, de varias clases – tierra agrícola, pastizales, bosques, etc. -, que se necesita en forma continua para: a) proporcionar todos los recursos energéticos/materiales consumidos, y b) absorber todos los desechos generados por esta población con la tecnología predominante, en cualquier parte del planeta. Se incluye el consumo de los hogares, empresas y el gobierno en los cálculos” (Wackernagel y Rees, 2001)

“Hoy, hay 1,5 hectáreas por persona (aproximadamente la cuadra de una ciudad), las cuales deben alojar también a los otros 30 millones de especies con quienes compartimos el planeta. En contraste, países de alto consumo requieren de dos a cinco hectáreas por persona. Si la población mundial continúa creciendo como está previsto, para el año 2030 habrán 10 mil millones de personas y cada una dispondrá en promedio de sólo 0,7 hectáreas de tierra productiva. Esto suponiendo que se detenga la galopante degradación del suelo” (Wackernagel).

La huella ecológica muestra también la inequidad existente en el acceso al capital natural. Un ejemplo es el caso de Holanda que consume 15 veces más tierra de la que posee. Ello es posible porque existen países pobres que consumen menos y disponen de tierras, exportan capital natural a los países desarrollados. Si todos viviéramos, agrega Wackernagel, según los estándares de vida de los países de alto consumo, como Canadá y Estados Unidos, se necesitarían por lo menos tres planetas Tierra para proveer los materiales y energías requeridos, y absorber los desechos resultantes. Pero sólo existe un planeta y debemos cuidarlo.

Por su parte, los autores españoles **Pérez Adán y Ros Codoñer**, introducen el concepto de **“ecología integral”**, en contraposición con el de “ecología mercantil”. El concepto, alternativo al capitalismo, incluye el fomento de un nuevo estilo de vida de carácter ecológico (contaminación cero), énfasis en los mecanismos de obtención y elaboración de productos, ruptura con el sistema vigente de producción y consumo; todo lo cual se enmarca en un enfoque integral: la Tierra es de todos (Pérez y Ros, 2005).

En este capítulo no podríamos dejar de mencionar a James **Loveck**, autor de la famosa **teoría Gaia**, que sostiene, con razón, que la tierra es un todo viviente, que se modifica y autorregula y que ha inspirado fuertemente a los movimientos ecologistas:

“Gaia tiene implicaciones éticas derivadas de sus dos sólidas reglas. La primera afirma que la estabilidad y capacidad de recuperación de los ecosistemas y la Tierra requieren la presencia de un medio ambiente que impone vínculos o limitaciones firmes. La segunda sostiene que quienes viven bien con su entorno propician la selección de su progenie”

“nuestro planeta posee una exquisita belleza: está hecho del aliento, la sangre y los huesos de nuestros antepasados. Necesitamos recordar nuestro antiguo sentimiento de la Tierra como un organismo y reverenciarla de nuevo. Gaia ha sido guardiana de la vida a lo largo de toda nuestra existencia y, si rechazamos sus cuidados, lo haremos por nuestra cuenta y riesgo. Depositar nuestra confianza en Gaia podría ser un compromiso fuerte y gozoso... El hecho de que Gaia sea mortal, como nosotros, hace de esa confianza algo aún más precioso” (Lovelock, 2005)

Roberto **Guimaraes**, experto brasileño de la CEPAL, distingue sustentabilidad ecológica, ambiental, social y política, las que al autor define como se indica a continuación (Guimaraes, 1987):

**Sustentabilidad ecológica.** Se refiere a la base física del proceso de crecimiento y objetiva la mantención del stock de recursos naturales incorporado a las actividades productivas. Al respecto, se pueden identificar a lo menos dos criterios para su operacionalización a través de las políticas económicas públicas: a) Para el caso de los recursos naturales renovables, la tasa de utilización debiera ser equivalente a la tasa de recomposición del recurso empleado en la producción, b) Para los recursos naturales no renovables, la tasa de utilización debe ser equivalente a la tasa de sustitución del recurso empleado en el proceso productivo

**Sustentabilidad ambiental.** Se refiere a la capacidad de la naturaleza para absorber y recomponerse de las acciones y agresiones antrópicas. Aquí también existen dos criterios de operacionalización: a) Las tasas de emisión de desechos provenientes de la actividad económica deben equivaler a las tasas de regeneración, las que a su vez son determinadas por la capacidad de recuperación del ecosistema, b) Un segundo criterio consiste en impulsar la reconversión industrial orientada a reducir la entropía, esto es, privilegiando la conservación de energía y las fuentes renovables

**Sustentabilidad social.** Se orienta al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Se basa, en lo esencial, en la implementación de criterios de justicia distributiva (distribución de bienes y servicios) y de la universalización de la cobertura de educación, salud, vivienda y seguridad social. Apunta especialmente a disminuir las enormes tasas de pobreza existentes en el mundo y ha crear un piso básico de sustentación social de las personas

**Sustentabilidad política.** Se refiere a la necesidad de crear espacios democráticos que permitan el desarrollo de la ciudadanía y la participación de las personas en los asuntos propios de la sociedad. Aquí prevalece el criterio de fortalecer las organizaciones sociales y comunitarias y de democratizar la acción del Estado.

Ahora bien, la implementación de una política de desarrollo sustentable exige aplicar los conceptos de sustentabilidad ecológica y ambiental al ámbito del territorio local y de las micro sociedades. Los factores de sustentabilidad social abarcan los aspectos físicos, biológicos, laborales, habitacionales, recreativos, culturales, económicos, sociales, políticos, espirituales y afectivos que configuran la vida individual y social, indispensable para el desarrollo integral de la persona. El ser humano requiere de determinadas condiciones socioculturales y ecológicas para reproducirse y desarrollarse de acuerdo a sus potencialidades y necesidades. El ser humano es un ser completo y complejo. Por lo mismo que no se le puede tratar reducidamente, como un mero factor económico, un ente biológico o mero consumidor. Por lo general los sistemas sociales y políticos no consideran las diferentes dimensiones de la vida humana. Las carencias individuales niegan sustentabilidad a la persona.

En este sentido, la **carencia habitacional** que afecta a millones en el mundo, la condición social de "sin casa" o de "allegado", implica el total desarraigo territorial, significa la falta de un lugar físico y geográfico donde instalarse humanamente, para construir identidad personal y ser reconocido por la comunidad como un sujeto concreto, existente y provisto de una dirección territorial y vecinal. Por otra parte, las soluciones habitacionales mínimas que se conceden a los pobres en la mayoría de los países latinoamericanos, reducidas a viviendas de 30 o 35 metros cuadrados, de poca consistencia y baja calidad en sus materiales, no son sustentables. Más aún, las viviendas llamadas provisorias - de escasos 18 metros cuadrados - son aún más mínimas, con el agravante de que luego se convierten en "estables". Este espacio habitacional mínimo, disminuye también a un mínimo las posibilidades de movimiento y de vida al interior de la vivienda, limita gravemente las posibilidades de convivencia familiar; impide el crecimiento individual de cada persona y el desarrollo de la subjetividad. En el fondo, la reducción del espacio habitacional impide que se desarrolle de la comunidad familiar, sustento de sus miembros individuales. Por su parte, la uniformidad de la construcción, el estilo repetitivo, gris y feo, tiende a igualar a los pobres y a empobrecerlos estéticamente, al encerrarlos en pequeñas "jaulas" de material, muchas veces construidos con materiales que contienen sustancias tóxicas, como es el caso del asbesto. Le faltan áreas verdes, árboles y jardines y lugares de encuentro vecinal.

La falta de **acceso a la educación** y cultura que afecta también a millones de personas, constituye otro factor que bloquea el desarrollo del potencial humano y ciudadano moderno que toda persona representa de por sí. El iluminismo puso el saber y la ciencia en el centro de la nueva racionalidad de la modernidad. El saber se convirtió en un factor clave para incursionar en el mundo moderno, para participar del anunciado y deseado progreso, para transformarse en su propio "señor". En la época moderna la educación y la cultura proporcionan al individuo herramientas fundamentales para la autoemancipación, el desarrollo de la personalidad y el ascenso social. Pobres sin conocimiento, sin información, carecen de la sustentación cultural necesaria para sobrevivir en un mundo cada vez más complejo y difícil de descifrar, comprender e interpretar. La educación y la cultura de calidad pueden ayudar a los pobres a enfrentar por sí solos los difíciles problemas de supervivencia que los afecta. Adecuados niveles de educación constituyen un indicador esencial de la sustentabilidad social de la población pobre. El acceso a una educación de calidad y diferentes niveles, no sólo es importante para ingresar al volátil mundo laboral, sino que también para transformarse en ciudadano con espacios y opiniones propias.

La **salud** constituye también un factor fundamental de la sustentabilidad social. La buena salud otorga sustentabilidad al cuerpo y al espíritu, en definitiva, a la vida. Un cuerpo sano es equilibrado, inserto armónicamente en su medio natural y social. La enfermedad, por el contrario, representa el desequilibrio, la desintegración del cuerpo del hábitat natural y social. Salud es un derecho adquirido y reconocido ampliamente en las sociedades modernas. Sin embargo, importantes segmentos de la población latinoamericana y del mundo se encuentran excluidos del acceso a servicios de salud. Constituye, por lo tanto, uno de los problemas sociales más graves que afectan a los sectores medios y pobres. En muchos países se observa un proceso de deterioro de la infraestructura, equipamientos y de la atención pública. Han surgido sistemas privados de salud, pero sólo para un sector minoritario de la población. El mejoramiento de la salud pública, a igual que la educación, constituye una exigencia fundamental de modernización y mejoramiento de la calidad de vida.

Los **derechos humanos** se han establecido como un pilar fundamental de la civilización contemporánea. Especialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, los países desarrollados - gracias a los movimientos sociales - empezaron a colocar en el centro de los procesos socializadores, en la educación, el arte y la cultura, pero también en la política, el respeto a los

derechos humanos. América Latina – también en África y Asia - han sufrido – algunos siguen siendo hoy víctimas - graves problema de violación a los derechos humanos. Aún siguen pendientes graves problemas de desaparecimientos de presos políticos, así como torturas. Mientras estos problemas no se resuelvan ni se establezcan Estados de derecho en plenitud, no será posible una verdadera reconciliación nacional, que garantice paz social.

La **afectividad** es otro factor significativo en la construcción de la relación humana, en el habla, en el coloquio, en la consideración y respeto mutuo. La carencia de afectividad, de amor, disminuye la autoestima y destruye la identidad individual. El desarrollo de la afectividad requiere de la existencia de condiciones de convivencia humana, propicias para el surgimiento del equilibrio y la armonía. La afectividad se cultiva desde la infancia y constituye para la vida cotidiana una energía indispensable para el desarrollo y la felicidad humana. Los pobres tienen la misma capacidad afectiva que otros sectores sociales. Sin embargo, la dureza de las condiciones de vida, el hacinamiento, la falta de privacidad, la carencia de espacio, los golpes, la desinformación, la represión, tabúes e inseguridades a que se encuentran permanentemente sometidos, dificultan enormemente el ejercicio libre y pleno de la afectividad. El exceso de consumismo es un sucedáneo efímero de la afectividad y el reconocimiento, mientras que el individualismo a ultranza impide el respeto al otro y el entendimiento colectivo.

El **trabajo** estable y de calidad es un factor central de la sustentabilidad social. El trabajo precario e inestable destruye la identidad con lo que se hace, transformándolo en una mera actividad aseguradora del sustento diario, en algo desechable, reemplazable y prescindible. Por el contrario, un trabajo de calidad genera seguridad, estabilidad y paz social. El trabajo que agrega valor, el “autoprogramado” existente en países desarrollados (**Castells**, 1998), hace crecer la subjetividad del individuo y aumenta el progreso social. El trabajo se ha transformado cualitativamente. América Latina presenta actualmente altos niveles de desocupación, pérdida de centralidad y significado del trabajo. Las jornadas se han extendido y su pobreza obliga a realizar más de un trabajo. La mayoría de la población no puede autosustentarse en el trabajo flexible y precarizado. Como muy bien lo dice André **Gorz** “Salimos de la sociedad de trabajo sin reemplazarla por ninguna otra. Nos sabemos, nos sentimos, nos aprehendemos a cada uno de nosotros como desempleado en potencia, subempleado en potencia, precario, temporario, de tiempo parcial en potencia” (Gorz, 2000). El trabajo se ha transformado en un bien “escaso”, lo que obliga a su replanteamiento. Se requiere de un nuevo concepto de trabajo, re-significando por ejemplo actividades comunitarias y ambientales de valor y sentido social.

Los seres humanos necesitan también **paisaje y áreas verdes**. Nuestra pertenencia a la naturaleza, se manifiesta en el hecho de querer volver a ella, de sentir atracción por alguna forma de paisaje natural. Los pobres por lo general carecen de paisaje y áreas verdes. No sólo viven hacinados, sino que además viven en paisajes agrestes, degradados, contaminados, desérticos y sucios. Los paisajes pobres enferman a las personas, los deprimen y contagian con su vulnerabilidad. Por lo tanto, todo ser humano necesita también territorio donde arraigarse, donde echar sus raíces, construir historia, reproducirse y construir esperanzas. Existe, en la mayoría de los países latinoamericanos, suficiente territorio como para permitir que cada persona, familia y comunidad pueda acceder a un sustento territorial adecuado.

La **participación ciudadana** constituye otro factor substancial a la sustentabilidad de la vida individual y social moderna. Quien no participa queda al margen de la vida y de los acontecimientos, de la historia. La participación no puede limitarse - como suele entenderse en nuestros países - al mero acto de ser informado sobre las decisiones que harán cambiar en algún aspecto importante nuestra vida diaria (trátase de un mega-proyecto, de un cambio constitucional, de una reforma

educacional, de la instalación de un vertedero en las cercanías habitacionales, etc.). La participación, en un sentido moderno o post-moderno, implica involucramiento ciudadano, capacidad de las personas (en forma individual y colectiva) de decidir e influir en los asuntos económicos, sociales, políticos y culturales que afectan y condicionen la vida en sociedad. Ello significa ampliar y profundizar la democracia, respetar a la persona y la diversidad cultural, fortalecer las regiones y las organizaciones sociales.

Estamos aún muy lejos de instaurar un sistema democrático pleno que permita y asegure la participación ciudadana. Las elecciones constituyen una modalidad mínima de democracia. En los países desarrollados en el último tiempo se discute sobre la “**democratización de la democracia**” (Beck, 2002), (36) indicando con ello la existencia de cambios estructurales y de paradigma, en relación con los componentes y características de la primera modernidad. Esto involucra también al comportamiento y papel de las personas y ejercicio activo de la ciudadanía, lo que está aún lejos de producirse en América Latina.

La **sustentabilidad social** es una realidad compleja que abarca importantes y vitales aspectos del desarrollo de la vida humana. El ser humano no es capaz de autosustentarse, sólo puede sustentarse socialmente, en la vida solidaria e interrelacionada, en redes de comunicaciones y complementaciones interindividuales y sociales, respaldadas equitativamente por las mediaciones institucionales, en especial por un Estado activo, regulador y redistribuidor del conjunto de los beneficios sociales.

“El principio de cooperación continúa imperando en amplios sectores de las sociedades rurales del Tercer Mundo. Los pobres no podrán sobrevivir si no fueran partícipes de economía de cooperación y mutualidad. Del mismo modo, la producción para el consumo propio, mas que para el intercambio, ha sido el modo productivo predominante en las economías de subsistencia” (Shiva, 2006).

### • A manera de epílogo: comunidad humana con respeto e igualdad

Mientras terminaba de escribir este artículo para ser enviado a una revista de la Universidad del País Vasco, España, la televisión chilena daba a conocer la muerte del ex-dictador Augusto Pinochet, ocurrida el domingo 10 de diciembre de 2006, día internacional de los derechos humanos. La noticia me sorprendió y alteró fuertemente el ánimo. No pude seguir escribiendo. En el mismo momento en que sus partidarios fanáticos lloran y sus víctimas y detractores se alegran, mi cuerpo recibe un golpe de recuerdos de los sucesos acaecidos durante el régimen dictatorial y que conmocionaron al mundo democrático. Especialmente el empleo sistemático de la brutalidad para extirpar la conciencia adquirida por el pueblo chileno en sus luchas por la igualdad social, la justicia y el respeto de los derechos humanos y ciudadanos. De la dictadura heredamos un país extremadamente desigual y con precarios derechos. A pesar de la democracia y de los éxitos económicos, hoy aún persiste esta abismante y vergonzante desigualdad social. La ideología neoliberal implantada trasunta una verdadera *aversión contra lo social*, la justicia, la distribución, los derechos, el progreso, el socialismo (de cualquier tipo), etc. El mercado se encargaría de todas las “lacras” sociales y políticas, incluidos los pobres. La globalización ha profundizado en el mundo los intercambios desiguales, la desregulación, flexibilización del trabajo y del individuo y la expropiación o privatización de los recursos naturales y derechos ciudadanos.

Richard **Sennett**, destacado sociólogo, quien ha escrito importantes trabajos sobre las transformaciones sociales y culturales del capitalismo mundial – entre ellas los cambios en el

trabajo, el tema del respeto, impactos globalización en la sociedad, etc. -, llama la atención sobre el incremento de las desigualdades en el mundo globalizado, las que tornan cada vez más insostenible el desarrollo. Esta realidad esta también influida por corrientes culturales. Así por ejemplo en el siglo XIX, los revolucionarios, radicales y asistentes sociales habrían practicado una "aversión" contra los indigentes, homologando la vida improductiva con el carácter enfermizo. (38)La ideología del mercado – sus partidarios - no reconoce el respeto a los derechos de los más débiles (que son la mayoría en muchos países) ni acepta la igualdad. Practican una **aversión** contra la justicia social y no respeto lo humano. Por lo mismo que, estos mismos sectores reclaman permanentemente la reducción del tamaño del Estado social, para lograr una mayor libertad del capital y seguir empequeñeciendo a los seres humanos.

"Si alguna conclusión puedo extraer de mi experiencia personal es que, por sí mismo, el respeto hacia uno mismo que se busca en la habilidad artesanal es incapaz de producir respeto mutuo. En la sociedad, el ataque a los males de la desigualdad no puede por sí mismo producir respeto mutuo. En la sociedad, y particularmente en el Estado de bienestar, lo esencial del problema que abordamos es cómo los fuertes pueden practicar el respeto por los destinados a permanecer débiles. La practica de artes como la música pone de manifiesto los elementos de colaboración en la practica expresiva del respeto mutuo; los obstinados hechos de la división siguen siendo el problema de la sociedad" (Sennett, 2003).

Sennett, considera la habilidad artesanal como una de las herramientas posibles – junto con el trabajo compartido, el "ingreso básico", la planificación a largo plazo, como nuevo marco narrativo - para oponerse a las pasiones por el consumo y las superficialidades despolitizadoras que fomenta la cultura del nuevo capitalismo a nivel mundial.

La artesanía "implica el deseo de hacer bien algo por el simple hecho de hacerlo bien. Todos los seres humanos desean tener satisfacción de hacer algo bien y todos desean creer en lo que hacen. Sin embargo, en el trabajo, en la educación y en la política el nuevo orden no satisface ni puede satisfacer ese deseo. El nuevo mundo del trabajo es demasiado móvil para que el deseo de hacer algo bien por el simple hecho de hacerlo bien eche raíces en la experiencia de una persona a lo largo de años y décadas. El sistema educacional que arrastra la gente al trabajo móvil favorece la facilidad a expensas de la profundización. El reformador político, a imitación de la cultura de avanzada en las instituciones privadas, se comporta más como consumidor siempre a la busca de lo nuevo que como artesano orgulloso de lo que ha hecho y dueño de ello" (Sennett, 2006)

La modernidad individualizante – fábrica de de seres agresivos, sin comunidad y alienados - debe dar paso a una sociedad más humana, solidaria, respetuosa y comunicativa, en la que las personas se sientan acogidas por alguna forma de vida comunitaria que les de confianza y seguridad, al mismo tiempo que disfruten de la libertad y autonomía para desarrollar su propia subjetividad como personas. ●

## Referencias

- Adorno T. 1991. Soziologische Exkurse. Institut für Sozialforschung. Hamburg.
- Bauman Z. 2003. Comunidad. En busca de seguridad en un mundo hostil. Siglo XXI. Madrid.
- Bauman Z. 2005a. La sociedad sitiada. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.
- Bauman Z. 2005b. La globalización. Consecuencias humanas. Fondo de Cultura Económica. México.
- Beck, U. 2002. Libertad o capitalismo. 24. Paidós. Barcelona.
- Beck U. 2006. La sociedad del riesgo global. Siglo XXI. Madrid.
- Castells, M. 1998. La era de la información. Vol. 3. Alianza, Madrid.
- De Castro R. 2006. La construcción social de la sostenibilidad. Perspectivas de la investigación socioambiental. En: Junta de Andalucía: Persona, Sociedad y Medio Ambiente. Córdoba.
- Elías N. 1999. Sociología fundamental. GEDISA. Barcelona,
- Gorz A. 2000. Miserias del presente, riqueza de lo posible. Paidós. Buenos Aires.
- Guimaraes, R. 1987. Contexto y prioridades de la cooperación internacional para el desarrollo sustentable en América Latina. Revista de Ciencias Sociales Iberoamericanas Síntesis N° 20, Pág. 32-35, Madrid.
- Jaeger T. 2005. Nuevas Perspectivas para el Programa MAB y las Reservas de Biosfera. Documento de Trabajo N° 35. Pág. 20. UNESCO. Paris,
- Jiménez L. 2000. Desarrollo sostenible. 125. Pirámide, Madrid.
- Leff E. 1998. Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. Siglo XXI, México.
- Lovelock J. 2005. Homenaje a Gaia. Oxford University. México.
- MAB. 1996. Marco Estatutario de la Red Mundial de Reservas de Biosfera. Reservas de Biosfera. La Estrategia de Sevilla. UNESCO, Paris.
- Maturana H y Pörksen B. 2004. Del Ser al Hacer. Los Orígenes de la Biología del Conocer. Ediciones LOM. Santiago,
- Morin E. 2000. Introducción al Pensamiento Complejo. GEDISA. Barcelona.
- Morin E. 2002. Introducción a una política del hombre. Pág. 144-146 GEDISA. Barcelona.
- Pérez J y Ros J. 2005. Sociología del Desarrollo Sostenible. Pág. 69. EDICEP. Valencia.

- PNUD. 1998. Informe de Desarrollo Humano.
- Rojas J. 1998. La pobreza como depredación humana condicionada y aprendida en sociedad. Criterios de sustentabilidad social. Revista ATENEA N° 478, 1998. Universidad de Concepción, Concepción.
- Rojas J. 2003. Paradigma Ambiental y Desarrollo Sustentable, p. 13-29. En: Rojas y Parra. "Conceptos Básicos sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. INET-GTZ. Buenos Aires.
- Sennett R. 2003. El Respeto. Sobre la dignidad del hombre en el mundo de desigualdad. ANAGRAMA. Barcelona.
- Sennett R. 2006. La cultura del nuevo capitalismo. ANAGRAMA. Barcelona, 2006
- Shiva V. 2006. Manifiesto para una Democracia de la Tierra. Justicia, Sostenibilidad y Paz. Paidós. Barcelona.
- Simmel G. 2003. Cuestiones fundamentales de Sociología. GEDISA. Barcelona.
- Van Parijs P y Vanderborght Y. 2006. La Renta Básica. Una medida eficaz para luchar contra la pobreza. Pág. 17. Paidós. Barcelona.
- Wackernagel M y Rees W. 2001. Nuestra Huella Ecológica. LOM. Santiago.
- Wackernagel M. Nuestra huella ecológica. Tierramérica. PNUMA. [www.tierraamerica.net/](http://www.tierraamerica.net/)



# Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina

Beatriz Macedo<sup>1</sup> - Carol Salgado<sup>2</sup>

OREALC/UNESCO Santiago (Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe).

<sup>1</sup>Especialista Regional, <sup>2</sup>Consultora

bmacedo@unesco.cl

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 29 a 37 · n°01/2007

## > Resumen

*Este artículo pretende poner en evidencia algunos de los aspectos más destacados del concepto de educación ambiental en América Latina; recoge y relaciona los principales debates y tendencias a nivel mundial y en la región latinoamericana.*

*En América Latina el desarrollo de la educación ambiental y de la educación para el desarrollo sostenible (EDS) está caracterizado por las condiciones propias de la región, como son la diversidad, la heterogeneidad, la inequidad y la pobreza. En este marco, se examinan las perspectivas de la EDS y de la década de la EDS, la cual abre oportunidades para que la educación encuentre sus nuevos sentidos de manera de actuar como un verdadero catalizador social. No pretende minimizar las tensiones que se están dando en la región entre la educación ambiental y la EDS.*

### **Palabras clave:**

*Educación,  
Educación ambiental,  
Educación para el desarrollo  
sostenible,  
Equidad,  
Década educación para el  
desarrollo sostenible.*

## • Introducción

La acumulación del saber científico y las aplicaciones tecnológicas, que de él derivan, han transformado la vida humana en los últimos tiempos, aportando grandes beneficios a la sociedad. Ahora bien, esos beneficios han sido distribuidos desigualmente, conforme a las grandes disparidades de riqueza y de oportunidades que existen en el mundo, y lo hacen por lo tanto cada vez más inequitativo. Al mismo tiempo, la viabilidad del planeta y, por lo tanto, la vida de las personas se encuentran amenazadas.

En este momento se requiere examinar con especial atención el modo en que la educación puede contribuir a hacer realidad el desarrollo sostenible y a mejorar las perspectivas de equidad y paz en el mundo. La educación desempeña un papel clave en el desarrollo social y humano de nuestros países.

En la década de los sesenta y setenta comenzó a nivel mundial un gran interés por la protección ambiental planetaria, lo que se manifestó en el plano educativo en el establecimiento y desarrollo de la educación ambiental, formulándose diversos planteamientos pedagógicos ambientales.

La región de América Latina está caracterizada por una gran inequidad que se refleja en desigualdades y discriminaciones que se mantienen y en muchos casos se han agudizado. Esta inequidad está también presente en la educación, si bien el acceso a los servicios educativos se ha democratizado en casi toda la región hay grandes disparidades en la calidad de la educación a la cual acceden las niñas y los niños, en los años de escolaridad, en general en las oportunidades que se les brinda tanto durante el proceso educativo como en el egreso en el caso que concluyan.

Este artículo busca recoger algunos de los aportes al concepto de educación ambiental (EA) y de educación para el desarrollo sostenible (EDS) que han surgido de las reuniones internacionales y regionales, centrándose en su evolución en América Latina. No ahondando en las condiciones o contextos históricos en los que ella se desarrolla - aun cuando éstos son determinantes para dicha evolución- con el fin de entregar algunas claves sobre lo que hoy llamamos EDS.

## • Educación Ambiental

UNESCO a finales de la década de los sesenta realizó un esfuerzo por estudiar las formas de incluir el tema ambiental como recurso educativo. Por lo cual solicitó a la *Oficina Internacional de Educación (OIE)* un estudio comparativo sobre la manera de abordar los temas del medio ambiente en la escuela, que pretendía detectar cuales eran las actividades educativas que se realizaban en los países. Esta investigación mencionó en sus resultados la necesidad de abordar la temática ambiental desde una perspectiva transversal, criterio que luego sería uno de los principios de la EA. Sin embargo, y debido al contexto en el que se realiza el estudio, considera a la EA como escolarizada, es decir, diseñada y ejecutada desde las instituciones educativas (Novo, 1998).

El concepto de EA toma fuerza en la *"Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente"*, Estocolmo 1972. A partir de esta reunión se destaca su importancia en el cambio del modelo de desarrollo, asociado principalmente al "ecodesarrollo". Se habla, además, de una EA escolarizada y no escolarizada que debe enfocar su atención en los jóvenes, adultos y medios de comunicación, actores centrales de la problemática ambiental.

Posteriormente, la UNESCO y el PNUMA crean el *Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA)*, el cual enfatiza el enfoque interdisciplinario, con el fin de adquirir una visión compleja del medio ambiente, y la educación ambiental en todos los niveles educativos, en formatos escolarizados y no escolarizados.

El PIEA sirvió de referente para los futuros planes regionales y nacionales en EA, mediante el cumplimiento de sus tres funciones principales y complementarias, que fueron la generación de conciencia sobre la necesidad de la educación ambiental, la elaboración de conceptos y enfoques metodológicos y la incorporación de la dimensión ambiental en los procesos educativos de los Estados Miembros.

El fin y los objetivos de la EA fueron establecidos en la *"Carta de Belgrado"*, surgida en el *"Seminario Internacional de Educación Ambiental"*, Belgrado 1975. En ese momento la EA se orientó a lograr la concienciación mundial sobre el medio ambiente y sus problemas y que las personas contaran con *conocimientos, aptitudes, actitudes, motivaciones y deseos necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y para prevenir los que pudieran aparecer en lo sucesivo.*

Algunos países latinoamericanos, en el *Taller Subregional de Educación Ambiental*, Chosica 1975, señalaron la importancia y la necesidad del surgimiento de un nuevo concepto de desarrollo, en el cual la EA pudiera contribuir en forma destacada. Definieron a la EA *"como la acción educativa permanente por la cual la comunidad educativa tiende a la toma de conciencia de su realidad global, del tipo de relaciones que los hombres establecen entre sí y con la naturaleza, de los problemas derivados de dichas relaciones y sus causas profundas. Ella desarrolla mediante una práctica que vincula al educando con la comunidad, valores y actitudes que promueven un comportamiento dirigido hacia la transformación superadora de esa realidad, tanto en sus aspectos naturales como sociales, desarrollando en el educando las habilidades y aptitudes necesarias para dicha transformación"* (TEITELBAUM, 1978; citado en González Gaudiano, 2001)

De manera que desde un principio en la región se concibe a la EA no con un carácter puramente naturalista sino de trascendencia social, como una herramienta eficaz para transformar la realidad latinoamericana. *"Se piensa en una educación para la identificación de las causas de los problemas y para la construcción social de sus soluciones y una realidad ambiental constituida por lo natural y lo social"* (González Gaudiano, 2001).

Más tarde, en la *Reunión de expertos en educación ambiental*, Bogotá 1976, se analizó desde un punto de vista regional la *"Carta de Belgrado"*, y se enfatizan las posibilidades que tiene la EA para actuar en la superación de la crisis ambiental. Se señala que ella *"es esencial de todo proceso de ecodesarrollo y, como tal, debe proveer a los individuos y comunidades destinatarias, de las bases intelectuales, morales y técnicas, que les permitan percibir, comprender, resolver eficazmente los problemas generados en el proceso de interacción dinámica entre el medio ambiente natural y el creado por el hombre (ya sean sus obras materiales o sus estructuras sociales y culturales)"*. Este encuentro marcó el punto de partida regional del desarrollo de propuestas legislativas, institucionales, educativas y de participación en EA.

Una de las reuniones que marca la evolución de la EA, es sin duda, la *"Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental"*, Tbilisi 1977, donde se ratifica su carácter transversal, la importancia de su base ética, el que debe ser impartida en modalidades escolarizadas y no escolarizadas, y a lo largo de toda la vida. En esta reunión, además, se definió la estrategia

internacional de EA y se establecieron los criterios y las directrices que habrían de inspirar todo el desarrollo de este movimiento educativo en las décadas siguientes.

La dimensión ambiental se considera desde una perspectiva integral incorporando tanto los complejos aspectos del sistema natural como aquellos resultantes de la acción humana. El objetivo de la EA era *“transmitir conocimientos, formar valores, desarrollar competencias y comportamientos que puedan favorecer a la comprensión y solución de los problemas ambientales”*.

A finales de los setenta en la región latinoamericana se debatía sobre la esencia de la EA, existía por un lado, una tendencia que promovía su visión más ecologista, y por otro, una que promovía una visión de la EA más integral y de desarrollo (Trellez, 1998).

Como se puede ver, en esta década la comunidad internacional formuló los lineamientos para el desarrollo de la EA, lamentablemente, éstos no fueron tenidos en cuenta en su totalidad por los tomadores de decisiones educativas en los países latinoamericanos pero constituyeron la base necesaria para impulsar las reflexiones y las acciones en la región.

A finales de la década de los ochenta se concibe a la EA, en el *Congreso Internacional de Educación Ambiental, Moscú 1987*, como *“un proceso permanente en el que los individuos y la colectividad cobran conciencia de su medio y adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, la experiencia y la voluntad capaces de hacerlos actuar individual y colectivamente para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente”*.

Frente a esta situación mundial en la cual la educación ambiental va creando su espacio, cabe destacar que en América Latina se ha desarrollado un fuerte movimiento de educación ambiental que promueve la sensibilización, el análisis, y el conocimiento para que la educación ambiental se transforme en una herramienta eficaz que permita actuar e interactuar con la sociedad, contribuya a la formación de ciudadanos que se comprometa con el cambio de la sociedad, superando así las visiones de una educación ambiental naturalista.

Si bien este movimiento, y esta concepción de la educación ambiental sumó rápidamente el compromiso de los educadores, muchas veces fue difícil hacer entender esta idea y concepción de la educación ambiental a los tomadores de decisión.

La educación ambiental se visualizó como un proceso educativo innovador, en el cual se pretendió instalar lo que ya señalaba Maria Novo en el año 96, *“que el conflicto sea parte de la realidad”*

### • Desarrollo Sostenible

Ante los cambios en materia ambiental y la necesidad de propender a un desarrollo que beneficiara a todos y abarcara todos los ámbitos –ambientales, económicos y sociales–, se consideró necesario avanzar desde la visión de *“ecodesarrollo”* hasta la de *“desarrollo sostenible”*. Este se definió, en el informe *“Nuestro futuro común”* que realizó la *Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo*, como *“aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias”*.

Luego surgen numerosos conceptos entre los cuales el más aceptado internacionalmente por su carácter más comprensivo es el de la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*

(IUCN), que define al desarrollo sostenible como *“la estrategia que lleve a mejorar la calidad de vida, sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sostienen, entendiendo por capacidad de carga de un ecosistema la capacidad que tiene para sustentar y mantener al mismo tiempo la productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación”*.

En el origen del concepto de desarrollo sostenible se encuentra la constatación de un mundo dividido entre la prosperidad de unos (el norte) y la gran pobreza, incluso la miseria, de una gran proporción de la población (el sur). Lo grave es que la prosperidad del norte se construyó en detrimento de los ecosistemas que constituyen la biosfera (recursos naturales, contaminación) y la degradación de la atmósfera y la perturbación del clima. Evidentemente esto no es sostenible y lo es menos aún si los países del sur siguieran el mismo camino de crecimiento y de desarrollo que aquellos del norte en los siglos anteriores.

A partir de estas formulaciones, el concepto de desarrollo sostenible orientará la estrategia educativa ambiental, que algunos denominarán *“educación para el desarrollo sostenible”*. En la región comenzó su difusión recién a mediados de la década de los noventa.

América Latina llega a la cumbre de Río con bastantes experiencias que muestra los avances en la difusión de la importancia de la EA, y también la complejidad que la temática entraña.

En la declaración, surgida de la *Segunda Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente o Cumbre de Río*, Río de Janeiro 1992, se dice expresamente que *la EA es indispensable para la modificación de actitudes y para desarrollar comportamientos compatibles con un desarrollo sostenible, y por ello, debe ser introducida en todos los niveles escolares, reexaminando los programas escolares y los métodos de educación*. El programa o agenda 21 destaca la vinculación entre ambiente y desarrollo y la importancia crítica de una EA escolar y extraescolar, transversal e interdisciplinaria que abarque todos los ámbitos -económicos, ambientales, sociales, de desarrollo humano- para el desarrollo sostenible.

El Foro Global, que en forma paralela reunió a representantes de la sociedad civil en la misma ciudad, insistió en la necesidad de responsabilidad individual y colectiva, en una EA permanente y a lo largo de la vida, en la formación de pensamiento crítico y participativo. Se explicita una vez más la trascendencia de la EA *“para tratar las cuestiones globales críticas, sus causas e interrelaciones en una perspectiva sistémica, en su contexto social e histórico. Aspectos primordiales para su desarrollo y su medio ambiente tales como población, paz, derechos humanos, democracia, salud, hambre, degradación de la flora y la fauna deben ser abordados de esta manera”*.

América Latina comienza a crear espacios de discusión y fortalecimiento de la EA en los *“Congresos Iberoamericanos de educación ambiental”* que se han seguido realizando hasta el presente y que movilizan a los educadores y dan la oportunidad de intercambio y discusión para la actualización y reorientación de la EA.

Esto ha permitido fortalecer las iniciativas de la región con nuevos proyectos, con programas de formación de especialistas, con proyectos de participación de la sociedad civil, con la elaboración de agendas locales y nacionales.

Paralelamente se continúa reforzando la inclusión del concepto de desarrollo sostenible y la necesidad de una educación adecuada a este nuevo paradigma, ejemplo de ello es el documento de discusión denominado *“Educación para un futuro sostenido: una visión transdisciplinaria para una*

*acción concentrada” presentado en la “Conferencia internacional sobre medio ambiente y sociedad. Educación y conciencia pública para la sostenibilidad”, Tesalónica 1997.*

En este documento se resalta que “*la reducción de la pobreza es un objetivo esencial y una condición sine qua non de la viabilidad planetaria*”. La idea de viabilidad incluye “*no sólo al medio ambiente, sino también pobreza, población, salud, seguridad alimentaria, democracia, derechos humanos y paz. La viabilidad es, en último extremo, un imperativo ético y moral que implica el respeto de la diversidad cultural y del saber tradicional*”.

### • Educación para el desarrollo sostenible

La persistencia de los problemas antes mencionados, la incapacidad para superar la pobreza y la inequidad y la cada vez más marcada injusticia social hacen cuestionar la factibilidad de un futuro sostenible. En América Latina todo esto viene significando un aumento de la polarización y de la fractura social, pérdida de la biodiversidad, migración de las zonas rurales y creación de “megaciudades”, en cuyos cinturones se concentra la pobreza, una región, por lo tanto cada vez más marcada por la inequidad. Una América Latina, además, donde la educación, la ciencia y la tecnología si bien se reconocen importante, no se consideran prioritarios.

Se requieren cambios urgentes y sostenidos en el tiempo que permitan el cuidado de la vida en toda su diversidad, lo que incluye la protección y la restauración de los ecosistemas; la consolidación de la democracia; la construcción de la paz; la estabilidad dentro y entre los países; la creación de sociedades más justas donde el conocimiento se distribuye equitativamente; se respete y donde se promueva la diversidad en todas sus manifestaciones. Sólo así se podrá visualizar un futuro posible.

Para lograr esto la educación debe jugar su rol, el rol que no ha venido jugando en los últimos tiempos, actuar como el catalizador de los cambios sociales. Se requiere una nueva educación, con nuevos sentidos en función de estos escenarios en los cuales debe actuar.

Una educación que asegure la apropiación por parte de todos los estudiantes de las habilidades y competencias necesarias para actuar constructivamente, enfrentando con éxito los cambios y desafíos que la vida les presenta. Es necesario entonces una educación distinta, una educación que pueda efectivamente contribuir en la formación de ciudadanas y ciudadanos que sean capaces de construir un futuro sostenible, lo que se ha llamado *educación para el desarrollo sostenible*.

Esta nueva visión pone a la educación en el centro, en el corazón mismo de la investigación para resolver los grandes problemas de la humanidad. La educación deja de ser un fin en sí mismo y pasa a ser un instrumento, **un (el) medio** para promover los cambios necesarios con el objetivo de asegurar el desarrollo sostenible.

Esto exige una orientación distinta de la educación tanto de los sistemas, como de las políticas, contenidos y prácticas, con el fin que todos puedan tomar decisiones y actuar de manera apropiada y pertinente tanto en el plano cultural y social para encauzar los problemas y las situaciones que amenazan nuestro futuro común. En este sentido, la EDS recoge los principios y los aportes de la educación ambiental los extiende de manera de adaptarlos para enfrentar las nuevas amenazas al planeta.

El concepto del desarrollo sostenible y de educación para el desarrollo sostenible varía de un lugar a otro del planeta y de una cultura a otra, dependiendo de las características propias de cada región y

de cada comunidad, de sus procesos históricos y de las particularidades de su ambiente. De manera que no pueden existir definiciones contundentes. Es preciso, como propone UNESCO, “*continuar los esfuerzos para clarificar y comunicar el concepto y mensajes clave de la educación para el desarrollo sostenible, con énfasis en apoyar la interpretación y adaptación de estos mensajes a los niveles regionales y nacionales*” (Trellez, 1998).

De manera que el concepto de EDS que se implemente en América Latina deberá surgir desde las características propias de la problemática ambiental, que se funda en la insatisfacción de necesidades básicas como la salud, la educación, el desempleo, la pobreza, entre otros, de las experiencias previas en la región en EA, desde los saberes ancestrales y desde la propia heterogeneidad entre los países y entre los pueblos al interior de los países.

### • Década de la educación para el desarrollo sostenible

El *Foro mundial sobre educación*, Dakar 2000, reconoció que la educación es un derecho humano fundamental y un factor decisivo del desarrollo sostenible, la paz, la estabilidad, el crecimiento socioeconómico y la cohesión mundial.

Los aportes de la Cumbre Mundial Sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002 refuerzan la idea que la educación para la sostenibilidad deberá potenciar el compromiso con valores, principios, actitudes y comportamientos y, más concretamente, con una noción de justicia y equidad ampliamente comprendida, así como, el sentimiento de compartir un destino común con todos los pueblos. Esta educación, por lo tanto, no debe limitarse a enfatizar solamente las disciplinas, áreas o temas que mejoren la comprensión del contexto y la naturaleza. Situar un sistema de valores, virtudes y ética en el centro de todas las preocupaciones de naciones y de la comunidad internacional será una de las claves en las próximas décadas.

En atención a esto, el año 2005 da comienzo a la “*Década de la educación para el desarrollo sostenible*”, la que pretende hacer un nuevo llamado con **urgencia** para que la educación de calidad para todos posibilite un mundo más justo y más equitativo para todos y todas.

La década nos presenta una oportunidad para retomar muchas de las cosas que la EA ha venido haciendo y diciendo, darle fuerza, y también nos da la oportunidad que la EA se incluya como uno de los medios para hacer posible el desarrollo sostenible.

No podemos pensar en la educación para el desarrollo sostenible sin ubicarla en el marco de una Educación de Calidad para Todos y Educación a lo largo de Toda la vida.

Esta década pretende hacer un nuevo llamado a la urgencia de atender los problemas que aquejan al mundo y a la región latinoamericana, pretende reorientar la educación, dotarla de nuevos sentidos para que sea capaz de contribuir eficazmente a la formación de ciudadanas y ciudadanos activos y comprometidos con los cambios necesarios para lograr un futuro sostenible social, económica y ambientalmente.

La década busca sumar esfuerzos, distintas miradas, pluralidad de saberes, revalorizar los aportes de la EA, de forma que la educación permita la construcción de un pensamiento social y científico *transformador*, una ecuación que se enriquezca con la diversidad y heterogeneidad.

El establecimiento de la década en la región ha dado inicio al desarrollo de su plan estratégico destinado a promover el desarrollo sostenible de los países latinoamericanos a través de la educación.

Para esto es fundamental sensibilizar a la población, las organizaciones locales e internacionales para favorecer el desarrollo de políticas consensuadas que reflejen e integren las diversas visiones, pautas culturales, necesidades y sus intereses, que permitan optimizar los esfuerzos y el uso de recursos.

### • Reflexiones finales

Se ha querido aquí hacer una breve descripción de la evolución del concepto de educación ambiental hasta llegar a la educación para el desarrollo sostenible. El cual continuará en constante cambio con el fin de irse adaptando a las necesidades y a las nuevas amenazas mundiales.

Como ya se ha dicho, la visión de la EDS implica una transformación educativa que va desde la modificación de la estructura, la gestión, los currículos y en los espacios y estrategia de formación y aprendizaje, es decir, no sólo un cambio en los contenidos sino un cambio sistémico.

Los espacios de aprendizajes deben transformarse en espacios democráticos de acceso y producción de conocimiento, el sentido de los centros educativos debe cambiar en consecuencia, dejar de ser "locales donde se dictan clases" y transformarse en verdaderos espacios de formación tanto para estudiantes como para docentes, la cultura de las escuelas debe cambiar en el mismo sentido para dejarse impregnar por los principios en los cuales se basa la sostenibilidad y que deben ser la base de todo el quehacer, el sentir y el actuar educativo.

En este marco, la década abre una oportunidad de buscar nuevos sentidos para la educación y aquí la educación ambiental, con todas sus experiencias y prácticas es la llamada a ser una herramienta para el desarrollo sostenible. Es un llamado a aunar esfuerzos para trabajar en ese fin común

Todo el esfuerzo mundial y regional en EA y EDS propende a alcanzar un mejoramiento de la calidad de vida de todos y todas mediante la formación adecuada de los actuales y futuros ciudadanos y ciudadanas, para que estos tengan las habilidades, destrezas, conocimientos y conciencia necesarias para que actúen en el mundo que les tocara vivir de manera responsable y sostenible. *El reto*, como dice María Novo, "es trabajar en un enfoque educativo que ayude a las personas a entender las interacciones globales del planeta, orientado a un compromiso de acción directa en su entorno."

Una EDS que permita a todos integrarse feliz y eficazmente a las sociedades en que vivan y que permita tomar clara conciencia de los problemas que aquejan al mundo, como la pobreza, la desigualdad, la inequidad y la violencia. No habrá paz mientras haya excluidos, sometidos, discriminados y habrá excluidos mientras no logremos una EDUCACIÓN DE CALIDAD PARA TODOS. ●

## Referencias

- Bedoy V. 2000. *La historia de la educación ambiental: reflexiones pedagógicas*.
- Caride J.A., Meira P.A. 2001. *Educación ambiental y desarrollo humano*.
- García A. 2005. *Breve historia de la educación ambiental: del conservacionismo hacia el desarrollo sostenible*. Revista Futuros Número 12,
- Gil D., Vilches A., Oliva J.M. 2005 *Década de la educación para el desarrollo sostenible. Algunas ideas para elaborar una estrategia global*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 2, Nº 1,
- González Gaudiano E. 2001. *Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina*.
- González M.C. 1996. *Principales tendencias y modelos de la Educación Ambiental en el sistema escolar*. OEI Revista Iberoamericana de Educación Número 11
- Hernández M.J., Tilbury D. 2006. *Educación para el desarrollo sostenible, ¿nada nuevo bajo el sol?: consideraciones sobre cultura y sostenibilidad*. Revista Iberoamericana de Educación Número 40,
- Macedo B. 2004. *Educación para todos, educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible: debatiendo las vertientes de la Década de la educación para el desarrollo sostenible*. UNESCO.
- Macedo B. 2005. *Concepto de sostenibilidad UNESCO*.
- Macedo B. 2005. *Educación para la sostenibilidad. UNESCO*.
- Macedo B. 2006. *Habilidades para la vida. Contribución desde la educación científica en el marco de la década de la educación para el desarrollo sostenible*. UNESCO.
- Novo M. 1998 *“Educación ambiental. Base éticas, conceptuales y metodológicas”*,
- Pabón M. 2003. *Contexto internacional de la educación ambiental*. Revista número 31 de Ciencias Humanas.
- Tréllez E., Wilches-Chaux G. 1998. *Educación para un futuro sostenible en América Latina y el Caribe*. Bogotá, Lima.



# Sostenibilidad ecológica

## Miren Onaindia Olalde

Coordinadora General de la Cátedra UNESCO de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Campus de Leioa - Barrio Sarriena s/n. - 48940 Leioa. Bizkaia  
miren.onaindia@ehu.es

# análisis

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 39 a 49 · nº01/2007

### > Resumen

*La humanidad depende de la diversidad biológica y del flujo de servicios de los ecosistemas, que son los beneficios que la sociedad puede obtener de los ecosistemas. Los servicios de los ecosistemas incluyen servicios de provisión como el alimento y el agua, energía, materiales; y servicios de regulación como la regulación del clima, inundaciones, enfermedades, calidad del agua; y diversos servicios culturales. Todos los aspectos están relacionados por lo que la utilización de determinados recursos puede afectar a los servicios de regulación. Por ejemplo, los cambios en los usos del suelo, como la deforestación, tienden a reducir las lluvias locales y contribuyen a la desertificación y a la escasez de agua. Otro ejemplo es la capacidad de los ecosistemas para mitigar los efectos catastróficos del clima (huracanes), que ha sido reducida como resultado de la desaparición de las zonas húmedas, bosques y manglares.*

*Los flujos de bienes y servicios son vitales para la economía, por eso cada vez más los científicos basan la idea de sostenibilidad en la necesidad de asegurar el suministro (actual y/o potencial) de los servicios de los ecosistemas, que son indispensables para el mantenimiento de nuestra sociedad. La sostenibilidad ecológica significa el mantenimiento del capital natural, es decir, vivir dentro de la capacidad productiva del planeta. Además, planteado de una manera global, la sostenibilidad ecológica y la social son las dos caras de una moneda, ya que dependen una de la otra.*

### • La naturaleza inicia y mantiene los ciclos de materia y energía en la biosfera

La Ecología es la ciencia que estudia los niveles más altos de organización de la materia viva, dedicándose al estudio de la vida de los organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Según Margalef la Ecología es una ciencia que busca regularidades en la aparentemente inabarcable confusión de la naturaleza e intenta explicarlas utilizando principios de otras ciencias que tratan de entidades más simples como la física y la química (Margalef, 1992).

La palabra ecología fue utilizada por primera vez por el biólogo alemán Haeckel en 1869, que consideraba la Ecología como el estudio de la *economía de la naturaleza*, y la define como el estudio científico de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente. La palabra deriva del griego *oikos* (casa), por lo que se puede decir que significa el *estudio de la vida en casa* de los organismos. Posteriormente esta ciencia es definida como *el estudio de la estructura y función de la naturaleza*, introduciendo el término funcional, inherente a la actual concepción de la Ecología.

Con el desarrollo de la Teoría General de Sistemas los ecólogos comienzan a desarrollar el campo definido y cuantitativo de la ecología de ecosistemas, entre ellos Ramón Margalef y Eugene Odum, que definen la Ecología como "el estudio de los Ecosistemas" (Odum, 1964). Según la definición de Margalef, un ecosistema es un sistema formado por individuos de muchas especies en el seno de un ambiente de características definidas e implicadas en un proceso dinámico de interacción, expresable como intercambio de materia y energía, o como una secuencia de nacimientos y muertes, y uno de cuyos resultados es la evolución a nivel de las especies, y la sucesión a nivel del ecosistema. Las interacciones en el ecosistema no son estáticas, sino sometidas a constantes desajustes y regulación, lo que implica una capacidad de homeostasis en el sistema, que le permite mantener en cierta medida su estructura y función frente a las perturbaciones externas y evolutivas.

Los ecólogos estudian también los ambientes producidos o influidos por los humanos (huertas, reservas naturales, etc), así como las consecuencias de la influencia humana en la naturaleza, como la polución y calentamiento global (Begon et al, 2006).

La parte biótica del ecosistema la forman los organismos, que constituyen la diversidad biológica o biodiversidad. La biodiversidad es la variedad de formas de vida sobre la Tierra, además desde el punto de vista de la Ecología, el concepto incluye la diversidad de interacciones entre las especies y su ambiente inmediato, formando un ecosistema. Se distinguen habitualmente tres niveles en la biodiversidad: genética o diversidad intraespecífica, consistente en la diversidad de genes; diversidad específica, entendida como diversidad de especies y diversidad ecosistémica, la diversidad de las comunidades biológicas cuya suma integrada constituye la Biosfera.

Hay una relación directa entre biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas (Koellner & Schmith, 2006). Los elementos que constituyen la diversidad biológica de un área son los reguladores de los flujos de energía y de materia y cumplen una importante función en la regulación y estabilización de las tierras y zonas litorales. Por ejemplo, en las laderas montañosas y márgenes de ríos, la estructura y diversidad de especies vegetales protege el suelo de la erosión de las aguas de escorrentía. La biodiversidad de microorganismos del suelo es la responsable del reciclado de los nutrientes y la biodiversidad juega también un papel determinante en procesos atmosféricos y climáticos.

La Naturaleza inicia y mantiene un sistema de energía y ciclo de nutrientes en la biosfera, y si se mantiene la integridad del sistema, se mantiene su capacidad de funcionamiento en el tiempo. Los

cambios en la biodiversidad alteran las propiedades de los ecosistemas y de los servicios que éstos prestan a la humanidad (Hooper et al, 2005).

### • Los Servicios de los Ecosistemas aportan considerables beneficios para el bienestar humano

Toda la humanidad depende por completo de las plantas, animales y otros organismos que constituyen la diversidad biológica del planeta y del flujo de servicios de los ecosistemas. Estos servicios son los beneficios que la sociedad puede obtener de los ecosistemas. Hay una relación directa entre funcionamiento de los ecosistemas y producción de flujos de bienes y servicios hacia la sociedad.

El concepto se basa en la idea de que los bienes y servicios que fluyen de los ecosistemas deben ser mejor conocidos y valorados por la sociedad. Esto fue sugerido inicialmente por John Holdren, para explicar los flujos que los ecosistemas naturales derivan hacia la sociedad y hacia la economía (Daily, 1997). El concepto de servicios de los ecosistemas, es de gran importancia, ya que es un esfuerzo para hacer patente los beneficios y servicios que ofrece la naturaleza, y de los cuales los humanos dependemos.

Los servicios de los ecosistemas incluyen servicios de provisión como el alimento y el agua, energía, materiales; y servicios de regulación como la regulación del clima, inundaciones, enfermedades, calidad del agua; y diversos servicios culturales. Todos los aspectos están relacionados por lo que la utilización de determinados recursos puede afectar a los servicios de regulación. Por ejemplo, los cambios en los usos del suelo, como la deforestación, tienden a reducir las lluvias locales y contribuyen a la desertificación y a la escasez de agua. Otro ejemplo es la capacidad de los ecosistemas para mitigar los efectos catastróficos del clima (huracanes), que ha sido reducida como resultado de la desaparición de las zonas húmedas, bosques y manglares.

El concepto de servicios de los ecosistemas ha sido criticado por algunos científicos, como McCauley, por enfatizar el aspecto de uso, mientras que la naturaleza tiene un valor intrínseco. Según este autor, el concepto puede ser válido para la conservación en algunas circunstancias, pero siendo lo primordial el conocimiento y la divulgación del valor intrínseco de la naturaleza (McCauley, 2006). Con respecto a este punto de vista, hay que reconocer el gran valor de la naturaleza en sí mismo, desde el valor de la biodiversidad, producto de 3,5 billones de años de la evolución, hasta el valor de los paisajes culturales, bienes de valor incalculable por ser irrenunciables. Sin embargo, el término es idóneo si consideramos que tanto científicos como gestores, cada vez utilizan más el concepto de servicios de los ecosistemas por su aplicación en temas relacionados con la gestión de recursos (Reid, 2006).

### • Utilizamos los Servicios de los Ecosistemas de manera insostenible

Los seres humanos hemos utilizado y transformado los ecosistemas de la Tierra para resolver las demandas crecientes de recursos, sobre todo en los últimos 50 años gracias a los avances de la tecnología y la biotecnología. Esta transformación del Planeta ha aportado considerables beneficios para el bienestar humano y el desarrollo económico, sin embargo, en los últimos años se están poniendo de manifiesto los costos asociados con esos beneficios, sobre todo en cuanto a escasez de recursos, pero también en cuanto a la degradación de los procesos reguladores: la purificación del aire y agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las pestes.

La humanidad en la actualidad y durante aproximadamente las dos últimas décadas y media, está utilizando los recursos naturales más rápidamente de lo que el sistema natural puede reemplazarlos. Según el informe de Naciones Unidas sobre *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (Millennium Ecosystem Assessment 2005), el 60% de los servicios de los ecosistemas examinados se están degradando o se usan de manera no sostenible, con inclusión del agua dulce, la pesca de captura, la purificación del aire y agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las plagas. Los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales y potencialmente bruscos, que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de "zonas muertas" en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales. Además la degradación de los servicios de los ecosistemas podría empeorar considerablemente durante la primera mitad del presente siglo y ser un obstáculo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (objetivos de Naciones Unidas para el año 2015): reducir la pobreza, el hambre y las enfermedades; y para lo que la sostenibilidad ambiental es fundamental.

Los últimos datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente indican que en Europa más de 15.500 especies (de 38.000 evaluadas) están en peligro de extinción, incluyendo mamíferos, aves, anfibios, gimnospermas y millones de microorganismos no conocidos. La pérdida de hábitats naturales es generalizada, solamente del 1-3% de los bosques europeos son bosques naturales sin impacto (EEA, 2006). Además, los sistemas naturales están siendo cada vez más 'homogeneizados', con dominio de las especies ubiquestas ('weedy species') sobre las especialistas (Mace, 2005), lo que se hace más patente a niveles locales y regionales (Onaindia & Amezcua, 2000; Onaindia *et al.*, 2004).

Relacionado con esta situación hay gran evidencia de la degradación de los Servicios de los Ecosistemas en Europa, lo que incluye: incremento en la frecuencia y gravedad de las inundaciones (agravado por la deforestación de las cuencas y canalizaciones de los ríos), pérdida de fertilidad de los suelos, colapsos esporádicos de las poblaciones de polinizadores (posiblemente causado por los pesticidas), extensión de las plagas de cosechas y plantaciones forestales (facilitadas por los monocultivos) y la fijación de carbono en los suelos (cambio global).

### • Hemos de valorar el Capital Natural

El capital natural es básicamente nuestro medio ambiente y se define como el stock de bienes que provienen del medio ambiente (como el suelo, los microbios y la fauna, la atmósfera, los bosques, el agua, los humedales), que proveen de un flujo de bienes y servicios (Pimentel *et al.*, 1992). Los flujos de bienes y servicios son vitales para la economía, por eso cada vez más los científicos basan la idea de sostenibilidad en la necesidad de asegurar el suministro (actual y/o potencial) de los servicios de los ecosistemas, que son indispensables para el mantenimiento de nuestra sociedad.

La degradación de los servicios de los ecosistemas representa la pérdida del "capital natural", aunque esto no está representada en los índices convencionales de medida de la renta. Por ejemplo, un país puede talar todos sus bosques y acabar con la pesquería y aumentar su PIB (Perrings, 2005).

Muchos de los servicios se consideran gratuitos e ilimitados, sin embargo, los beneficios no comercializados son generalmente más altos y, a veces, más valiosos que los comercializados. Cuando

se tienen en cuenta los servicios de los ecosistemas, el valor actual neto del ecosistema natural y gestionado de manera sostenible, es frecuentemente mayor que el del sistema convertido o gestionado de manera intensiva. Por ejemplo, en uno de los estudios más exhaustivos realizados hasta la fecha, en el que se examinan los valores económicos comercializados y no comercializados relacionados con los bosques de ocho países mediterráneos, se constató que la madera y la leña suponían por lo general menos de un tercio del valor económico total de los bosques de cada país. Los valores relacionados con productos forestales no maderables, las actividades recreativas, la protección de cuencas, la captura de carbono y la utilización pasiva (valores que no dependen de los usos directos), suponía entre un 25% y un 96% del valor económico total de los bosques (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

En la actualidad, dada la degradación del medio ambiente, en muchas ocasiones el factor limitante para el desarrollo de muchas actividades económicas es el capital natural tanto o más que el capital manufacturado. Por ejemplo, en el caso de la pesca, la disponibilidad de pesca se ha convertido en factor limitante más que la tecnología de pesca o el número de barcos. Igualmente la producción de madera está limitada por la disponibilidad de bosques más que por las serrerías, el petróleo está limitado más por la disponibilidad de yacimientos geológicos y por la capacidad atmosférica de absorber CO<sub>2</sub> que por la capacidad de refinado.

Cuando los bosques naturales y las poblaciones de peces empiezan a ser limitantes, se comienza a invertir en plantaciones de bosques y en cultivos de peces. En este caso, tenemos una nueva subcategoría de capital natural producido o manufacturado, que es el "capital natural cultivado" como los productos de la agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería. Esta categoría es vital para bienestar humano ya que provee de la mayoría de los alimentos. El hecho de que tengamos la capacidad para cultivar el capital natural aumenta considerablemente la capacidad de expansión del capital natural y de los servicios que éste genera. Aunque el capital natural cultivado (agricultura), se componga de capital manufacturado (tractores, gasoil, fertilizantes) y capital natural (suelo orgánico, agua), el factor limitante final es el capital natural.

La metodología de valoración del capital natural es complicada, porque la evaluación del capital natural requiere el conocimiento del cambio de las magnitudes biofísicas y ecológicas debidos a las actividades humanas y su aporte al en el bienestar humano (Farber et al, 2006). Los intentos de reconciliación entre ecología y economía, es decir, entre el estudio de la casa y el estudio de la administración de la casa, han generado los grandes enfoques de la Economía Ambiental y la Economía Ecológica, que abordan la integración de las funciones de los ecosistemas, generadores de bienes y servicios, en el análisis económico.

La importancia de los servicios ambientales que proporcionan los sistemas queda de manifiesto en las estimaciones llevadas a cabo por Costanza y colaboradores, que indican que el conjunto de servicios analizados para todo el planeta se acercan a un valor medio anual de 33 billones \$ USA/año (10<sup>12</sup>\$), teniendo en cuenta que la estimación está sesgada por la incertidumbre de los métodos aplicados y por la ausencia en el análisis de algunos biomas y servicios. Si comparamos esta cifra con el Producto Interior Bruto del conjunto del planeta en esos momentos (18 billones de \$ USA/año) podemos hacernos una idea de lo que los sistemas ecológicos suponen en la economía, casi el doble del PIB (Pimentel *et al.*, 1992). Se ha calculado igualmente el valor a nivel mundial de los polinizadores y su importante efecto en las cosechas, que ha resultado ser de \$65-70 mil millones/año (Kevan & Phillips, 2001).

A pesar de la dificultad y de la incertidumbre de los métodos aplicados para la estimación del valor de los ecosistemas, es necesario valorar convenientemente el aporte que los sistemas ecológicos

hacen a la economía, con el objetivo de no descapitalizar a una sociedad que depende de éste auténtico capital natural.

Vemuri y Costanza (2006) van más allá, y proponen un índice Nacional de Bienestar National Well-Being Index (NWI) que incluya el valor del capital natural. Estos autores realizan un trabajo sobre la relación entre índices de desarrollo y grado de satisfacción de la población. Los autores demuestran que el Índice de Desarrollo Humano (que incluye el capital humano y el construido o manufacturado) y un índice del valor de los servicios de los ecosistemas (valor por km<sup>2</sup>, como un aproximación al valor del capital natural) son factores muy importantes en la explicación del grado de satisfacción de bienestar a nivel de los países estudiados (explicando juntos el 72% de la varianza).

### • Sostenibilidad Ecológica es una condición “sine qua non”

La época en la que el capital natural era considerado relativamente infinito para la escala humana y como un bien gratuito, debe dar paso a la consideración del capital natural como un factor limitante al desarrollo, esta es la idea subyacente en el concepto de sostenibilidad ambiental o ecológica. La sostenibilidad ecológica significa el mantenimiento del capital natural, es decir, vivir dentro de la capacidad productiva del planeta. La sostenibilidad ecológica es una necesidad desde el punto de vista humano y busca mejorar el bienestar humano, protegiendo las fuentes de materias primas utilizadas y asegurando los sumideros de residuos.

Una definición fundamental de la sostenibilidad ambiental o ecológica está contenida en regla del *input-output*. La *regla del output* implica que las emisiones de una determinada actividad deben de estar dentro de los límites de la capacidad de asimilación del medio ambiente local para absorber la emisión sin sufrir una degradación de la capacidad futura de absorción de nuevas emisiones. La *regla del input* tiene dos supuestos, renovables y no renovables: a) *renovables*: la tasa de explotación de los recursos renovables debe de estar en función de la capacidad regenerativa del sistema natural que los genera; b) *no renovables*: la tasa de explotación de los recursos no renovables debe ser igual a la tasa a la cual se desarrollen sustitutos renovables por la investigación e inversión. Parte de los ingresos derivados de la utilización de recursos no renovables deberían ser invertidos en el desarrollo de sustitutos renovables (Goodland & Daly, 1996).

Las prácticas sostenibles intentan prevenir el desequilibrio de la biosfera y mantener el ambiente en condiciones favorables para la humanidad, incluidas las futuras generaciones. Algunos autores proponen un sistema económico basado en las leyes de la Ecología, considerando que una economía basada en los principios ecológicos es esencial para un uso sostenible del planeta (Cairns, 2006). El concepto de *sostenibilidad fuerte* requiere el mantenimiento del capital natural, ya que es considerado como insustituible. El Desarrollo Sostenible significa de una manera simple, vivir en este planeta como si quisiéramos vivir en él para siempre (Porritt, 2005).

### • Hay una total interrelación entre Sostenibilidad Ecológica y Sostenibilidad Social

En la lógica explicativa de los componentes del sistema socio-ecológico, además del capital natural, ya definido, el capital humano, junto con el social y el manufacturado, completan el patrimonio de una comunidad. El capital humano y social incluye a las personas, la educación, sanidad, las instituciones, la cohesión cultural, etc., y el capital manufacturado incluye las carreteras, casas,

industrias y productos construidos en general. Los aspectos sociales y económicos (pobreza, derechos humanos), son fundamentales para un Desarrollo Sostenible, aunque una condición para la sostenibilidad es aprender a vivir dentro del ecosistema natural y de sus límites, ya que si no podemos asegurar nuestra supervivencia biofísica, no podemos satisfacer ninguna otra aspiración.

Planteado de una manera global, la sostenibilidad ecológica y la social son las dos caras de una moneda, ya que por una parte la sostenibilidad social depende de la sostenibilidad ecológica: Si continuamos degradando la capacidad de la naturaleza de producir los servicios de los ecosistemas (filtración de las aguas, estabilización del clima, etc.) y de los recursos (alimentos, materiales), tanto los individuos como las naciones se verán afectados por crecientes presiones y aumento de conflictos, amenazas a la salud pública y a la seguridad personal. Por otra parte la sostenibilidad ecológica depende de la social: con una población cada vez mayor que vive en un sistema social que no permite la satisfacción de sus necesidades, es cada vez más difícil proteger el ambiente natural. Los bosques son talados para la agricultura, los pastos son sobreexplotados, los acuíferos degradados, los ríos y mares sobre utilizados, aunque una parte de la naturaleza sea conservada en pequeñas zonas de reserva o parques naturales. Además hay que tener en cuenta que el comportamiento humano y la dinámica social que resulta de ello, es lo que subyace en el fondo de los problemas sociales y ecológicos.

El Desarrollo Sostenible es el proceso por el que podemos llegar a la sostenibilidad. La definición de Brundtland (1987) : “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”, tiene implicaciones éticas en cuanto a la solidaridad transgeneracional, con las generaciones futuras, pero también hay que añadirle una solidaridad intrageneracional, con las generaciones presentes de los lugares más desfavorecidos.

Un objetivo fundamental en la consecución de la sostenibilidad es la formación del capital humano, en lo que se refiere a educación, la salud y la creación de empleo. Es necesario crear sinergias entre el desarrollo y el medio ambiente, en estrategias del tipo *win-win*: invirtiendo en las personas, formación y salud y en la promoción del uso eficiente de los recursos.

La necesidad de la sostenibilidad surge debido en parte a que el mundo está empezando a reconocer que los actuales modelos predominantes de desarrollo económico no son generalizables. Los actuales niveles de consumo *per cápita* y de producción de residuos de los países desarrollados (OCDE) no es generalizable a toda la población actual del Planeta y mucho menos a la población de las futuras generaciones, sin liquidar el capital natural del cual depende la futura actividad económica. La necesidad de la sostenibilidad surge también del reconocimiento de que el derroche y la desigualdad de los modelos de desarrollo, proyectados a un futuro no muy lejano, conducen a una situación de imposible desde el punto de vista ambiental o biofísico. La transición hacia la sostenibilidad es urgente porque el deterioro de los ecosistemas a nivel global impone un límite temporal. No tenemos tiempo para soñar en crear nuevos espacios, colonizar la luna o construir ciudades bajo el mar, debemos salvar lo que tenemos del único medio ambiente que tenemos e invertir en la regeneración de lo que está degradado (Goodland & Daly, 1996).

La utilización de los recursos naturales ha producido en general un aumento del bienestar humano, pero no todas las regiones ni todos los grupos de personas se han beneficiado de la misma manera, de hecho, a muchos les ha perjudicado. Los costos de la degradación se pueden pasar a otros grupos o a las generaciones futuras. Origen de conflictos. Mientras el 20% de la población mundial goza de un bienestar material sin precedentes, al menos otro 20% está en condiciones de pobreza absoluta.

De hecho, el 20% de los más ricos ganan 60 veces más que el 20% más pobre y esta brecha se ha doblado en los últimos 30 años (Wackernagel & Rees, 1996).

La pasada década precisó en definiciones y en cálculos cuantitativos, por ejemplo en el cálculo de la huella ecológica para el planeta. Se define la huella ecológica como la cantidad de superficie necesaria para obtener los recursos (alimento, agua, superficie urbana, energía) y absorber las emisiones (dióxido de carbono), de toda la sociedad humana. Se compara con la tierra disponible, y se concluye que como media el uso de los recursos es aproximadamente el 20% superior a la capacidad de carga de la Tierra. La demanda humana excede la capacidad del planeta desde al año 1980, superándola en la actualidad en un 20% (Wackernagel, 2002), en Europa por ejemplo, como media, la huella ecológica duplica la capacidad de carga (WWF, 2005).

Para llegar a la sostenibilidad global debe aumentar el nivel de consumo de los más pobres y a la vez disminuir la huella ecológica global. Conseguir esto es un reto realmente difícil, que necesita que se introduzcan cambios significativos en todos los ámbitos de la política, instituciones y prácticas.

### • Existen soluciones en clave ecológica

La naturaleza ha dado origen a lo largo 3,8 billones de años de evolución a estructuras de diseño inteligente que podemos imitar para propósitos humanos. *La Biomimica* estudia los modelos de la naturaleza e imita o se inspira en sus diseños y procesos para resolver los problemas humanos, consiste en aprender como diseñar tecnologías sostenibles adaptando estructuras desarrolladas por la naturaleza. Es una nueva forma de ver y valorar la naturaleza, que introduce una visión basada en lo que podemos aprender del medio natural (Benyus, 2002).

La Biomímica analiza las mejores ideas de la naturaleza, como la seda y los ojos de las arañas, las células de las conchas y del cerebro humano, la función fotosintética y el ADN, y los adapta para diversos usos humanos. Existen diversos ejemplos de aplicaciones industriales que son resultado de investigaciones basadas en la biomímica. Entre los interesantes diseños industriales inspirados en la naturaleza hay que destacar por ejemplo la pintura Lotusan; creada por una empresa alemana inspirada en la estructura microscópica de la hoja del loto, que impide que se adhiera cualquier tipo de partícula.

El funcionamiento de los ecosistemas es base para el desarrollo de la denominada Ecología Industrial, en la que las relaciones entre los componentes, sobretodo en los flujos de materia y energía asemejan a los comportamientos de la naturaleza. En los ecosistemas industriales el reciclaje de los materiales es necesario para la pervivencia del sistema, imitando a los procesos cíclicos de la naturaleza (de la cuna a la cuna)(Bermejo, 2005).

Por otra parte, los modelos conceptuales creados para explicar el comportamiento de los ecosistemas, como el denominado modelo del *ciclo adaptativo* (Holling, 2001), puede ser aplicado para sistemas socio-económicos (Abel et al, 2006).

### • Necesitamos un cambio de mentalidad

Cuando se publica el denominado informe Meadows sobre los *Límites del Crecimiento* en 1972 (Meadows et al, 1972) ya se alertaba sobre los límites físicos del planeta en cuanto a la utilización

de recursos naturales y a la capacidad de absorber las emisiones. Desde entonces, ya se propugnaba una profunda innovación social, a través del cambio tecnológico, cultural e institucional, para poder evitar el incremento de la huella ecológica de la humanidad por encima de la capacidad de carga del planeta Tierra. Veinte años después los autores publican un nuevo informe, bajo las mismas premisas con una visión optimista, ya que coincide con la Cumbre de Río sobre Desarrollo y Medio Ambiente (Meadows et al. 1992). Sin embargo, en el último libro, se vuelve a constatar que la huella ecológica humana sigue creciendo a pesar del progreso de la tecnología y las instituciones. La demanda humana de recursos excede la capacidad del planeta y la supera en la actualidad en un 20% (Meadows et al., 2005). Según estos autores, la expectativa es que el mundo elegirá un futuro relativamente sostenible, pero solamente después de graves crisis globales que fuercen al cambio, *a posteriori*. Pronostican otra década para que sean claramente observables las consecuencias del exceso y dos décadas para que el hecho sea ampliamente reconocido. Planifican un nuevo libro para el año 2012, cuarenta años después del primero, en el que quizás cuenten con los suficientes datos para probar que tenían razón.

Las intervenciones que permiten llegar a resultados positivos incluyen: importantes inversiones en tecnologías ambientalmente adecuadas, una activa gestión adaptativa, acciones proactivas para abordar los problemas ambientales antes de que se hagan sentir en su totalidad las consecuencias, grandes inversiones en servicios públicos (como educación y salud), acciones decididas para reducir las disparidades socioeconómicas y eliminar la pobreza. Además la comunicación es esencial para una gestión sostenible de los recursos, ya que el desarrollo sostenible necesita ciudadanos informados, capaces de tomar decisiones correctas para resolver las complejas situaciones a las que nos enfrentamos. Es necesario un cambio de mentalidad, sobretodo en la manera de relacionarnos entre nosotros y con la naturaleza, para poder encaminar el largo camino hacia la sostenibilidad.

Según Darwin, los organismos que sobreviven son los mejor adaptados a las condiciones particulares de un contexto ambiental específico en un determinado momento histórico, posteriormente, otros biólogos, identifican la cohesión y la solidaridad de grupo como elementos igualmente cruciales para la supervivencia. En este mismo sentido, la científica Janine Benyus subraya las formas fascinantes de comportamiento de interdependencia y simbiosis entre los organismos, demostrando que el mutualismo y la *solidaridad* son también *la ley de la selva*.

*A modo de conclusión* podemos decir que el medio ambiente no es un bien de lujo. Los servicios de las ecosistemas contribuyen a la calidad de vida de innumerables maneras, directa e indirectamente y representan una gran parte del valor económico del planeta. Los servicios de los ecosistemas y el capital natural que los produce, han sido degradados por las acciones humanas hasta el punto de poner en amenaza la sostenibilidad de los sistemas y de la propia sociedad humana.

Un futuro sostenible y deseable es posible, pero es necesario desarrollar una visión y comunicarla. Una razón para la esperanza es que como nosotros los humanos somos los causantes del problema, nosotros podemos solucionarlo (Diamond, 2006). ●

## Referencias

- Abel, N., Cumming, D.H.M. & Andereis, J.M. (2006). Collapse and reorganization in social-ecological systems: Questions, some ideas, and policy implications. *Ecology and Society* 11: U698-U722.
  - Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (2006). *Ecology. From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing. London.
  - Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*.
  - Bermejo, R. (2005). *La gran transición hacia la sostenibilidad. Principios y estrategias de economía sostenible*. Editorial La Catarata. Madrid.
  - Brundtland, G.H. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Organización de Naciones Unidas. New York.
  - Cairns, J. (2006). Designing for nature and sustainability. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 13: 77-81.
  - Costanza, R., d'Arge, R., deGroot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & vandenBelt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
  - Daily, G. (1997). *Nature's Services. Societal Dependence On Natural Ecosystems*. Island Press. Washington.
  - Diamond, J. (2006). *Collapse. How societies choose to fail or survive*. Penguin Books. New York.
  - EEA (2006) *European Environment State and Outlook 2005*. European Environmental Agency.
  - Farber, S., Costanza, R., Childers, D.L., Erickson, J., Gross, K., Grove, M., Hopkinson, C.S., Kahn, J., Pincetl, S., Troy, A., Warren, P. & Wilson, M. (2006). Linking ecology and economics for ecosystem management. *Bioscience* 56: 121-133.
  - Goodland, R. & Daly, H. (1996). Environmental sustainability: Universal and non-negotiable. *Ecological Applications* 6: 1002-1017.
  - Holling, C.S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems* 4: 390-405.
  - Hooper, D. et al. (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75:3-35.
  - Koellner, T & O.J. Schmith (2006). Biodiversity, ecosystems function, and investment risk. *Bioscience* 56: 977-985.
  - Kevan, P.G. and Phillips, T. (2001). The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation Ecology* 5: 8.
-

- Mace, G. (2005) *The current status of global biodiversity*. Address to the International Scientific Conference: Biodiversity Science and Governance, Paris.
- McCauley, D. J. (2006). Selling out on nature. *Nature* 443: 27-28
- Margalef, R. (1992). *Ecología*. Editorial Planeta. Barcelona.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. And Behrens W.W. (1972). *The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books. New York.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L. and Randers, J. (1992). *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Chelsea Green. Post Mills, VT.
- Meadows, D.H., Randers, J. & Meadows, D.L. (2005). *Limits to growth. The 30-year update*. Earthscan. London.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being, a framework for assessment*. Island Press.
- Odum, E.P. (1964). *Ecología*. (C.E.C.S.A.). México.
- Onaindia, M. & Amezcua, I. (2000). Seasonal variation in the seed bank of native woodland and coniferous plantations in Northern Spain. *Forest Ecology and Management* 126:163-172
- Onaindia, M., Dominguez, I., Albizu, I, Garbisu, C. & Amezcua, I. (2004). Vegetation diversity and vertical structure as indicators of forest disturbance. *Forest Ecology and Management* 195 (3): 341-354
- Perrings, C. (2005) *Economics and the value of ecosystem services*. Address to the international scientific conference Biodiversity Science and Governance, Paris.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D.A., Brubaker, H.W., Dumas, A.R., John J. Meaney, John A. S. O'Neil, Douglas E. Onsi & David B. Corzilius (1992) Conserving Biological Diversity in Agricultural/Forestry Systems. *BioScience* 42: 354-362
- Porrit, J. (2005). *Capitalism As If The World Matters*. Forum for the Future. London.
- Reid, W.B. (2006). Nature: the many benefits of ecosystem services. *Nature* 443: 749.



# Konposatu organiko iraunkorrak Ingurumenean

Sonia Arrasate, Alaitz Atutxa, Eneritz Anakabe, Josu Sanz

Kimika Organikoa Saila, Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Leioako Kanpusa, Euskal Herriko Unibertsitatea, Sarriena z/g, 48940 Leioa  
sonia.arrasate@ehu.es

# artículos

Forum  
de  
Sostenibilidad

# FS

de 51 a 57 · nº01/2007

## > Laburpena

Azken 60 urteotan klorazio maila altuko konposatu organiko industrial asko erabili dira. Ondorioz, konposatu organiko iraunkorrak, degradagaitzak, bioakumulagarriak, lipofilikoak, distantzi handietan heda daitezkeenak eta toxikoak, biosferan metatu dira. POP edo konposatu organiko iraunkorrak elika-katean eta animalietan metatzen dira, POP kontzentrazio altuenak elika-kate gorenetan aurkitzen direlarik, hots, gizakietan, hegazti harrapakarietan eta ugaztunetan. Giza osasunerako eta ingurumenerako kaltegarriak dira eta OMS edo Mundu Mailako Osasun Erakundeak POP asko gizakiaren minbizi eragile garrantzitsutzat ditu.

Garapen iraunkorra bilatuz eta arazo hauei aurre egiteko 2001ean Estokolmoko hitzarmena sinatu zen. Bertan 12 POP kaltegarrienen ekoizpen eta erabilera murriztea edo guztiz eliminatzea erabaki zen. Garapen iraunkorrerako eta giza espeziearen osasuna ziurtatzeko, beharrezkoa da ingurumenari errespetu handiagoa dioten eta solidarioa eta sozialki justua den ereduari jarraituz POP-en ordezko berriak ekoiztea. Era berean, mundu osoko substantzi organiko kaltegarrien ekoizpen, erabilera eta eliminazioari buruzko inbentario orokor fidagarri eta zehatza egitea beharrezkoa da, mundu mailan koordinatuta dauden estrategiak garatuz.

**Gako-hitzak:**

## > Abstract

In the last 60 years chlorinated organic compounds have been widely used in industrial processes. As a consequence, a significant accumulation of persistent organic pollutants (POP) has occurred in the biosphere, with the already known adverse effects: bioaccumulability, non-degradable, lipophilic, toxic and high dispersive. POPs hold accumulative properties in the trophic chain as well as in the lipophilic tissues, finding significant concentrations in the superior predators (human, mammalian and birds). POPs are nocive for the environment and human health and therefore many of them are considered potentially carcinogenic by the WHO (World Health Organization). To face this problem and to achieve an advance towards sustainable development in this matter the Stockholm convention was signed (2001). Under the Convention, countries commit to reduce and/or eliminate the production, use, and/or release of the 12 POPs of greatest concern to the global community and to establish a mechanism by which additional chemicals may be added to the Treaty in the future.

To guarantee a sustainable development it is necessary to synthesize alternative compounds to POPs, less harmful to environment, following a socially fair model.

Also, it is necessary to make a global and precise inventory of the production, use and elimination of the organic detrimental substances worldwide, developing coordinated global strategies.

**Key words:**

## > Resumen

En los últimos 60 años se han utilizado numerosos compuestos orgánicos clorados industriales. Como consecuencia, se han acumulado en la biosfera una gran cantidad de compuestos orgánicos persistentes, (POP), los cuales son, bioacumulables, no degradables, lipofílicos, tóxicos y capaces de dispersarse en largas distancias. Los POPs se acumulan en la cadena trófica y en los animales, encontrándose las mayores concentraciones en los depredadores superiores (humanos, mamíferos y aves). Son perjudiciales para el medioambiente y la salud humana y la OMS, Organización Mundial de la Salud, considera muchos de ellos como potenciales cancerígenos. Con objeto de hacer frente a este problema y avanzar en el desarrollo sostenible, se firmó el Convenio de Estocolmo en 2001. Se acordó reducir o eliminar la producción y el uso de los 12 POP más peligrosos.

Para garantizar un desarrollo sostenible es necesario sintetizar nuevos productos alternativos a los POPs, que respeten el medioambiente siguiendo un modelo socialmente más solidario y justo. Asimismo, es necesario realizar un inventario global y preciso de la producción, uso y eliminación de las sustancias orgánicas perjudiciales de todo el mundo, desarrollando estrategias coordinadas a nivel mundial.

**Palabras clave:**

## • Sarrera

Konposatu organikoak, karbonoa eta hidrogenoa, halogenoa, oxigenoa, sufrea, fosforoa, silizioa edo nitrogenoa (elementu horietako bat edo gehiago) konbinatzean eraturiko konposatu guztiak dira, karbono-oxidoak eta karbonato eta bikarbonato ez-organikoak izan ezik.

Substantzi kimikoen ingurumenarekiko portaera eta kokalekua, euren propietate fisiko-kimikoen eta ingurumenaren ezaugarrien menpekoak dira. Aldi berean, propietate fisiko-kimikoak egitura molekularren eta egiturak osatzen dituzten atomoen araberakoak dira.

Konposatuek bi motatako eragina izan dezakete ingurumenean. Iraunkortasun baxua, eta toxizitate eskasa erakusten dutenek ez dute arazo larrikeria eragiten ingurumenean edo osasunean. Baina iraunkorrak, mugikorrak eta toxikoak direnak aldiz, hots, **POP** toxikoak eta lipofilikoak, oso arriskutsuak dira (Cairns eta Niederlehner, 1995).

Iraunkortasuna, arrisku txikiagoa duten substantzietara degradatu aurretik edo deskonposatu aurretik, konposatuak ingurumenean irauten duen denbora da. Konposatu organiko batzuk oso iraunkorrak izan daitezke ingurumenean, hau da, erdibizitza ( $t_{1/2}$ ) sei hilabete baino luzeagoa dute, askok ingurumenean hamarkadatan zehar irauten dutelarik.

## • Konposatu organiko iraunkorrak

Konposatu organiko iraunkorrak edo POP-ak (Persistent Organic Compounds), naturatik eta batez ere industrigintza kimikoan eratzten diren edo zenbait giza-jardueratik, errekontza prozesuetan, elektrizitatea ekoizteko prozesuetan etab. adibidez, nahi gabe eratzten diren konposatu organiko oso egonkorak dira eta bi azpilde nagusitan bana daitezke, hidrokarbuero aromatiko poliziklikoak eta

hidrokarbuero halogenatuak.

Gizakiak POP-ak elikagaietatik, lan istripuetan eta ingurumenetik beregana ditzake. Beraiekin luzaroan zein puntualki baina kontzentrazio altupetan egonez gero osasunarentzako oso kaltegarriak diren kalteak, gaixotasunak eta heriotza ere eragin ditzakete.

Naturarengan duten efektuei buruzko azterketek eta laborategian egindako ikerkuntzek, animalia eta landareetan ere kalte ugari eragiten dituztela frogatu dute (Hayo, 1996).

Ezaugarri garrantzitsuenak dira toxikotasun altua, ingurumenean luzaroan irauten dutela, ez direla naturalki degradatzen, oso bioakumulagarriak direla eta distantzia handietan zehar sakabanatzeko edo zabaltzeko gaitasuna dutela. Hau dela eta, POP-ak ingurumenera askatzen diren kutsatzaile arriskutsuenetakoa dira (Swoboda-Coolberg, 1995).

## • Ingurumeneko kutsatzaile organiko iraunkorren propietateak eta portaera

POP-ak biologikoki, fotolitikoki edo kimikoki degradagaitzak diren konposatu organikoak dira. Batez ere, halogenatuak eta hauen artean gehienak kloratuak. Konposatu hauetan Cl-C lotura hidrolisiarekiko oso egonkorra da eta zenbat eta kloro gehiago izan handiagoa da degradazio biologikoarekiko eta fotolitikokoarekiko erresistentzia. Horretaz gain, kloroa eratzun aromatikoari lotuta badago hidrolisiarekiko egonkorragoa da. Halogenazio maila altua dela eta, uretan ez dira ia disolbatzen eta lipidoetan berriz, oso disolbagarriak dira (Beldoménico *et al.*, 1988). Horregatik zuntz biologikoen egitura fosfolipidikoan zehar erraz pasa daitezke gantz biltegietan metatuz.

Sarreran aipatu dugun bezala, POP-en ezaugarri nagusiak iraunkortasuna,

toxikotasuna bai ingurumenean eta bai giza-  
osasunean, bioakumulagarritasuna eta  
distantzia luzeetan hedatzeko gaitasuna dira.

Ikerketa ugari egin dira POP-en ondorio  
kaltegarriak neurtzeko. Hauetan oinarrituz  
basaespezie askotan immunodefizientzia,  
zenbait itsas-ugaztun espezieen gutxitzea,  
ugalketa arazoak, deformazioak, disfunzio  
immunitarioak, tiroide arazoak etab. eragiten  
dutela frogatu da (Hayo, 1996; Grimalt *et al.*,  
1994; Marcovecchio *et al.*, 1991).

Gizakiaren lehenengo kontaktua POP-ekin  
amaren sabelean gertatzen da, amak bere  
bizian zehar metatutako POP-ak umekiar  
transferitzen baitzikio plazentaren bidez eta  
ondoren umetxoek amaren esne koipetsutik  
hartzen dituzte. Gizakiarengan ondorengo  
efektu kaltegarriak eragiten dituzte: jaiotzetiko  
osasun-arazoak immunologi eta arnasketa  
sisteman kalteak, ugalketa arazoak, sexu-  
desorekak, edoskitzaro laburragoak eta  
sistema endokrinoaren funtzionamendu txarra.  
Sintoma gehiago ere atsekitu zaizkie, hala  
nola, alergiak, hipersentsibilitatea, gibel  
zirrosia, porfiria, nerbio-sisteman kalteak,  
arazo neurologikoak, epe laburreko  
memoriaren galera eta mimbizia. OMS edo  
Mundu mailako Osasunaren Erakundeak POP  
asko gizakiaren mimbizi eragile  
garrantzitsutzat ditu (Gold *et al.*, 2005).

Lipofilikoak direnez, elikagai katean  
esponentzialki metatzen dira, biokontzentrazio  
horregatik aimaliek ingurumeneko POP  
kontzentrazioa baino altuagoak meta  
ditzakete. Biokontzentrazioa, animal  
bategen beste izaki bat jatean, izaki horren ehunetan  
metatuta dauden konposatu organiko  
iraunkorren kontzentrazio altuak bereganatzea  
da. Zenbat eta elika-katean gorago, POP  
kontzentrazioa handiagoa izango da, eta  
horregatik, gizakiok, hegazti harrapariek eta  
ugaztunek kontzentrazio altuenak erakusten  
ditugu.

POPak konposatu erdi-hegazkorrek direnez,  
behin airean, distantzia luzetan heda daitezke

lurrunketa eta kondentsazio atmosferikoaren  
bidez (Domènech, 1997).

Tenperatura altuetan atmosferan zehar  
distantzia luzeetan zehar heda daitezke.  
Tenperatura baxuetan berriz, kondentsatu  
egiten dira, horregatik planetako lekuri  
hotzenetan (Artikoan, mendi-lerro altuetan  
(Allen-Gill *et al.*, 1997; Grimalt *et al.*, 2001  
etab.) kontzentrazio handiak pilatzen dira, eta  
tenperatura oso hotza denez, ezin dira  
atmosfera bueltatu. Tenperaturarekiko  
menpekotasuna duen transferentzia prozesu  
honek, ingurumenean ondorio larriak eragiten  
ditu. Beraz, konposatu organiko iraunkorren  
efektua ekosistemengan ez da diluitzen baizik  
eta leku batetik bestera transferitu egiten da  
masa osoa degradatu gabe.

### • Konposatu Organikoei buruzko Estokolmoko Hitzarmena

2001eko Maiatzak 23an Estokolmoko  
Hitzarmena (ICCA, 2001) sinatu zuten  
Munduko hainbat Herrialdek. Bertan 12 POP  
kaltegarrienen ekoizpena, erabilera eta  
atmosfera igortzea murriztu edo guztiz  
desagerteratzea adostu zuten, etorkizunean  
beste konposatu kimiko kaltegarri batzuk  
gehitzeko konpromesua ere hartuz. Konkre-  
tuki adostasun hauek sinatu ziren:

1. Dioxina eta furanoen emisioak ahalik eta  
gehien murriztu edo eliminatu. Honetarako  
teknologia berriak garatu behar dira.  
Populazioa hezi egin behar da hondakinak  
eta beste material batzuk leku irekietan ez  
erretzeko.
2. DDT-a gradualki eliminatu baina eskualde  
tropikaletako gaixotasun hilgarriena  
den malariaren kontrako ikerkuntza alde  
batera utzi gabe. Gobernuak DDT-a erabiltzen  
jarrai dezakete malariaren kontra borrokatzeko  
ordezko egoki bat lortu arte.
3. Termiten aurkako ordezkari irtenbide egokiak  
bilatu. Termiten galera ekonomiko handiak sor

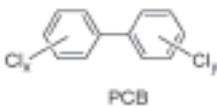
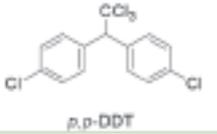
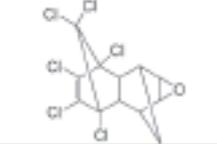
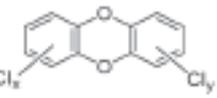
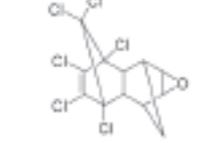
ditzakete, beraz POP-ak dauzkaten hiru termizida onartuta daude ordezko ez hain kaltegarria aurkitzen den bitartean.

4. Mundu osoan zehar zaharkituak dauden hainbeste ekiporen PCB edukinak garbitu. Urte askotan PCB-ak transformadore elektrikoetan eta beste ekipo batzuetan erabili izan dira. 20 urteko epea dago hauek eliminatzeko eta ordezkatzeko. Baina zorritzarrez garapen bidean dauden herrialde gehienek ez dute aldaketa hauek egiteko, ez diru, ez ezagupen teknikorik.

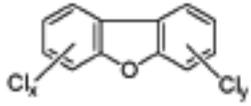
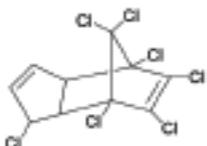
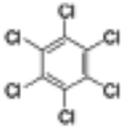
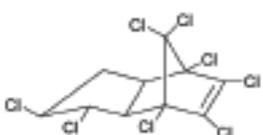
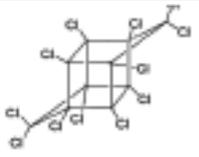
Dozena zikina deritzen 12 POP kaltegarriak ondoko taulakoak dira.

### • Ingurumenean dauden konposatu organiko iraunkorren ondorioak eta irtenbideak

Konposatu organiko iraunkor kaltegarrienen propietate bereizgarrienak lipofilia, iraunkortasuna eta erdihegazkortasuna dira. Horregatik substantzia hauek luzaroan diraude ingurumenean eta distantzia luzeetan zehar hedatu daitezke. Ingurumen baldintza

KONPOSATUA	EGITURA KIMIKOA	EZAUGARRI KIMIKOAK (Formula / PM, g mol <sup>-1</sup> )	Erabilerak/jatorria
ALDRINA		C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>6</sub> 364,92	Intsektikaria
BIFENILO POLIKLORATUAK	 PCB	XPCB 188,7-498,7	Isolatzaileak transformadore elektrikoetan eta ondentsadoreetan
DDT	 p,p'-DDT	C <sub>14</sub> H <sub>9</sub> Cl <sub>5</sub> 354,49	Plagizida, etxeko pestizida, malaria kontrako osasun kanpainetan
DIELDRINA		C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>10</sub> O 380,91	Intsektikaria
DIOXINAK		XCDD 218,5-460	Hondakinen errausketatik eta kloro industriatik (PVC, pestizidak, papergintza...)
ENDRINA		C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>10</sub> O 380,92	Intsektikaria

1. Taula.  
12 POP-en egitura eta ezaugarri kimikoak eta erabilerak

KONPOSATUA	EGITURA KIMIKOA	EZAUGARRI KIMIKOAK (Formula / PM, g mol <sup>-1</sup> )	Erabilerak/jatorria
FURANOAK		XDCF 237,1-443,8	Hondakinen errausketatik eta kloro industriatik (PVC, pestizidak, papergintza...)
HEPTAKLOROA		C10H5Cl7 372,32	Intsektikaria, paludismoa oldartzeko
HEXAKLORO-BENTZENOA	 HCB	C6Cl6 284,78	Fungizida, industria kimikoko albo-produktua, hiri hondakinen errausketatik.
KLORDANDA		C10H6Cl8 409,78	Intsektikaria
MIREXA		C10Cl12 545,5	Intsektikaria, piroerretardantea
TOXAFENOA		C10H10Cl6 340,78	Intsektikaria

1. Taula.  
12 POP-en egitura eta ezaugarri kimikoak eta erabilerak (jarraipena)

normaletan bioanplifikatu eta biokontzentratu egiten direnez, kontzentrazio toxikologiko arriskutsuak eragin ditzakete (Cairns eta Niederlehner, 1995).

Substantzia hoietako askok giza osasunerako eta ingurumenerako eragin oso kaltegarriak dituzte: ugalketaren murrizketa, disfunzio endokrinoak, inmunosupresioa eta kantzerra besteak beste. Kantzerrari buruzko lkerkuntz

Zentru Internazionalak hoietariko asko giza-kartzinogeno moduan hartu ditu .

Sustantzia hoietako asko oraindik orain herrialde batzuetan erabiltzen dira. Duela gutxi arte, POPen erabilerari buruzko datu fidagarri gutxi egon direnez, ez dago zehazki ziurtatzerik zenbat kantitate erabiltzen den, non, eta zein laborantzatan bereziki, ezta substantzia hauek planeta osotik erradikatzeko

zonalde bakoitzean harturiko neurriak ere. Datuak daudenean nahiko mugatuak dira eta ondorioz zaila egiten da gaur eguneko beraien erabileraren perfil orokorrak eta zehatzak egitea. Dena den, azken urteotan, egoeraren larritasunaz ohartuta, neurri asko hartu dira mundu mailan (Caldwell, 1993; Myers, 1992), hainbat hitzarmen eta konpromezu hartu direlarik. Rio de Janeiroko Lurraren Goi Bilerak adibidez, bultzada handia eman zion gai honi. Garapen iraunkorerako, gizakiak POPak murriztu edo eliminatu eta ingurumenari errespetu handiagoa dion eta solidarioa eta sozialki justua den ereduari jarraituz POPen ordezko produktu berriak ekoiztu behar ditu.

Giza osasunarengan eta ingurumenean sustantzia hauek eragiten dituzten efektu toxiko erreal eta potentzialei buruzko

informazio fidagarri eta ziurrak dauden arren, mundu osoko sustantzi hauen ekoizpen, erabilera eta eliminazioari buruzko inbentario orokorra, fidagarria eta zehatza egin behar da, sustantzia hauek mundu osotik modu eraginkorrean desagerterazi ahal izateko.

POPetatik eratorritako arriskuak ekiditeko hainbat estrategia daude. Oinarrian, estrategia hauek gaur egun oraindik erabiltzen diren sustantzia hauek erabili beharrean sustantzia alternatiboak erabili eta biltegi eta leku itxietan dauden POPak (PCBak esaterako) egokiro eliminatzean datzate. Baina mundu mailako arazoa denez gero, estrategia hauek mundu mailan koordinatuta egon beharko lukete eta herrialde guztien posibilitate sozioekonomikotara doituak garapen iraunkorraren bidean. ●

---

## Bibliografia

- CAIRNS, J. Jr eta NIEDERLEHNER, B.R. 1995. Future Trends in Ecotoxicology. *Ecological Toxicity Testing*, Ed. Lewis Publishers, Chapter 13, .217-222.
  - HAYO, M.G. Van der Wef. 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment- Agriculture, Ecosystems and Environment, 60, 81-96
  - SWOBODA - COOLBERG, N.G. 1995. Chemical Contamination of the Environment: Sources, Types, and Fate of Synthetic Organic Chemicals. *Microbial Transformation and Degradation of Toxic Organic Chemicals*, Ed. Wiley- Liss, Inc., 27-74.
  - BELDOMÉNICO H.R., GARCÍA S.R., DEJESÚS J.J., BASSO N. eta CELLINO A.A. 1988. Plaguicidas organoclorados en grasas animales, *Facultad Ingeniería Química*, XLVII, 37-47.
  - GRIMALT, J.O., SUNYER J., MORENO V., AMARAL O.C., SLA M., ROSELL A., ANTÓ J.M. eta ALBAIGÉS J. 1994. Risk excess of soft-tissue sarcoma and thyroid cancer in a community exposed to airborne organochlorinated compound mixtures with a high hexachlorobenzene content. *Int. J. Cancer*, 56, 200-203.
-

- MARCOVECCHIO, J.E., MORENO V.J. eta PEREZ A. 1991. Metal accumulation in tissues of sharks from the Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Marine Environmental Research*, 31, 263-274.
  - GOLD L. S., MANLEY N. B., SLONE T. H., ROHRBACH L. eta GARFINKEL G. B., 2005, Supplement to the Carcinogenic Potencial Database (CPDB): Results of Animal Bioassays Published in the General Literature through 1997 and by the National Toxicology Program in 1997-1998. *Toxicological Sciences*, 85, 747-808.
  - DOMÈNECH, X. 1997. *Química Ambiental. El impacto ambiental de los residuos*. Miraguano Edizioak, Madrid.
  - ALLEN-GILL S.M., LANDERS D.H., WADE T.L., SERICANO J.L. eta CURTIS L.R. 1997. Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Sediments and Biota from Four US Arctic Lakes. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 33, 378-387.
  - GRIMALT, J.O., FERNÁNDEZ P., BERDIE L., VILANOVA R.M., CATALÁN J, PSENNER R., HOFER R., APPLEBY P.G., ROSSELAND, B.O., LIEN L., MASSABUAU J.C. eta BATTARBEE R.B. 2001). Selective trapping of organochlorine compounds in mountain lakes of temperate areas. *Environ. Sci. Technol.*, 35, 2690-2697.
  - ICCA (International Council of Chemical Associations) Stockholm, Sweden, May 23, 2001.
  - CALDWELL, L. K. 1993. *Ecología, Ciencia y política medioambiental*. McGraw-Hill, Madrid
  - MYERS, N. 1992. *El futuro de la Tierra*. Celeste Edizioak, Madrid.
-



# Análisis del paisaje de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai

Gloria Rodríguez-Loínaz, Ibone Amezaga Arregi, Mikel San Sebastián, Lorena Peña Lopez, Miren Onaindia Olalde

Departamento Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Campus de Leioa. Barrio Sarriena s/n. 48940 Leioa. Bizkaia  
miren.onaindia@ehu.es

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 59 a 69 · nº01/2007

## > Resumen

*Se ha analizado la estructura y composición del paisaje actual de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai determinando cuales son los tipos de vegetación dominantes y los más afectados por los procesos de fragmentación. Para ello se han calculado una serie de índices de paisaje a tres escalas: tesela, tipo de vegetación y paisaje. Los resultados muestran que el 70% del área total de la Reserva está cubierta por formaciones forestales de las cuales el 80% está constituida por plantaciones de Pinus radiata y Eucaliptus sp., dando lugar así al tipo de vegetación dominante (55% del área total). Todos los tipos de vegetación considerados muestran desplazamientos hacia el tamaño de mancha pequeño, siendo el 65,5% de las manchas menores de 2 ha, solamente el 5,5 % de las manchas es superior a 10 ha. Sin embargo, existen diferencias entre los tipos de vegetación respecto a la media y en la distribución de tamaños. También se han detectado diferencias en el grado de aislamiento y la forma de las manchas entre los diferentes tipos de vegetación. La vegetación más afectada por los procesos de fragmentación ha sido el robledal-bosque mixto la cual, siendo la vegetación potencial del 80% de la Reserva, se ha quedado reducida al 6% del área al ser reemplazada en gran medida por las plantaciones forestales y los cultivos.*

### • Introducción

Uno de los problemas ambientales más importantes hoy en día es la pérdida de biodiversidad principalmente por el cambio en los usos del suelo. Por ello, para su mantenimiento es necesaria una gestión desde el punto de vista de la ordenación del territorio a través del mantenimiento del mosaico adecuado de manchas de ecosistemas en el paisaje (Waldhardt, 2003). Para poder realizar esta gestión es necesario hacer un análisis del paisaje desde el nivel de tesela, o mancha, así como de la matriz en la que se encuentra la mancha (Dauber, 2003).

La manera en la que los ecosistemas naturales y seminaturales se distribuyen en el territorio es fundamental para la regulación de los flujos, dispersión de las especies y mantenimiento del conjunto de funciones del ecosistema. Los cambios en los usos del suelo pueden afectar en gran medida a la capacidad de dispersión de las especies, dando lugar a procesos de fragmentación de las poblaciones y los consiguientes problemas para su conservación. Así, la fragmentación del hábitat ha sido responsable de extinciones locales en un amplio abanico de taxones (Begon, 1999). El aislamiento de las poblaciones en pequeños fragmentos de hábitat aumenta su vulnerabilidad a la extinción causada por perturbaciones ambientales aleatorias, al mismo tiempo que se aumenta el efecto borde ya que cada área de un hábitat particular está más cerca de un borde donde se topa con un tipo diferente de hábitat (Ricklefs, 2001). Además, el aislamiento de las masas naturales puede llevar a la pérdida o recesión de las mismas, ya que la conexión entre ellas, que funcionan como fuentes y sumideros de los individuos de las distintas poblaciones, es lo que permite el mantenimiento de las mismas. La subdivisión en pequeños fragmentos produce una metapoblación de la que se espera una tasa de extinción más temprana que la de una población no fragmentada (Quinn, 1987).

Por todo ello, la perspectiva a nivel de paisaje es muy importante a la hora de entender los mecanismos que permiten el mantenimiento de la biodiversidad.

En territorios como el de Euskadi, la heterogeneidad del paisaje está principalmente condicionada por la actividad humana. El interés de mantener la complejidad de ese territorio se acrecienta a medida que la demanda de recursos (materiales y recreativos) y la necesidad de su sostenibilidad implican nuevos patrones de explotación, alejados de la monotonía y simplicidad de los paisajes agrarios modernos que ofrecen poca variedad de recursos (Martín de Agar, 1995).

### • Metodología

#### 1. Area de estudio

La Reserva de la Biosfera de Urdaibai es uno de los espacios naturales más importantes de Euskadi, donde se puede observar un amplio espectro de flora y fauna, en un marco de perfecta convivencia entre el ser humano y el medio que lo rodea. Está constituida por la cuenca hidrológica del río Oka (Bizkaia) ocupando una extensión de 220 km<sup>2</sup> en la que viven unas 45.000 personas, de las cuales alrededor del 80% se concentra en las Villas de Bermeo y Gernika. Mantiene una actividad económica basada fundamentalmente en el sector metalúrgico y marítimo-pesquero por una parte, y en el desarrollo de sus propios recursos naturales por otra, destacando la agricultura, la ganadería y el sector forestal.

Urdaibai muestra un paisaje de una gran diversidad donde las abruptas montañas, de escasa altitud y moderada pendiente, dominan las cabeceras de los valles y dan paso al relieve llano de los fondos de valle, vegas y marismas para acabar en el mar ribeteado con una estrecha franja de acantilados, puertos y playas.

En la Reserva se desarrollan también sistemas agrarios tradicionales, en un paisaje diverso y armónico con aldeas, caseríos tradicionales y núcleos urbanos. Todo ello le dota de una singularidad y riqueza que le convierte en uno de los paisajes de mayor interés de Euskadi.

## 2. Base de datos GIS

La base de datos utilizada para el análisis ha sido obtenida mediante la elaboración del mapa de vegetación a partir de ortofotos a escala 1:10.000 sacadas en el año 2002 y facilitadas por el Servicio de cartografía de la Diputación Foral de Bizkaia. En él se han digitalizado todas las manchas de vegetación que se podían diferenciar, las cuales se han clasificado en 19 tipos de vegetación (Tabla 1). En aquellos casos en que existían dudas se han realizado salidas de campo para corroborar *in situ* el tipo de vegetación.

## 3. Caracterización de las teselas

A partir de la base de datos elaborada y mediante el programa vLATE (Lang, 2003) se han calculado los siguientes índices a nivel de mancha: área (A), perímetro (P), dimensión fractal (FD), índice SHAPE, distancia a la mancha más cercana del mismo tipo (de borde a borde) (NND) e índice de proximidad (PI). Tanto la dimensión fractal como el índice SHAPE nos dan información sobre la forma de la mancha. Para el cálculo de la dimensión fractal de cada mancha se ha utilizado la fórmula  $FD=2\ln P/\ln A$ , donde A es el área de cada mancha en m<sup>2</sup> y P su perímetro en metros. El valor de este índice está comprendido entre 1 y 2. Valores próximos a 1 indican perímetros muy simples como círculos o cuadrados, y valores próximos a 2 indican perímetros complejos muy recortados (Mc Garigal, 2002). Para el cálculo del índice SHAPE se ha utilizado la fórmula  $SHAPE=P/(2\sqrt{Ap})$ . El valor de este índice es > 1 y sin límite. SHAPE es igual a 1 cuando la mancha es circular y aumenta sin límite a

medida que la forma de la mancha se vuelve más irregular (Mc Garigal et al., 2002). El índice de proximidad nos informa del grado de aislamiento de la mancha y depende del número, el tamaño y la distancia a la que se encuentran las otras manchas del mismo tipo localizadas dentro de un radio determinado. Se calcula mediante la fórmula  $PI=\sum A_{ir}/h_{ir}^2$  donde  $A_{ir}$  es el área de la mancha i del mismo tipo que se encuentran dentro de un radio r y  $h_{ir}$  la distancia a dicha mancha. El valor de este índice es igual a 0 cuando no existe ninguna mancha del mismo tipo dentro del radio determinado y va aumentando a medida que aumenta el número de manchas y su tamaño y la distancia a ellas se hace más pequeña. En este caso se ha calculado el índice para diferentes radios (50, 500, 1.000 y 2.000 m) para analizar posteriormente cual es el que mejor caracteriza la diferencia entre los diferentes tipos de vegetación.

## 4. Caracterización de los diferentes tipos de vegetación

A partir de estos datos se han calculado los índices a nivel de tipo de vegetación utilizando para ello la formulación propuestos en el programa FRAGSTATS (Mc Garigal et al., 2002). Para cada tipo de vegetación los índices calculados han sido los siguientes: número de manchas que la componen (NP), área total (CA), tamaño medio de mancha (MPS), dimensión fractal media (MPFD), media del índice SHAPE (MSHAPE), densidad de manchas (PD), distancia media a la mancha más cercana del mismo tipo (MNND), media del índice de proximidad (MPI). También se han calculado los índices de dispersión (R) (Forman, 1995) y fragmentación (F) (Gurutxaga, 2003).

## 5. Caracterización del paisaje

Para la totalidad del paisaje los índices calculados han sido: área total (TA), número de manchas (NP), tamaño medio de mancha

(MPS), dimensión fractal media (MPFD), media del índice shape (MSHAPE), densidad de manchas (PD), distancia media a la mancha más cercana (MNND), índice de proximidad medio (MPI), índices de diversidad de Shannon (SHDI) y de Simpson (SIDI), riqueza (PR) e índices de equitatividad de Shannon (SHEI) y de Simpson (SIEI).

El cálculo de estos índices se ha realizado teniendo en cuenta todos los tipos de vegetación distinguidos; sin embargo, el análisis estadístico se ha centrado solamente en la vegetación seminatural por lo que en él únicamente se incluirán los brezales-argomales-helechales, los matorrales, el robledal-bosque mixto, la vegetación de ribera o bosque de galería y el encinar cantábrico.

#### 6- Análisis estadísticos

El tamaño de las manchas, la dimensión fractal y la NND han sido comparadas entre los diferentes tipos de vegetación mediante el análisis de la varianza (ANOVA). En el caso del tamaño y la NND los datos se han normalizado mediante transformación logarítmica ( $\log_{10}$ ). También ha sido comparada la distribución de tamaños de los diferentes tipos de vegetación mediante el test  $\chi^2$ . El índice de proximidad se ha comparado entre las diferentes clases mediante el test de Kruskal-Wallis.

### • Resultados

#### 1- Estructura del paisaje

El área total de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai es de 21.941 ha de las cuales el 70% está cubierta por formaciones forestales. Atendiendo al área total ocupada, el tipo de vegetación dominante son las plantaciones forestales de *Pinus radiata* y *Eucaliptus* sp. las cuales ocupan el 55,6% del área (12.192 ha). En segundo lugar se encuentran los prados y

cultivos atlánticos con un total de 4.895 ha ocupando el 22,3% del área total. Hay que destacar el robledal-bosque mixto el cual, constituyendo la vegetación potencial de la mayor parte de la zona, se encuentra ocupando únicamente el 6% del área con 1.382 ha (Tabla 1). Sin embargo, en relación al número de manchas el robledal-bosque mixto es el más representado con un total de 532 (37,3%) manchas en su mayoría de pequeño tamaño (área < 3 ha) dando lugar al hábitat más fragmentado ( $F=1,17$ ) (Tabla 1). En segundo lugar se encuentran las plantaciones forestales de *Pinus radiata* y *Eucaliptus* sp. y los prados y cultivos atlánticos los cuales constituyen casi el 19 % de las manchas cada uno (Tabla 1).

El tamaño medio de las manchas (MPS) a nivel de paisaje es de 15,36 ha, sin embargo, presenta una desviación estándar muy alta (20,12 ha) (Tabla 2) ya que mientras que hay algunos tipos de vegetación formadas por manchas de gran tamaño, como las plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucaliptus* sp. (45,49 ha) y el encinar (54,03 ha), otros están formados por manchas muy pequeñas como los bosques de ribera (2,17 ha) o las manchas de vegetación de roquedos calizos (0,56 ha).

VEGETACIÓN	CA	%CA	NP (%)	F	MPS	MPFD	MNND	PD	MPI	R
Abedular	8,526	0,04	4	10,56	2,13	1,349	1.739	0,018	0	0,202
Arenales costeros	60,61	0,28	5	87,60	12,12	1,275	953	0,023	32,42	0,138
<i>Baccharis holimifolia</i>	56,93	0,26	16	65,59	3,56	1,393	38	0,073	155,88	0,054
Brezal-argomal-helechal	272,21	1,24	52	<b>5,46</b>	<b>5,23</b>	1,327	635	0,237	11,36	0,959
Carrizales	56,77	0,26	6	433,40	9,46	1,337	125	0,027	157,88	0,022
Acantilados costeros	65,78	0,30	7	128,21	9,40	1,481	360	0,032	99,08	0,073
Prados y cultivos	4.894,50	<b>22,31</b>	<b>265 (18,6%)</b>	20,55	18,47	1,334	116	1,208	2.903,36	0,899
<i>Elymus pycnanthus</i>	122,90	0,56	8	346,25	15,36	1,358	191	0,036	198,82	0,044
Encinar	1.404,79	6,40	26	147,01	<b>54,03</b>	1,326	487	0,119	2.721,41	<b>0,368</b>
<i>Halimione portulacoides</i>	135,06	0,62	7	877,51	19,29	1,338	108	0,032	251,09	0,022
Matorral	78,85	0,36	35	<b>2,60</b>	2,25	1,328	853	0,160	8	0,867
Plan. Frondosas	155,57	0,71	41	9,05	3,79	1,339	352	0,187	33,59	0,419
Plant. <i>Pinus radiata</i> y <i>Eucalyptus</i> sp	12.191,95	<b>55,57</b>	<b>268 (18,6%)</b>	71,42	<b>45,49</b>	1,332	81	1,222	90.837,27	0,637
Bosques de ribera	110,91	0,51	51	<b>3,02</b>	<b>2,17</b>	1,489	487	0,232	2,45	0,721
Robledal-bosque mixto	1.382,19	<b>6,30</b>	<b>532 (37,3%)</b>	<b>1,17</b>	2,60	1,355	143	2,425	48,07	<b>2,220</b>
Vegetación de roquedos calizos	1,11	0,01	2	2.802,81	<b>0,56</b>	1,399	341	0,000	0,05	0,000
Núcleos de población	523,06	2,38	55	12,85	9,51	1,319	463	0,251	32,91	0,740
Zonas sin vegetación	411,24	1,87	17	51,39	24,19	1,365	954	0,077	8.423,81	0,471
<i>Spartina marítima</i>	8,47	0,04	31	8,33	0,27	1,419	36	0,141	22,77	0,033

Tabla 1. Valores de los índices calculados para los diferentes tipos de vegetación presentes en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

CA= área total, %CA= % del área total, NP= número de teselas, F= índice de fragmentación, MPS= tamaño medio de las teselas, MPFD= dimensión fractal media, MNND= distancia media a la mancha más cercana, PD= densidad de teselas, MPI= media del índice de proximidad, R= dispersión de las teselas. Se destacan los valores más significativos.

TA	NP	MPS	PSSD	PD	SHDI	SIDI	PR	SHEI	SIEI
21.941,43	1,428	15,36	20,12	0,07	1,44	0,63	19	0,49	0,67

Tabla 2. Valores de los índices calculados a nivel de paisaje en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. TA= área total, NP= nº de manchas, MPS= tamaño medio de las manchas, PSSD= desviación estándar del tamaño medio de las manchas, PD= densidad de manchas, SHDI= índice de diversidad de Shannon, SIDI= índice de diversidad de Simpson, PR= riqueza, SHEI= índice de equitatividad de Shannon y SIEI= índice de equitatividad de Simpson

## 2. Tamaño de manchas

En general, la distribución de tamaños está fuertemente desplazada hacia los tamaños pequeños con un 65,5% de las manchas menores de 2 ha, siendo únicamente el 5,5 % de las manchas superiores a 10 ha. Todas las clases muestran desplazamientos hacia el tamaño pequeño (Fig. 1), pero existen diferencias entre ellas respecto a la distribución de tamaños ( $P < 0,05$ ,  $\chi^2$ ). El robledal-bosque mixto y los bosques de ribera presentan una distribución similar con cerca del 70% de las manchas inferiores a 2 ha y menos de un 10% de ellas superiores a 10 ha.

Por otro lado, se encuentran el encinar cantábrico y el brezal-argomal-helechal los cuales únicamente presentan un 50% de las manchas con tamaño inferior a 2 ha, siendo casi el 20% superior a 10 ha. Por último, se encuentra el matorral el cual difiere del resto y no presenta ninguna mancha mayor de 10 ha.

También existen diferencias respecto al tamaño medio de las manchas (MPS) ( $P < 0,0001$ , ANOVA). El encinar cantábrico ( $54,03 \pm 29,69$  ha) y el brezal-helechal-argomal ( $5,23 \pm 1,02$  ha) están formados por manchas más grandes que el robledal ( $2,60 \pm 0,20$  ha) y la vegetación de ribera ( $2,17 \pm 0,44$  ha) (Fig. 2).

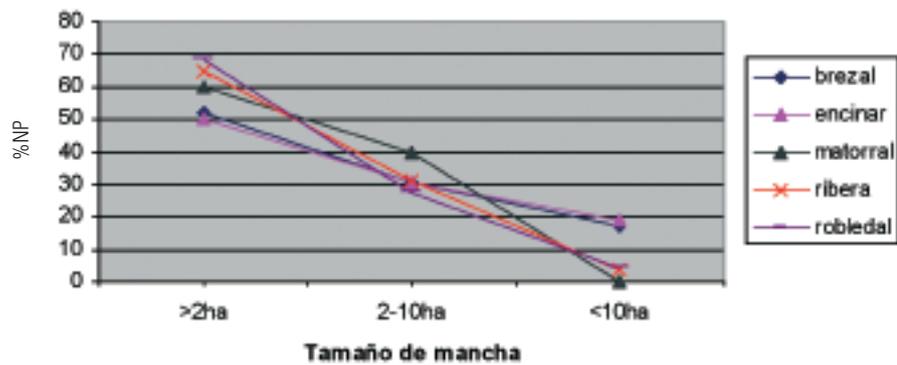


Fig.1. Distribución de tamaños de manchas para los cinco tipos de vegetación considerados.

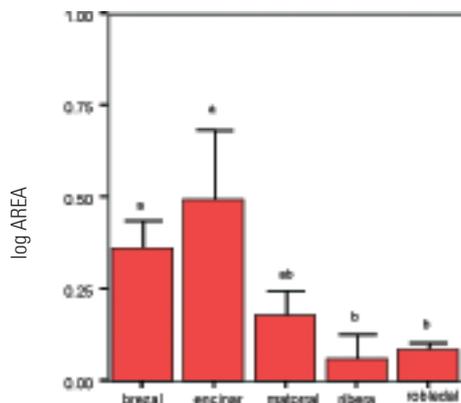


Fig.2. Área (CA) (transformada mediante  $\text{Log}_{10}$ ) (media+ES) para los cinco tipos de vegetación considerados.

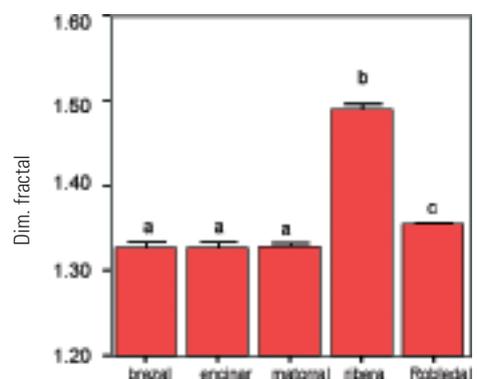


Fig.3. Dimensión fractal (FD) (media+ ES) para los cinco tipos de vegetación considerados.

3 • Dimensión fractal

Existen diferencias entre los diferentes tipos de vegetación en cuanto a la forma ( $P < 0,0001$ , ANOVA), siendo los bosques de galería los que presentan una mayor dimensión fractal por tener formas muy alargadas (Fig. 3). En segundo lugar se encuentra el robledal-bosque mixto, no habiendo diferencias entre los otros tres tipos de vegetación. En el caso del brezal-argomal-helechal y del robledal la dimensión fractal disminuye al aumentar el tamaño de la mancha ( $P < 0,01$ , Pearson) (datos sin mostrar).

• Aislamiento

El mayor índice de dispersión lo presenta el robledal-bosque mixto (Tabla 1), seguido por el brezal-argomal-helechal, siendo el encinar atlántico el menos disperso de los cinco tipos de vegetación considerados. En lo referente a la distancia a la mancha más cercana (NND) existen diferencias entre las clases ( $P < 0,0001$ , ANOVA), siendo el matorral el que presenta la media mayor y el robledal-bosque mixto la media menor (Fig. 4).

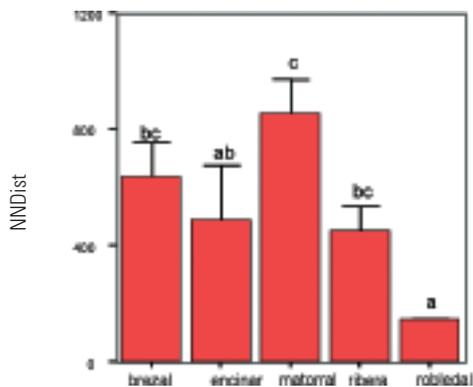


Fig.4. Distancia media a la mancha más cercana (NND) (media+ ES) para los cinco tipos de vegetación considerados.

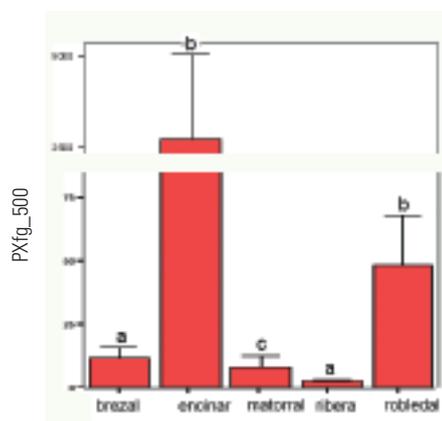


Fig.6. Índice de proximidad (PI) (media+ ES) para los cinco tipos de vegetación considerados.

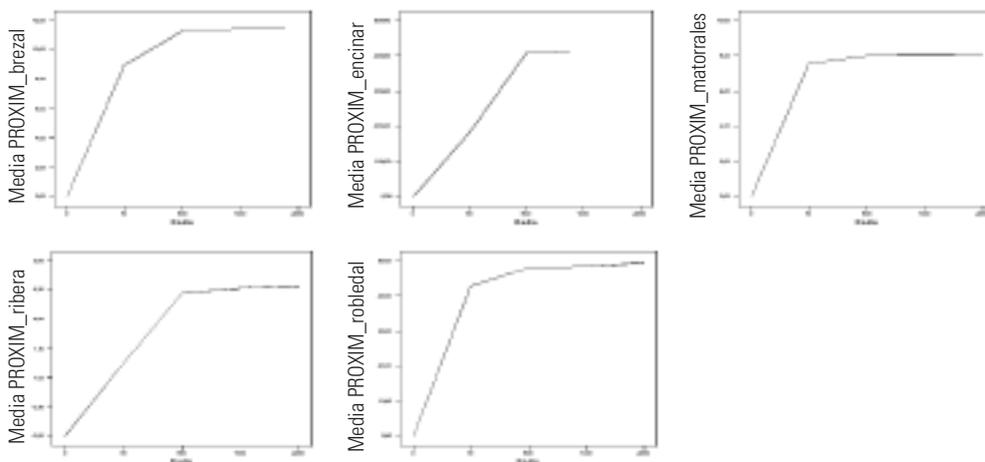


Fig.5. Evolución de índice de proximidad (media) (MPI) con los diferentes radios para los cinco tipos de vegetación considerados: a) brezal-argomal-helechal, b) encinar cantábrico, c) matorral, d) robledal-bosque mixto y e) vegetación de ribera.

El índice de proximidad elegido para el análisis ha sido el calculado para un radio de 500 m ya que a partir de él la media del índice se axintotizaba para todas las clases excepto para el robledal-bosque mixto que lo hacía a radios mayores (Fig. 5).

Existen diferencias en el grado de aislamiento (índice de proximidad) ( $P < 0,0001$ , Kruskal-Wallis) siendo el encinar cantábrico el que presenta menor grado de aislamiento y los bosques de ribera los que mayor (Tabla 1 y Fig. 6).

### • Discusión

La selección de la escala de estudio adecuada es uno de las claves en los estudios de paisaje ya que las variaciones espaciales pueden detectarse o no según la escala de observación (Gustafson, 1998). En este estudio la escala seleccionada ha sido de 1:10.000 ya que a escala 1:25.000 se perdía gran cantidad de información. Las pequeñas manchas de vegetación actúan como puentes entre manchas más grandes minimizando los efectos negativos de las áreas continuas de otro tipo de vegetación (Foman, 1995) lo que disminuye los efectos negativos de la fragmentación. En el caso estudiado más del 65% de las manchas son inferiores a 2 ha y el uso de la escala 1:10.000 permite incluirlas en el análisis.

La Reserva de la Biosfera de Urdaibai presenta un 70% de la superficie arbolada. Este valor es muy superior al de otros paisajes agrícolas templados tanto de la cornisa cantábrica (García, 2005) como de otros lugares del planeta (Pan, 2001) donde la cobertura es inferior al 30%. Esta diferencia puede explicarse debido a los cambios de usos del suelo ocurridos durante las últimas décadas en la Reserva. Durante los siglos pasados el paisaje de Urdaibai seguía un modelo tradicional agro-silvo-ganadero en el que el papel del caserío era muy importante

ya que su objetivo era el autoconsumo lo que condicionaba una gran variedad de cultivos y aprovechamientos que mantenían una alta diversidad paisajística (Atauri, 1995). Esta situación se vio alterada a partir de los años 50 como resultado del proceso de industrialización, el cual marcó el principio de la crisis del mundo rural. La consecuencia inmediata de esta crisis fue el éxodo rural con el consiguiente abandono de tierras de cultivo lo cual provocó la aparición de problemas de erosión, deslizamientos de masas, pérdidas de materiales finos del suelo, etc. Ante esta situación la Administración intentó solucionar el problema mediante el fomento de plantaciones forestales de turno corto (Groome, 1990). Las altas rentabilidades obtenidas por los primeros cultivos madereros junto con una política de subvenciones a los cultivos forestales hicieron que los propietarios optaran por dedicar sus parcelas a cultivos forestales lo que dio lugar a una enorme expansión en Gipuzkoa y Bizkaia de los monocultivos de *Pinus radiata*. Esto explica porqué el 55,6% de la superficie de la reserva está constituida por plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus* sp.

La vegetación seminatural ha sido la más afectada por estos cambios y presenta los mayores grados de fragmentación. Así, el robledal-bosque mixto, siendo la vegetación potencial del 80% de la reserva (GESPLAN, 2002) ha pasado a ocupar únicamente el 6,3 % del área total ya que ha sido sustituida por los prados y cultivos en las zonas de fondo de valle y por las plantaciones forestales en las laderas de las montañas, dando lugar a la vegetación más fragmentada. El encinar cantábrico, por el contrario, se ha conservado en gran medida ya que es la vegetación potencial de los afloramientos calizos (GESPLAN, 2002) que forman grandes lapiaces semidesnudos. Estas zonas no son adecuadas para el establecimiento de plantaciones de *Pinus radiata* las cuales presentan mal crecimiento en suelos muy pedregosos y mal estructurados (Schlatter, 1977). Además el *Pinus radiata* en su hábitat natural necesita al

menos 35 cm de suelo para su establecimiento, pero, para alcanzar 30 m de altura necesita más de 90 cm (Gandullo, 1974), lo cual no se cumple en estas zonas.

Uno de los efectos de la fragmentación es el aumento del efecto borde, el cual, sumado a los efectos producidos por la reducción del tamaño de las manchas y el aumento del grado de aislamiento contribuyen a una reducción de la calidad del paisaje (Burel, 2002). Este efecto borde es además mayor en las manchas más irregulares ya que en ellas es mayor la relación perímetro/área, y por tanto la dimensión fractal, por lo que el efecto negativo del borde abarca una mayor área. En este caso se han detectado diferencias en la dimensión fractal entre los diferentes tipos de vegetación analizados. Así, el bosque de ribera presenta una dimensión fractal muy superior al resto. Esto es perfectamente lógico ya que este tipo de vegetación se establece en los márgenes de los ríos por lo que presenta formas muy alargadas. También existen diferencias en cuanto a la dimensión fractal entre el robledal-bosque mixto y el resto de tipos de vegetación, posiblemente debido a que se ha conservado en muchas ocasiones en los bordes entre plantaciones forestales y cultivos, como ha ocurrido con los bosques de coníferas en zonas de Canadá (Pan, 2001), y en fondos de pequeños valles, ya que no son accesibles para la maquinaria forestal. Existen varios estudios en los que se ha visto que las manchas se vuelven más irregulares al aumentar el tamaño (García, 2005, Pan, 2001, Krummel, 1987, Amy, 2001). En este caso no sólo no se ha visto esta relación sino que se da la contraria en el caso del brezal-argomal-helechal y del robledal-bosque mixto, es decir, la dimensión fractal disminuye al aumentar el tamaño de las manchas.

Por último, también se han detectado diferencias en el grado de aislamiento entre los tipos de vegetación estudiados. La vegetación menos aislada son las plantaciones forestales de *Pinus radiata* y

*Eucalyptus* sp. ya que están formadas por grandes manchas que ocupan más de la mitad del territorio lo que hace que todas ellas estén relativamente cerca las unas de las otras. En segundo lugar se encuentran los prados y cultivos seguidos muy de cerca por el encinar. Como se ha dicho anteriormente el encinar se ha conservado en gran medida en los afloramientos calizos por lo que su grado de aislamiento viene determinado por la localización de estos sustratos más que por la acción humana. El caso del robledal-bosque mixto es bien distinto ya que presenta un grado de aislamiento muy superior como consecuencia de la actividad humana. Así, se encuentra más aislado que otros bosques de la cordillera cantábrica (García, 2005). A pesar de ello, si se compara con los otros tipos de vegetación considerados, su grado de aislamiento es menor ya que aunque las manchas que lo componen son muy pequeñas estas son muy numerosas y están muy dispersas por todo el territorio lo que hace que todas las manchas tengan manchas del mismo tipo cerca. ●

---

### • Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Cátedra UNESCO proyecto UNESCO2003/09, y el Ministerio de Ciencia y Educación proyectos MEC:CGL2004-05487-C02-01/B05 y MEC:CGL2005-08046-C03-01

## Bibliografía

- Amy, J.L. & Guy, N.C. 2001. Analysis of landscape patterns in coastal wetlands of Galveston Bay, Texas (USA). *Landscape Ecology* 16, 581-595.
  - Atauri, J. A. 1995. *Efectos ecológicos de los cambios de uso del suelo en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
  - Begon, M., Harper, J.L. & Townsed, C.R. 1999. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Ed. Omega. Barcelona.
  - Burel, F. & Baudry, J. 2002. *Ecología del paisaje : conceptos, métodos y aplicaciones*. Ed. Mundi-Prensa. 2002. Madrid.
  - Dauber, J., Hirsch, M., Simmering, D., Waldhardt, R., Otte, A. & Walters, V. 2003. Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98, 81-92
  - Duelli, P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2, 81-92.
  - Forman, R.T.T. 1995. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.
  - Gandullo, J.M., González, S. & Sánchez, O. 1974. Ecología de los pinares españoles IV. *Pinus radiata* D. Don. Colección Monografías INIA Nº 13. Madrid. En: [http://www.gestionforestal.cl/pt\\_02/plantaciones/txt/ReqEcol/REPIN.htm](http://www.gestionforestal.cl/pt_02/plantaciones/txt/ReqEcol/REPIN.htm)
  - Garcia, D., Quevedo, M., Obeso, J.R. & Abajo, A. 2005. Fragmentation patterns and protección of montane forest in the Cantabrian range (NW Spain). *Forest Ecology and Management* 208, 25-43.
  - GESPLAN. Sistema de cartografía ambiental de la C.A.P.V. 2002. Departamento de ordenación del territorio, vivienda y medio ambiente del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
  - Groome, H. 1990. Historia de la política forestal en el estado español. Monografías de la agencia de medio ambiente Nº1. Madrid. En: Atauri, J. A. 1995. *Efectos ecológicos de los cambios de uso del suelo en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
  - Groome, H. 1992. Factores a tener en cuenta en la planificación forestal en Euskadi. En: Atauri, J. A. 1995. *Efectos ecológicos de los cambios de uso del suelo en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
  - Gurutxaga, M. 2003. *Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Departamento de ordenación del territorio y medio ambiente del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
  - Gustafson, E. G., 1998. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of art?. *Ecosystems* 1, 143-156
-

- Hoffman-Kroll, R., Schäfer, D. & Siebel, S. 2003. Landscape indicators from ecological area sampling in Germany. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98, 363-370.
- Hoffmann, J. & Greef, J.M. 2003. Mosaic indicators-theoretical approach for the Development of indicators for species diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98, 387-394.
- Krummel, J.R., Gardner, R.H., Sugihara, G., O'Neil, R.V. & Coleman, P.R. 1987. Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos* 48, 321-324.
- Liu, T. & Taylor, W.W. 2002. *Integrating landscape ecology into natural resource management*. Cambridge University Press.
- Löfman, S. & Kouki, J. 2003. Scale and dynamics of a transforming forest landscape. *Forest Ecology and Management* 175, 247-252.
- Martín de Agar, P., de Pablo, C.L., Schmitz, M.F., Atauri, J.A., Rescia, A.J. y Pineda, F.D. 1995. Incidencias ambientales de los cambios de usos del suelo en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. En: *Reserva de la Biosfera de Urdaibai: investigación básica y aplicada*. Departamento de industria, agricultura y pesca. Servicio central de publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- Mc Garigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C., & Ene, E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)
- Lang, S. & Tiede, D. 2003. vLATE Extension für ArcGIS - vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse, ESRI Anwenderkonferenz 2003 Innsbruck. CDRROM. En: Pan, D., Doman, G., Marceau, D., & Bouchard, A. 2000.



# Medio Ambiente y competitividad: estado del arte en el ámbito internacional

**Azucena Vicente, Unai Tamayo, Julen Izaguirre**

Departamento Economía Financiera II, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Avda Lehendakari Aguirre nº 83, 48015 Bilbao  
azucena.vicente@ehu.es

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 71 a 81 · nº01/2007

## > Resumen

*El medio ambiente es un factor cada vez más importante para competir en los mercados internacionales dadas las exigencias actuales de la clientela y de la legislación en los países más desarrollados. Sin embargo, todavía son muchas las empresas que consideran la actuación medioambiental como un factor que reduce su rentabilidad y, por ende, su capacidad competitiva.*

*Por ello, en este trabajo se pretende realizar una revisión de la literatura empírica más relevante en el ámbito internacional sobre la relación existente entre medio ambiente y competitividad. El análisis de los resultados de estos trabajos nos permitirá determinar si la relación entre ambas variables es positiva o si, como sostienen numerosas empresas, existe una relación negativa entre medio ambiente y competitividad.*

## > Laburpena

*Ingurugiroa gero eta faktore garrantzitsuagoa bilakatzen ari da merkatu internazionalen lehiatu ahal izateko, gaur egun bezeroek duten exigentzia maila eta herrialde garatuenetako legedia zorrotzagoa dela eta. Dena den, gaur egun, oraindik asko dira ingurugiroaren aldeko ekimenak errentagarritasuna eta, ondorioz, lehiakortasun gaitasuna murrizten duen faktore bezala ikusten dituzten enpresak.*

*Horretarako, eremu internazionalen ingurugiro eta lehiakortasunaren artean ematen den erlazioa aztertzen duen literatura empirikoren garrantzitsuenaren berrikuspen batean oinarrituko gara. Lan horien analisen emaitzen bitartez aldagai bi horien harremana positiboa, ala hainbat enpresek adierazten duten bezela, harreman negatiboa dagoen ikusiko dugu.*

## > Abstract

*Environment is becoming an important factor when competing in international markets due to customers' actual demands and developed countries' legislation. However, there are companies that still consider the environmental issues as a factor that reduce their returns and, subsequently, their competitiveness.*

*Thus, this paper tries to discuss firstly the obstacles that affect implementation of ecological strategies and procedures. At a second stage, it tries to elucidate whether the supposed costs of implementing environmental improvements to the business processes actually pose a loss on companies' competitiveness. For that purpose, this paper will rest on the review of the relevant empiric literature about the relation between environment and competitiveness in an international scenario.*

## • Introducción

La relevancia social que ha adquirido la protección del medio ambiente en las últimas décadas ofrece a la empresa nuevos campos de actuación e importantes oportunidades estratégicas. Sin embargo, ésta se ha mostrado, en general, bastante reticente a introducir mejoras medioambientales (limitándose a cumplir los mínimos legales exigidos), por entender que este tipo de actuaciones merma su rentabilidad y capacidad competitiva (Avila y Whitehead, 1993; Círculo de Empresarios, 1996; Vicente, 2001). Dada esta reticencia, en este trabajo se pretende analizar la influencia de las actuaciones medioambientales de las empresas sobre su competitividad. Así, se realiza una revisión de la literatura empírica más relevante en el ámbito internacional sobre la relación medio ambiente-competitividad, empleando para ello indicadores económico-financieros. De este modo, pretendemos determinar si la percepción de los directivos empresarial está basada en criterios objetivos o, si por el contrario, carece de fundamento.

## • Obstáculos al proceso de adopción de una estrategia ecológica en la empresa

Martín Gómez (1996) defiende la existencia de dos tipos básicos de obstáculos en la implementación de una estrategia ecológica: barreras de tipo industrial y barreras de tipo organizacional. Así, entre las barreras industriales, este autor señala el coste de los proyectos medioambientales, la dificultad de las empresas para conseguir información medioambiental o la falta de conocimientos técnicos para resolver o eliminar ciertos riesgos o efectos medioambientales. Por lo que respecta a las barreras organizacionales, los principales obstáculos se encuentran en la actitud de los empleados (para los que, normalmente, el medio ambiente no es un objetivo prioritario, muchas veces por

desconocer la importancia de este factor); en los propios directivos que no suelen considerar el medio ambiente como un valor; en la utilización de prácticas obsoletas que no permiten fomentar procedimientos operativos ecológicos; y en la calidad de la comunicación, ya que suele haber una distancia considerable entre los compromisos ecológicos de la dirección y el correspondiente programa de acción, lo que ha sido verificado por otros autores (Peattie y Ring, 1993).

Según el EcoBarómetro (2000) en el País Vasco casi el 40% de las empresas encuestadas consideraban las limitaciones financieras como una barrera potencial importante en la mejora medioambiental. Además, sólo un 30% afirmaron que una reducción de su impacto medioambiental podría conllevar un incremento del beneficio. Esto sugiere que el medio ambiente no se percibe como un factor de incremento de la competitividad, sino como una variable que tiende a erosionarla.

Podemos decir que, en general, se aprecia cierto consenso (Peattie, 1990; Boiral y Jolly 1992; Peattie y Ring, 1993; Círculo de Empresarios, 1996; Martín Gómez, 1996; EcoBarómetro, 2000) respecto a los principales factores que obstaculizan la implementación de una estrategia ecológica en la organización, y que podríamos resumir en el coste de los proyectos ecológicos, la actitud de los directivos y empleados, la inercia organizacional, la carencia de información y los problemas operativos.

Así pues, la inversión o el coste de los proyectos ecológicos es uno de los obstáculos que directivos y empresarios aducen para no implementar estrategias ecológicas. Sin embargo, no hemos de olvidar que cualquier proyecto susceptible de generar ventajas competitivas tiene costes y requiere de algún tipo de inversión. La cuestión a dilucidar es si compensa; es decir, si tales costes e inversiones se pueden ver compensados por una mayor rentabilidad a largo plazo,

consecuencia de una mejora de la competitividad.

Por ello, a continuación analizaremos los resultados que nos proporciona la evidencia empírica sobre la relación actuación medioambiental-resultados económico/financieros.

### • Estudios empíricos sobre actitud medioambiental y rendimientos económico-financieros

El análisis de la relación existente entre comportamiento medioambiental y

comportamiento económico-financiero de la empresa, como indicador de su competitividad, se ha realizado con una muestra de 35 estudios, procedentes, en su mayoría de Estados Unidos. El punto de partida de la investigación es el año 1972 y se extiende hasta el año 2003.

Los estudios se han dividido por años, a fin de facilitar la interpretación de los resultados; así, han quedado encuadrados en dos grupos, apareciendo, por un lado, aquellos estudios realizados en las décadas de los setenta y ochenta; y, por otro, los efectuados de 1990 en adelante. Aparecen, además, ordenados por fechas y orden alfabético de los autores.

Tabla 1. Estudios sobre la relación medio ambiente y resultados económico-financieros

<b>Autores/ período</b>	<b>País</b>	<b>Período de análisis</b>	<b>Nº empresas / Sector</b>
Bragdon y Marlin (1972)	EEUU.	1965-1970	17 empresas (sector pulpa y papel)
Fogler y Nutt (1975)	EEUU.	1971-1972	9 empresas (sector pulpa y papel)
Belkaoui (1976)	EEUU.	1969-1971	50 empresas
Chugh <i>et al.</i> (1978)	EEUU.	1970-1972	Emp. sectores altamente contaminantes
Spicer (1978a)	EEUU.	1968-1973	18 empresas (sector pulpa y papel)
Spicer (1978b)	EEUU.	1968-1973	18 empresas
Chen y Metcalf (1980)	EEUU.	1968-1973	18 empresas
Freedman y Jaggi (1982)	EEUU.	1973-1974	109 empresas
Shane y Spicer (1983)	EEUU.	1970-1975	58 empresas de sectores altamente contaminantes
Mahapatra (1984)	EEUU.	1967-1978	61 empresas de 6 sectores
Rockness <i>et al.</i> (1986)	EEUU.	1980-1983	21 empresas del sector químico
<b>Autores/ período</b>	<b>País</b>	<b>Período de análisis</b>	<b>Nº empresas / Sector</b>
Erfle y Fratantuono (1992)	EEUU	*1	* Empresas de productos de consumo
Jaggi y Freedman (1992)	EEUU	1975-1980	13 empresas del sector pulpa y papel
Barth y McNichols (1994)	EEUU	1989-1993	257 empresas de diversos sectores
Cohen <i>et al.</i> (1995)	EEUU	1987-89, 1990-91	Dos muestras empresas: nivel alto/bajo contaminación
Diltz (1995)	EEUU	1989-1991	159 empresas y 28 carteras (fondos de inversión)
Hamilton (1995)	EEUU	1987-1989	463 empresas
Feldman <i>et al.</i> (1996)	EEUU	1980-87, 1988-94	330 empresas
Hart y Ahuja (1996)	EEUU	1989-92, 1988-89	127 empresas
Klassen y McLaughlin (1996)	EEUU	1985-1991	100 grandes empresas de diversos sectores

1 • Dato no disponible.

<b>Autores/ período1990-2003</b>	<b>País</b>	<b>Período de análisis</b>	<b>Nº empresas / Sector</b>
Nehrt (1996)	Brasil, Canadá, España, EEUU, Portugal, Finlandia y Suecia	1983-1991	50 empresas blanqueadores químicos
White (1996)	EEUU	1989-1992	97 empresas
Blacconiere y Northcutt (1997)	EEUU	02/1985-10/1986	72 empresas del sector químico
Cordeiro y Sarkis (1997)	EEUU	1991-1992	523 empresas
Cormier y Magnan (1997)	Canadá	1986-1993	Empresas contaminantes, sector pulpa, papel, químicas
Konar y Cohen (1997)	EEUU	1988-1989	321 empresas de diversos sectores
Ahmed <i>et al</i> (1998)	EEUU	*	655 empresas industriales (altamente contaminantes)
Edwards (1998)	Gran Bretaña	1992-1996	51 empresas de 8 sectores industriales
Butz y Plattner (1999)	Europa	05/1996-05/ 1997	65 empresas de diversos sectores
Tomas y Tonks (1999)	Gran Bretaña	1985-1997	131 empresas de diversos sectores
Carter <i>et al.</i> (2000)	EEUU	1996	437 fabricantes de productos de consumo
Blank y Carty (2001)	Empresas internacionales	*	Índices de inversión socialmente responsable, comparándolos con índices tradicionales de inversión
Wagner <i>et al.</i> (2002)	Alemania, Italia, GB, Países bajos	1995-1997 *	248 empresas de la industria del papel
Garz, Volk y Gilles (2003)	EEUU	1999-2002	Comparación de índices familia DJ STOXX con DJSI
Menguc y Ozanne (2003)	Australia		140 de las mayores empresas manufactureras del país

Fuente: *Elaboración propia*

### • Interpretación y discusión de los resultados del análisis sobre actuación medioambiental y rendimientos económico-financieros

Para el análisis de los resultados obtenidos en los estudios recopilados se ha procedido a su agrupación siguiendo diversos criterios.

Por un lado hemos tenido en cuenta aquellos estudios realizados en las décadas de los setenta y los ochenta (11 estudios), y, por otro, hemos analizado aquellos llevados a cabo desde 1990 hasta nuestros días (24 estudios).

En segundo lugar, se han considerado los tipos de variables económico-financieras que aparecían con mayor frecuencia, formando agrupaciones que nos permiten comprender la incidencia de la actuación medioambiental sobre la rentabilidad financiera de la empresa (ROE), su rentabilidad económica (o rentabilidad sobre las inversiones en activos efectuadas: ROA; ROI; ROC; ROCE), el riesgo de la empresa, el precio de las acciones o el dividendo pagado a los accionistas, así como aspectos relacionados con la liquidez o solvencia a corto plazo (ventas, ingresos, *cash-flow*) y con los beneficios o ganancias de la empresa. Para aquellos casos en que no se indicaba la medida

empleada para valorar la influencia de la actuación medioambiental sobre el resultado económico-financiero, o bien aquella diferencia de las medidas indicadas anteriormente se ha incluido un apartado en el que se recogen estos rendimientos, rentabilidades o resultados económicos y/o financieros. Así mismo, se ha introducido un grupo en el que se recogen resultados económico-financieros de diversa naturaleza y que no encajaban en ninguna de las divisiones mencionadas previamente.

En tercer lugar, y en lo que respecta al cómputo de los resultados, cada resultado o tipo de relación referido en los estudios de la tabla 1 se ha considerado como una observación o dato diferente (n), ya que muchos de los estudios recogen distintos tipos de variables con resultados diversos.

Por último, hay que señalar que al final de cada tabla aparece una fila en la que se recogen los

“Totales parciales”, donde están segregados los datos correspondientes a la variable riesgo del resto de variables. Esto se debe a que el sentido deseable de la relación entre la variable riesgo y la actitud respetuosa con el medio ambiente va en sentido contrario respecto al resto de variables económico-financieras. Por tanto, mientras para el riesgo lo deseable sería una relación negativa respecto a la actuación medioambiental, para el resto de variables económicas lo ideal sería obtener relación positiva. Por ello, en la fila “Totales”, se suman a las relaciones positivas de las diferentes variables económicas aquellas de signo negativo correspondientes a la variable riesgo y viceversa.

Tras estas aclaraciones, procedemos a continuación a la interpretación, propiamente dicha, de los resultados del análisis efectuado, así como a su discusión.

**Tabla 2. Actuación medioambiental - Rendimientos económico-financieros  
Cómputo de relaciones obtenidas durante 1970-2003 (35 estudios)**

Variable económica	Número de observaciones (n)	Relación positiva		Relación nula		Relación negativa	
		Frecuencia	% s/(n)	Frecuencia	% s/(n)	Frecuencia	% s/(n)
Rentabilidad financiera (ROE)	11	8	72,72	2	18,18	1	9,09
Rentabilidad económica (ROA, ROCE, ROC, ROI)	12	9	75	2	16,67	1	8,33
Precio de la acción	6	5	83,33	1	16,67		
Beneficios, rendimientos o dividendos por acción	11	5	45,45	1	9,09	5	45,45
Riesgo (sistemático, total, valor de beta)	10			2	20	8	80
Ingresos, ventas, 8 cash-flow Ingresos/Vtas.	2	25	2	25	4	50	
Beneficios, ganancias (ratios: Beneficios/Ventas)	1			1	100		
Rendimientos, resultados económicos-financieros	7	7	100				
Otras variables (Precio/Beneficio, valor de la cartera, cuota de mercado...)	13	11	84,62	2	15,38	0	
<b>TOTALES PARCIALES</b>	<b>79</b>	<b>47</b>	<b>59,49</b>	<b>13</b>	<b>16,46</b>	<b>11</b>	<b>13,92</b>
						<b>8 riesgo</b>	<b>10,13</b>
<b>TOTALES</b>	<b>79</b>	<b>55</b>	<b>69,62</b>	<b>13</b>	<b>16,46</b>	<b>11</b>	<b>13,92</b>

Fuente: Elaboración propia.

Si bien los estudios arrojan resultados diversos, tanto positivos, como negativos y nulos, se puede apreciar que dominan las observaciones positivas (ver tabla 2).

De todos modos, hay que apuntar que este tipo de investigaciones es todavía algo limitado, y que el número de observaciones analizado no es muy alto, por lo que podemos deducir que la inclusión o exclusión de un número reducido de estudios podría hacer variar el resultado global. Además, la metodología empleada en estos trabajos s difiere de unos a otros y, en general, se centran en medir si la correlación es positiva o negativa, sin dejar clara la cuestión central, esto es, si existe causalidad entre competitividad y actuación medioambiental de la empresa. En este sentido, trabajos recientes señalan la importancia de utilizar la metodología de análisis adecuada, para diferenciar la posible existencia de correlación entre ambas variables con la existencia de causalidad (King y Lenox, 2001; Telle, 1990-2001). Por tanto, estos resultados hay que tomarlos con cierta cautela.

Como se observa en la figura 1, en la revisión de la literatura sobre la relación entre actuaciones medioambientales y competitividad (medida a través de resultados económico-financieros) predomina el signo positivo (70% de los casos, aproximadamente). Únicamente en el 14% de

los casos la relación entre ambas variables ha sido negativa, mientras que en el 16% no se obtuvo correlación significativa entre tales variables.

Los estudios analizados sugieren que, al menos, no hay evidencia, salvo alguna excepción concreta, de que las empresas responsables con el medio ambiente tengan peor comportamiento económico-financiero que las empresas convencionales<sup>2</sup>. De hecho, los estudios parecen indicar lo contrario.

Un análisis detallado de los trabajos testados permiten sostener la existencia de ciertas diferencias entre los estudios de las dos primera décadas y los de las últimas.

Concretamente, en los primeros estudios los datos analizados corresponden, en general, a períodos de tiempo relativamente cortos, que van de los dos a los cinco años. Por ejemplo, las investigaciones de Fogler y Nutt (1975) o Freedman y Jaggi (1982) toman como referencia únicamente dos años consecutivos. Los periodos más extensos utilizados no pasan de cinco años, como es el caso de los estudios de Bragdon y Marlin (1972) o Shane y Spicer (1983). Además, muchos de esos primeros estudios no recogen los resultados ajustados al riesgo, aunque este problema parece irse solucionando según avanza la década de los ochenta.

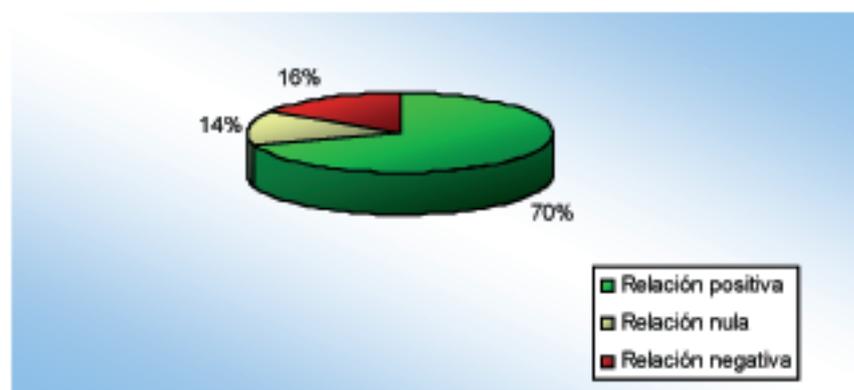


Figura 1. Resultados del análisis sobre actuación medioambiental y rendimientos económico-financieros (1970-2003)

<sup>2</sup> • Por empresa responsable con el medio ambiente entenderemos a efectos de este trabajo aquéllas que desarrollan voluntariamente algún tipo de actuación medioambiental, como inversión en tecnologías más limpias, reducción de consumo de energía, reciclaje, etc. Siendo, por tanto, empresas convencionales las que no desarrollan este tipo de actividades, o aquéllas que si lo hacen es por imposición legal.

El tamaño de las muestras empleadas en estos estudios iniciales es generalmente muy reducido; el tamaño medio muestral no alcanza las 40 empresas. De todos modos, cabe resaltar que en los años 80 las muestras comienzan a ser más amplias que en años precedentes, e incluso se abordan los estudios teniendo en cuenta industrias más diversas. La variable más analizada durante estas dos décadas fue el riesgo, predominando en general el resultado negativo. Concretamente, en dos de cada tres casos estudiados se dio esa relación, mientras en el resto no se hallaron diferencias significativas. Esto implica, desde el punto de vista de la competitividad, que las empresas más respetuosas con el medio ambiente presentan un menor riesgo (menos probabilidad de accidentes medioambientales, menos sanciones...).

La rentabilidad financiera, segundo factor más analizado, presenta resultados similares. El 60% de los resultados obtenidos son positivos, mientras el restante 40% no muestra relación significativa.

Las variables "Beneficios, rendimientos o dividendos por acción" presentan igualdad de porcentaje en cuanto a correlación positiva y negativa. Este hecho podría obedecer a la existencia de actuaciones medioambientales que conllevan inversiones importantes (cada vez más a medida que avanzamos en el tiempo), lo que normalmente se traduce en un menor reparto de dividendos o beneficios por acción, al menos a corto o medio plazo. Una explicación similar podría aplicarse para la correlación negativa del 50% obtenida para las variables "Ingresos, ventas, cash-flow, Ingresos/Ventas", en el sentido de que puede verse mermada la liquidez (cash-flow) de la empresa a corto plazo, como consecuencia de un mayor endeudamiento para acometer determinadas inversiones medioambientales. Sin embargo, no encontramos una argumentación lógica para la disminución de las ventas o ingresos como consecuencia de actuaciones medioambientales de la empresa;

por tanto, estas variables requerirían un estudio más profundo.

A partir de los años 90 se observa un importante crecimiento en la cantidad de estudios realizados sobre temas de medio ambiente, principalmente como consecuencia de la creciente preocupación de la comunidad científica y del público en general por los problemas que amenazan a nuestro entorno. Se realizan, asimismo, los primeros estudios sobre reducción de la contaminación con muestras de empresas procedentes de diversos países, como el efectuado por Nehrt (1996) con una muestra de empresas de Brasil, Canadá, España, Estados Unidos, Portugal, Finlandia y Suecia. En estos 14 años, la rentabilidad económica (medida fundamentalmente a través del ROA en los estudios analizados), es la variable que recoge mayor número de observaciones. En este sentido, la evidencia permite sostener que las empresas respetuosas con el medio ambiente no son menos eficientes en la generación de ingresos sobre los activos que las empresas convencionales, de hecho los resultados de los estudios parecen indicar que son claramente más eficientes (Erfle y Fratatuorno, 1992; Cohen, Fenn y Naimon 1995, Ahmed, Montagnano y Firenze, 1998...).

En general hemos detectado un mayor predominio de correlación positiva entre actuación medioambiental y rendimiento económico-financiero a partir de la década de los 90.

### • Conclusiones

Existe consenso respecto a los principales factores que obstaculizan la implementación de una estrategia ecológica en la organización, y que podríamos resumir en el coste de los proyectos ecológicos, la actitud de los directivos y empleados, la inercia organizacional, la carencia de información y los problemas operativos.

Si bien el coste de los proyectos ecológicos es uno de los obstáculos que la clase directiva aduce para no implementar estrategias ecológicas, hemos de señalar que la actuación medioambiental de las empresas tiende a presentar una relación positiva con los resultados económico-financieros, mejorando la competitividad empresarial. Por tanto, sería deseable un cambio en la mentalidad de directivos y empresarios respecto a la consideración del medio ambiente como un coste en lugar de como una fuente de ventajas competitivas, y en ese sentido debería ir la comunicación institucional. ●

---

## Bibliografía

- AHMED, N. U.; MONTAGNO, R. V. y FIRENZE, R. J. (1998): "Organizational performance and environmental consciousness: an empirical study", *Management Decision*, vol. 36, núm. 2, pp. 57-62.
  - AVILA, J. A. y WHITEHEAD, B. W. (1993): "What is environmental strategy", *The McKinsey Quarterly*, núm. 4, pp. 53-68.
  - BARTH, M. E.; McNICHOLS, M. F. y WILSON, G. P. (1995): *Factors Influencing Firm's Disclosure about Environmental Liabilities*. Graduate School of Business: Stanford University.
  - BELKAOUI, A. (1976): "The impact of the disclosure of the environmental effects of organizational behavior on the market", *Financial Management*, vol. 5, núm. 4, pp. 26-31.
  - BLACCONIERE, W. G. y NORTH CUT, W. D. (1997): "Environmental information and market reaction to environmental legislation", *Journal of Accounting; Auditing and Finance*, vol. 12, núm. 2, pp. 149-178.
  - BLANK, H.B. y CARTY, C.M. (2001): "The eco-efficiency anomaly", disponible en línea en <http://www.qedinternational.com/ecoefficiency.html>
  - BOIRAL, O.; JOLLY, D. (1992): "Stratégie, compétitivité et écologie", *Revue Française de Gestion*. Juillet-Août., pp. 80-95.
  - BOTE, P.; VILALTA, M. (1997): "¿Vende lo verde?", *Harvard Deusto. Marketing & Ventas*, pp. 30-33.
  - BRAGDON, J. y MARLIN, J. (1972): "Is pollution profitable?", *Risk Management*, vol. 19, núm. 4, pp. 9-18.
  - BUTZ, C. y PLATTNER, A. (1999): *Nachhaltige Aktienanlagen: Eine Analyse der Rendite in Abhängigkeit von Umwelt und Sozialkriterien (Sustainable Share Investments: An Analysis of Returns Depending on Environmental and Social Criteria)*, Basel: Sarasin Sustainable Investment, Bank Sarasin.
  - CARTER, C. R.; KALE, R. y GRIMM, C. M. (2000): "Environmental purchasing and firm performance: an empirical investigation", *Transportation Research Part E*, vol. 36, pp. 219-228.
  - CHEN, K. y METCALF, R. (1980): "The relationship between pollution control record and financial indicators revisited", *Accounting Review*, vol. 55, pp. 168-177.
-

- CHUGH, L.C.; HANEMANN, W.M. y MAHAPATRA, S. (1978): "Impact of pollution control regulations on the market risk of securities in the U.S.", *Journal of Economic Studies*, vol. 5, pp. 64-70.
- CIRCULO DE EMPRESARIOS (1996): *La dimensión medioambiental: una perspectiva empresarial*, Documentos Círculo. Comité de Medio Ambiente, Industria y Energía; 23 de julio.
- COHEN, M. A.; FENN, S. A. y NAIMON, J. (1995): *Environmental and financial performance: are they related?*. Investor Responsibility Research Center, Inc. Washington DC, April.
- CORDEIRO, J. y SARKIS, J. (1997): "Environmental proactivism and firm performance: evidence from security analyst earnings forecasts", *Business Strategy and the Environment*, vol. 6, pp. 104-114.
- CORMIER, D. y MAGNAN, M. (1997): "Investors' assessment of implicit environmental liabilities: an empirical investigation", *Journal of Accounting and Public Policy*, vol. 16, pp. 215-241.
- DILTZ, J. D. (1995): "The private cost of socially responsible investing", *Applied Financial Economics*, vol. 5, pp. 69-77.
- ECOBAROMETRO INDUSTRIAL 2000 (2000): *Actitud y compromiso ambiental de la empresa vasca*, IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco.
- EDWARDS, D. (1998): *The Link Between Company Environmental and Financial Performance*. London: Earthscan Publications.
- ERFLE, S. E. y FRATANTUONO, M. J. (1992): "Interrelations among corporate social performance, social disclosure and financial performance: an empirical investigation", *Proceedings of the Alternative Perspectives in Finance Conference*, Lewisburg, PA, pp. 181-218.
- FELDMAN, S. J., SOYKA, P. A. y AMEER, P. (1996): *Does Improving a Firm's Environmental Management System and Environmental Performance Result in a Higher Stock Price?* ICF Kaiser.
- FOGLER Y NUTT (1975): "A note on social responsibility and stock valuation", *Academy of Management Journal*, vol. 18, pp. 155-160.
- FREEDMAN, M. y JAGGI, B. (1982): "Pollution disclosures, pollution performance and economic performance", *The International Journal of Management Science*, vol. 10, núm. 2, pp. 167-176.
- GARZ, H.; VOLK, C. y GILLES, M. (2002): "More gain than pain. SRI sustainability pays off", *WestLB Panmure*, November 2002,
- HAMILTON, J. (1995): "Pollution and news: media and stock market reactions to the toxic release inventory data", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 28, pp. 98-113.
- HART, S. L. y AHUJA, G. (1996): "Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance", *Business Strategy and the Environment*, vol. 5, pp. 30-37.

- [http://averages.dowjones.com/downloads/SRI\\_Empirical\\_1102\\_e.pdf%20](http://averages.dowjones.com/downloads/SRI_Empirical_1102_e.pdf%20)
  - <http://www.qedinternational.com/ecefficiency.html>
  - JAGGI, B. y FREEDMAN, M. (1992): "An examination of the impact of pollution performance on Economic and market performance: pulp and paper firms", *Journal of Business and Finance and Accounting*, vol. 19, núm. 5, pp. 697-713.
  - KING, A. y LENOX, M. J. (2001): "Does it Really Pay to be Green?", *Journal of Industrial Ecology*, vol 5, pp. 105-116.
  - KLASSEN, R. y McLAUGHLIN, C. P. (1996): "The impact of environmental management on firm performance", *Management Science*, vol. 42, núm. 8, pp. 1.199-1.213.
  - KONAR, S. y COHEN, M. A. (1997): *Does the Market Value Environmental Performance?* Vanderbilt University, Nashville: Owen Graduate School of Management.
  - MAHAPATRA, S. (1984): "Investor reaction to corporate social accounting", *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 11, núm. 1, pp. 29-40.
  - MARTIN GOMEZ, S. (1996): "La consideración del medio ambiente como estrategia funcional en los mercados globales", en LUQUE MARTINEZ, T. (Editor), *Libro de ponencias del X Congreso Nacional y VI Congreso Hispano-Francés de la Asociación Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. III A. Granada, pp. 81-89.
  - MENGUC, B. y OZZANE, L.K. (2003): "Challenges of the 'green imperative': a natural resource-based approach to the environmental orientation-Business performance relationship", *Journal of Business Review*, disponible en [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
  - NEHRT, C. (1996): "Timing an intensity effects of environmental investments", *Strategic Management Journal*, vol. 17, pp. 535-547.
  - PEATTIE, K. (1990): "Painting marketing education (Or how to recycle old ideas)", *Journal of Marketing Management*, vol. 6, núm. 2, pp. 105-125.
  - PEATTIE, K. y RING, T. (1993): "Greener Strategies: The Role of the Strategic Planner", *Greener Management International*, vol. 3, July, pp. 51-64.
  - ROCKNESS, J.; SCHLACHTER, P. y ROCKNESS, H. (1986): "Hazardous waste disposal, corporate disclosure, and financial performance in the chemical industry", *Advances in Public Interest Accounting*, vol. 1, pp. 167-191.
  - SHANE, P. y SPICER, B. (1983): "Market response to environmental information produced outside the firm", *The Accounting Review*, vol. 58, núm. 3, pp. 521-538.
  - SPICER, B. (1978a): "Investors, corporate social performance and information disclosure: An empirical study", *Accounting Review*, vol. 53, pp. 94-111.
  - SPICER, B. (1978b): "Market risk, accounting data and companies' pollution control records", *Journal of Business, Finance and Accounting*, vol. 5, pp. 67-83.
-

- TELLE, K. (2006): "It Pays to be Green: A Premature Conclusion?", *Environmental and Resource Economics*, Vol. 35, pp. 195-220.
- TOMAS, A. y TONKS, I. (1999): "Corporate environmental policy and abnormal stock price returns: an empirical investigation", *Proceedings of the 1999 Eco-Management and Auditing Conference*, Leeds: ERP Environment, pp. 225-344.
- VICENTE, A. (2001): *Gestión y marketing ecológicos: una oportunidad estratégica*, Tesis doctoral, UPV, Bilbao.
- WAGNER, M.; VAN PHU, N.; AZOMAHOU, T. y WEHRMEYER, W. (2002): "The relationship between the environmental and economic performance of firms: an empirical analysis of the European paper industry", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, vol. 9, pp. 133-146.
- WHITE, M. A. (1996): *Corporate Environmental Performance and Shareholder Value*. University of Virginia Charlottesville, VA: McIntire School of Commerce.



# Proyecto de regeneración dunar en Laida (Reserva de la Biosfera de Urdaibai): Seguimiento y evaluación geológica

Alejandro Cearreta<sup>1</sup>, Manu Monge-Ganuzas<sup>2</sup>, Eneko Iriarte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Apartado 644, 48080 Bilbao.

<sup>2</sup>Urdaibaiko Biosfera Erreserbako Patronatua. Eusko Jaurlaritzako Lurralde Antolamendu eta Ingurumen Saila. Udetxea jauregia. P.K. 130, 48300 Gernika-Lumo. alejandro.cearreta@ehu.es

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 83 a 93 · nº01/2007

## > Resumen

Debido a la naturaleza erosiva de la zona costera, las dunas arenosas constituyen un ecosistema muy escaso en el margen sur del Golfo de Bizkaia. Tras su destrucción e intensa transformación durante los últimos 200 años y como consecuencia de su papel en la protección litoral y la conservación de la biodiversidad, la preservación y regeneración de las dunas litorales se ha convertido en un tema de gran interés social. El Patronato de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai decidió hace unos años regenerar el campo dunar que existía en la desembocadura del estuario del Oka hasta la década de 1950. Con este objetivo, se ha llevado a cabo un estudio geológico durante tres años para identificar y evaluar los diferentes procesos físicos que operan en esta zona. Durante el período de estudio, el régimen de vientos ha sido el principal control de los procesos de acumulación arenosa y ha mostrado un claro carácter bimodal con vientos dominantes de componente NW-SE. Un análisis más detallado ha permitido distinguir dos períodos evolutivos semestrales que se han ido repitiendo regularmente a lo largo del tiempo: a) Semestre 1 (octubre-marzo), con vientos dominantes de componente NW y S y una velocidad media diaria generalmente superior a 4 m/s. El sedimento arenoso se depositó abundantemente sobre la zona supramareal; b) Semestre 2 (abril-septiembre), con vientos dominantes de componente SW, unas velocidades medias diarias muy bajas (0-3 m/s) e importantes brisas locales. Durante este período no se registró acumulación neta de arena. A pesar de las diferencias morfológicas anuales detectadas, el volumen total de arena acumulado cada año fue similar y la duna arenosa en regeneración siempre mantuvo una morfología simétrica como consecuencia del régimen bimodal de viento.

**Palabras clave:**  
Dunas litorales,  
Regeneración,  
Régimen de vientos,  
Urdaibai

## > Laburpena

Kostaldearen izaera higakorra dela eta hareazko duna-sistemak oso eskasak dira Bizkaiko Golkoko hegoaldean. Azken 200 urteetan sistema horiek eraldaketa larriak edota euren suntsipena jasan dute. Horregatik, duna-sistemen babesa eta berreskurapena gizarte-interes handikoak bilakatu dira, kontuan hartuta, itsasertzaren babesean eta biodibertsitatearen kontserbazioan jokatzeko duten ezinbesteko portaera. Orain dela urte batzuk Urdaibaiko Biosfera Erreserbako Patronatuak erabaki zuen 1950. hamarkadan Oka itsasadarraren bokalean zegoen duna-sistema berreskuratzea. Hori dela eta, zonaldean jarduten duten prozesu fisikoak identifikatzea eta ebaluatzea xedea duen hiru urteko jarraipen geologikoa gauzatu da. Haize-erregimena hare-metaketa prozesuen kontrol nagusia izan da ikertutako denbora-tartean. Berau bimodala izan da, hots, haizeak NW-SE norabidean jo du. Análisi zehatzago batek etengabe aldiak zuten seihileko eboluzio-periodoak bereiztea ahalbidieratu du: a) 1. seihilekoa (urritik martxora). Horretan, 4 m/s baino abiadura handiagoko eta NW eta S norantzako haizeak nagusitu dute. Hare-kopuru handia marea goitiko eskualdean metatu zen; b) 2. seihilekoa (apirilatik irailera). Horretan, batezbesteko abiadura txikiak (0-3 m/s-koak) eta SW norantzako haizeak nagusitu dute. Halaber, tokiko brisak ere garrantzitsuak izan dira. Denbora-tarte horretan ez zen harearen metaketa netorik igerri. Urtearen zehar duna-sistemarengan ezberdintasun morfologikoak nabaritu ziren arren urte bakoitzean metatutako hare-kopurua antzekoa izan zen eta berreskuratze-prozesuan dagoen duna-sistemak beti morfologia simetrikoa gorde zuen. Horren erantzulea haizearen erregimen bimodala izan zen.

**Gako-hitzak:**  
Duna-sistema,  
Berreskurapena,  
Haize-erregimena,  
Urdaibai

## > Abstract

As a consequence of the erosional character of the coastline, coastal dunes represent a very scarce ecosystem on the southern Bay of Biscay. Following destruction and intense transformation of these sandy areas during the last 200 years and due to their important role in coastal protection and biodiversity conservation, preservation and regeneration of this unique ecosystem have become of great social interest. Recently the Governing Board of the Urdaibai Reserve of the Biosphere decided to regenerate the coastal dune field that existed until 1950s on the lower Oka estuary. In order to achieve this goal, a three-year geological study was implemented to identify and evaluate the different physical processes operating in the area. Throughout the study period wind regime has demonstrated to be the main control on the accumulation process and it showed a clear bimodal character with dominant NW-SE winds. A detailed analysis has allowed to distinguish two different 6-month periods that have been regularly repeated over time: a) Semester 1 (october-march), with dominant NW-S winds and daily average velocities generally greater than 4 m/s. Sandy sediment was deposited abundantly on the supratidal area; b) Semester 2 (april-september), with dominant SE winds, very low daily average velocities (0-3 m/s) and important local breezes. During this period no net sand accumulation was measured. Despite annual morphological differences, the total sand volume accumulated every year was similar and the regenerating sand dune always maintained a symmetrical morphology as a consequence of the bimodal wind regime.

**Key words:**  
Coastal dunes,  
Regeneration,  
Wind regime,  
Urdaibai

## • Introducción

Debido a la naturaleza acantilada de la costa vasca, las dunas arenosas representan uno de los ecosistemas litorales más escasos en nuestra franja costera. Tras su sistemática destrucción y deterioro durante los últimos 200 años, y debido a su importancia como sistema natural de protección del litoral y a su papel en la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento y regeneración de estos ecosistemas únicos se ha convertido en un tema de gran interés social.

Con el objetivo de conseguir el mayor grado de naturalidad posible dentro de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, el Patronato de la misma se propuso regenerar el campo dunar que antaño existía en Laida, y que aparece registrado en diversa documentación gráfica de la primera mitad del siglo XX (Figura 1A). A tal fin, ese Patronato propuso a este equipo investigador el diseño de un Estudio de Seguimiento y Evaluación Sedimentológica del Proyecto de Regeneración Dunar para conocer y evaluar los diferentes procesos físicos que operan a lo largo del tiempo en la zona de actuación, y asegurar así el éxito final del proyecto. Durante el mes de junio de 2003, este estudio se integró como un proyecto de investigación dentro de la Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental en el marco de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. En julio de 2004, la Comisión Europea concedió al Patronato de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai el proyecto LIFE04NAT/ES/000031 Regeneración del ecosistema dunar en la playa de Laida (Urdaibai) (2004-2007) con el fin de continuar los esfuerzos de mejora ambiental en la zona de Laida.

Los objetivos establecidos para este estudio de seguimiento y evaluación de los procesos de acumulación arenosa en Laida son los siguientes:

1- Identificar los parámetros meteorológicos incidentes en la zona de estudio.

2- Definir los fenómenos de transporte y deposición de material sedimentario.

3- Analizar las características sedimentarias del material depositado.

4- Determinar las fases de acumulación arenosa.

5- Describir las estructuras sedimentarias y la estructura interna del cuerpo dunar a diferentes escalas.

6- Cuantificar el volumen de arena depositado en la zona de acumulación.

7- Establecer el modelo de evolución dunar.

8- Valorar el éxito de la actuación regenerativa.

## • Materiales y Métodos

Tras los buenos resultados obtenidos en una primera prueba-piloto llevada a cabo en Diciembre 1999 (Figura 1B), el Patronato decidió utilizar los materiales arenosos que a lo largo de los últimos años han sido dragados dentro de los canales mareales en la zona inferior de la ría y vertidos en las zonas inter- y supramareal de la playa de Laida como sustrato sobre el que desarrollar este proyecto de regeneración dunar. Durante los meses transcurridos desde el vertido de arena de 1999, la zona fue colonizada de modo natural por diversas especies vegetales (*Cakile maritima*, *Poligonum maritimum*, *Eringium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Honkenya peploides*,...).

En Octubre de 2001 comenzó la primera fase del trabajo con la implantación de 3 filas de captadores de arena a la que siguió, en Febrero 2002, una segunda fase con la colocación de 2 filas adicionales de captadores en la zona axial de la actuación (Figura 1C). Además, durante el invierno-primavera 2003, se procedió a la plantación de 100.000 unidades de *Ammophila arenaria* y *Elymus farctus*, con el fin de estabilizar y naturalizar la acumulación arenosa (Figura 1D).

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, se aplicó la siguiente metodología de trabajo:

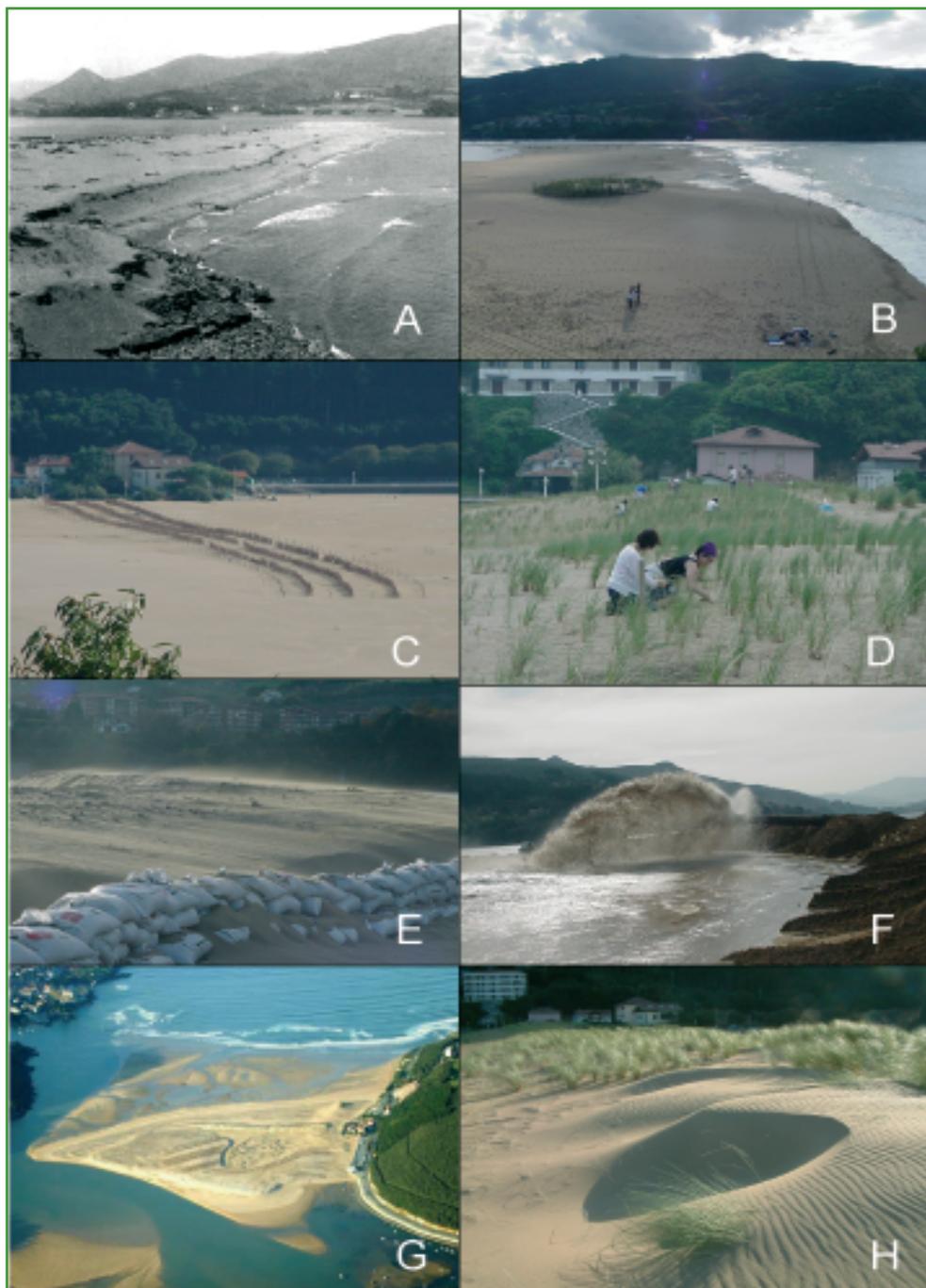


Figura 1.  
Principales actuaciones llevadas a cabo en la zona de estudio.  
A: imagen de Laida en la década de 1950;  
B: vista general de Laida en 2001;  
C: captadores de arena en 2002;  
D: plantación de *Ammophila* y *Elymus* en 2003;  
E: construcción de la barrera antifuera en 2003;  
F: vertido de arena dragada sobre la zona sur en 2003;  
G: vista general del conjunto dunar en regeneración;  
H: situación actual del sistema dunar.

- 1- Estudio bibliográfico de informes y publicaciones previas sobre la zona de estudio.
- 2- Análisis de la composición mineralógica (difracción de rayos X) y características granulométricas (tamizaje en seco) de los materiales arenosos en la zona de acumulación.
- 3- Seguimiento quincenal de la red de estacas de madera graduadas establecida en la zona de acumulación.
- 4- Determinación y comparación de la topografía semestral de Laida y batimetría de las zonas inter-submareales adyacentes.
- 5- Levantamiento bimensual de transectos topográficos en dirección N-S y E-W.
- 6- Realización de fotografías aéreas oblicuas de la zona de acumulación.
- 7- Recogida y análisis de datos diezminutales sobre régimen de vientos, lluvias y temperaturas procedentes de las estaciones meteorológicas colocadas en la playa de Laida (Universidad del País Vasco) y en Mundaka (Red de Calidad Ambiental del Gobierno Vasco).
- 8- Inspección semanal de la zona de trabajo con el fin de identificar nuevos elementos y procesos de carácter geológico y biológico.
- 9- Tratamiento informático de los datos meteorológicos, oceanográficos, topográficos y sedimentológicos recogidos durante el período de estudio.

## • Resultados e Interpretación

### 1- Comportamiento de las variables meteorológicas

La zona de estudio presenta un clima mesotérmico, moderado en cuanto a la temperatura y muy lluvioso, que se denomina clima templado húmedo sin estación seca o clima atlántico. Las masas de aire cuyas temperaturas se han suavizado en contacto con las templadas aguas oceánicas llegan a la costa y provocan que las oscilaciones térmicas diarias entre la noche y el día, o estacionales entre el verano e invierno, sean

poco acusadas. El factor orográfico explica la gran cantidad de lluvias.

Los vientos en invierno son más fuertes que en verano. El viento del NW es un viento promedio derivado del flujo general W, mientras que el N es debido a las brisas locales. Los vientos del NW son debidos a un factor orográfico. La orientación W-E de las sierras, el hecho de que las montañas vascas sean más bajas que las montañas de la Cordillera Cantábrica (al W) y de los Pirineos (al E), y el efecto de succión del aire producido por la región ciclogénica del Mediterráneo occidental, hacen que con frecuencia el flujo general del W se dirija hacia la cuenca mediterránea a través de la CAPV.

Por otra parte, el viento S es el viento más veloz y sopla generalmente atemporalado. Se desencadena cuando en los mapas isobáricos existe una presión baja situada al W y una presión alta localizada al E. Este aire tiende a colarse sobre el País Vasco situado orográficamente en una zona de paso entre los altos relieves de la Cordillera Cantábrica y los Pirineos. En su descenso por la vertiente N hacia el Golfo de Bizkaia el aire se calienta y se deseca (efecto Foehn).

Todas estas características aparecen claramente reflejadas dentro de la distribución semestral de la dinámica eólica en la zona de estudio. El semestre 1 (Octubre-Marzo) se caracteriza por vientos dominantes del N y S que alcanzan una velocidad media diaria igual o superior a 4 m/s, con máximos que llegan a alcanzar incluso los 11 m/s. Sin embargo, durante el semestre 2 (Abril-Septiembre) los vientos dominantes son de componente E-SE, alcanzando velocidades medias diarias entre 1 y 2 m/s, con un máximo registrado de 7 m/s.

En cuanto a la humedad relativa, se ha observado que durante el semestre 1 los valores oscilan entre el 40% y el 90 % con un valor medio en torno al 70%. Sin embargo, durante el semestre 2 los valores oscilan entre 50% y >90%, con un valor medio en

torno al 80%. Por otra parte, la temperatura durante el semestre 1 muestra unos valores comprendidos entre los 5°C y 20°C, mientras que en el semestre 2 varía entre 15°C y >30°C. La pluviometría es abundante a lo largo de los dos semestres con valores medios en torno a los 6 l/m<sup>2</sup>.

Por otra parte, en los días soleados con cielo despejado y vientos regionales débiles, el calentamiento de la tierra adyacente al mar es mucho más rápido e intenso que el del agua marina. Este proceso diferencial da lugar a la aparición de un contraste de temperatura entre el mar y la tierra que genera un gradiente de presión y circulación local de aire que penetra en la costa procedente del mar: las brisas marinas. De manera contraria, durante la noche el rápido enfriamiento de la superficie de la tierra y el nulo enfriamiento del agua del mar suponen una reversión de los vientos con flujos de aire procedentes de tierra que se introducen en el mar.

El análisis de los datos recogidos en la estación meteorológica de Laida permite observar claramente este fenómeno de variabilidad diaria en la dirección del viento. Así, por ejemplo, durante los meses de verano tiene lugar una alternancia diaria en los valores de temperatura, dirección y velocidad del viento. Analizando esta tendencia con mayor detalle se observa que los 3 parámetros anteriormente mencionados varían simultáneamente. Así, la temperatura muestra valores mínimos al amanecer y asciende paulatinamente hasta alcanzar un valor máximo en torno a las 16:00 horas, momento a partir del cual desciende de modo continuado. Como es conocido, el máximo de temperatura del aire no coincide con el máximo de insolación debido al importante efecto de la radiación térmica de la superficie del suelo durante las primeras horas de la tarde.

En cuanto a la dirección del viento, se observa que entre la medianoche y las 11:00 horas se mueve exclusivamente de dirección SE, mientras que en el intervalo comprendido

entre las 11:00 horas y la siguiente medianoche los vientos son exclusivamente de componente NW.

Por otra parte, la velocidad del viento presenta un valor medio menor a 2 m/s durante el periodo nocturno. Durante el periodo diurno, sin embargo, la velocidad oscila alrededor de los 6 m/s. Los valores máximos se dan entre las 15:00 y 18:00 horas, coincidiendo con los valores máximos de temperatura.

Tomando los 3 parámetros en conjunto, se pueden definir 2 ciclos diarios constituidos por mínima temperatura, menor velocidad de viento y dirección SE durante la noche, mientras que durante el día se manifiestan máxima temperatura, mayor velocidad de viento y una dirección exclusivamente NW. Estos ciclos están relacionados con el diferente comportamiento térmico entre la tierra firme y el mar descrito anteriormente, dando lugar a un sistema de brisas marinas durante el día y de brisas terrales durante la noche. Este patrón tiene lugar durante periodos cálidos y de cielo despejado mientras que, por el contrario, no se cumple cuando se producen precipitaciones.

## 2. Caracterización del sedimento

El sedimento arenoso utilizado en este proyecto de regeneración dunar proviene de sucesivos dragados de los canales mareales en la zona inferior del estuario y ha sido depositado artificialmente en las zonas inter- y supramareal de Laida desde 1995 (Figura 1F).

Desde el punto de vista mineralógico, la arena acumulada en la duna es de naturaleza mixta, con un contenido mayoritario de granos de cuarzo que varía entre 55-90% del total. El resto está compuesto fundamentalmente por bioclastos de naturaleza carbonatada (calcita y aragonito) y de forma minoritaria se ha observado mediante difracción de R-X la presencia de granos de dolomita, hematites y filosilicatos.

La fracción carbonatada está constituida exclusivamente por bioclastos de naturaleza orgánica, principalmente fragmentos de moluscos, espículas de equínidos y caparzones de foraminíferos bentónicos de especies marinas típicas de plataforma interna. Su presencia dominante en los materiales arenosos de Laida indica un origen marino para este material que ha sido transportado en grandes cantidades dentro del estuario por el oleaje y las corrientes mareales.

La actividad eólica a la que está sometida la playa de Laida hace posible encontrar en la superficie dos tipos de sedimento bien diferenciados. Por una parte, los materiales gruesos de naturaleza bioclástica que se sitúan en las zonas donde predomina la deflacción (erosión eólica). Por otra parte, la arena media-fina que se localiza en las zonas de acumulación eólica. Este sedimento se encuentra bien clasificado (*sorting*: 0,30-0,70). En cuanto a su tamaño de grano, la fracción dominante está constituida por arena de grano medio (0,4-0,2 mm) que en su mayoría se compone de cuarzo. Los bioclastos, sin embargo, constituyen la mayor parte de las fracciones de arena gruesa a muy gruesa (0,5-1,5 mm). Esta diferencia responde al diverso comportamiento aerodinámico derivado de su

distinta densidad y forma. El estudio de los parámetros estadísticos refleja valores típicos de sedimentos eólicos.

Todas estas características son indicativas de que la arena ha sido introducida en el estuario de Urdaibai desde la estrecha plataforma continental por las diversas corrientes de deriva, tormenta, oleaje y marea. Tras su vertido artificial en Laida ha sido posteriormente retrabajada por la acción del viento.

### 3- Etapas de crecimiento dunar

En el desarrollo temporal de la duna en regeneración se han observado dos tendencias generales a lo largo del período de estudio (Monge-Ganuzas *et al*, 2003). Por una parte, desde Octubre hasta Marzo (semestre 1) se produce una acumulación sostenida importante de arena en la zona de actuación mientras que, por otra parte, desde Abril hasta Septiembre (semestre 2) tiene lugar una acumulación neta muy inferior a la del semestre anterior y, prácticamente, se estabiliza el volumen de arena alcanzado previamente. Este modelo de crecimiento dunar es consecuencia del modelo de viento que actúa en la zona de estudio y que ha sido descrito en un apartado anterior.



Figura 2. Evolución de la acumulación arenosa en la duna a lo largo del período de estudio (Octubre 2001-Noviembre 2004).

Comparando el modelo de crecimiento durante las tres anualidades de estudio, se observa que todas las anualidades presentan una morfología de crecimiento escalonada con una fase de mayor acumulación durante el primer semestre y una segunda fase donde el incremento sedimentario es inexistente. Por lo que respecta a la intensidad de la acumulación (pendiente de las líneas en la Figura 2), durante la primera anualidad, la presencia de captadores de mimbre activos sobre la duna (actualmente enterrados) provocó un crecimiento vertical muy intenso de la misma durante los primeros seis meses. Sin embargo, el menor contraste observado entre los dos semestres de la segunda y tercera anualidades responde a la ausencia de captadores que provocó un desarrollo de la acumulación dunar más horizontal que vertical.

Los datos obtenidos durante el inicio del semestre 1 de la cuarta anualidad (Otoño-Invierno 2004) parece indicar que la creciente presencia de vegetación sobre la superficie

dunar acentuará de nuevo la pendiente de la fase de crecimiento, actuando de un modo similar a como lo hicieron los captadores de arena durante la primera anualidad.

#### 4. Volumen, morfología y estructura de la acumulación

A fin de comparar directamente los resultados obtenidos durante las tres anualidades de estudio, el volumen de acumulación dunar se ha calculado mediante la diferencia entre las mediciones de cotas topográficas a lo largo del tiempo (Monge-Ganuzas *et al*, 2004). Así, durante la primera anualidad se llegaron a acumular 3.708 m<sup>3</sup>, durante la segunda anualidad 3.500 m<sup>3</sup> y en la tercera 2.056 m<sup>3</sup>. En consecuencia, durante la primera y segunda anualidades los volúmenes de arena acumulados fueron muy similares, mientras que durante la tercera anualidad el volumen de arena no alcanzó los 2/3 del volumen logrado en los años anteriores. La explicación

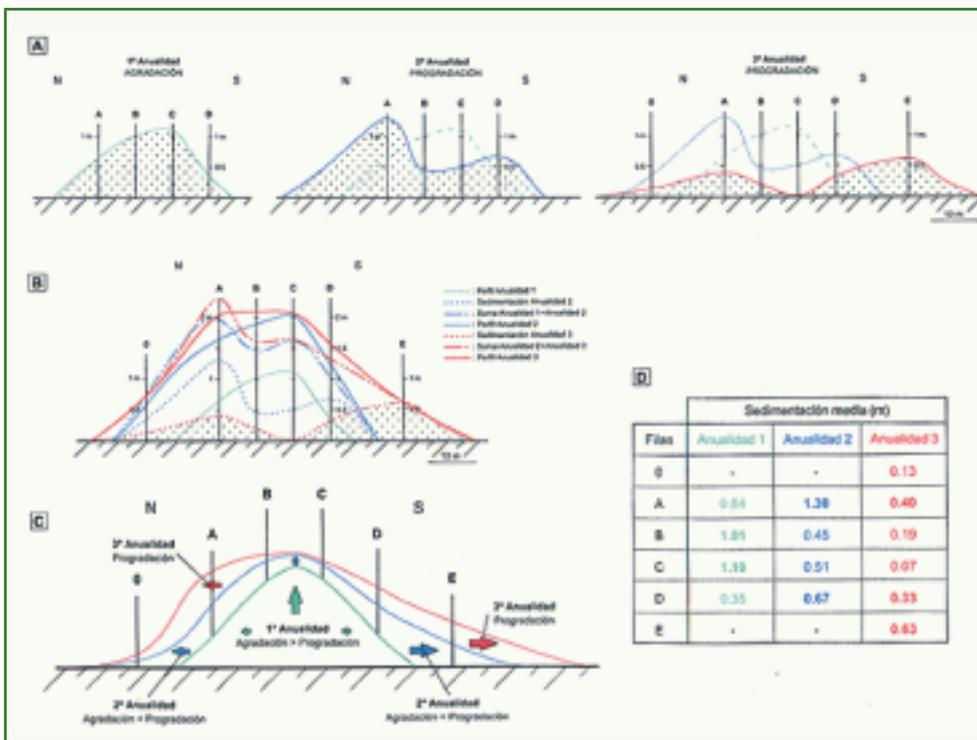


Figura 3. Desarrollo morfológico de la duna durante el periodo de estudio.

A: Perfil de la acumulación arenosa para las anualidades 1, 2 y 3 respectivamente.  
 B: Perfiles de los volúmenes acumulados durante las tres anualidades, junto con el perfil teórico y el perfil real obtenido.  
 C: Modelo de crecimiento propuesto.  
 Las letras O-E corresponden a las filas de estacas instaladas en la duna.

a este fenómeno se encuentra en el tipo de crecimiento y en la morfología variable de la duna. Así, durante la primera anualidad la superficie de actuación estaba cubierta por los captadores que permitieron una rápida acumulación vertical agradacional con flancos de elevada pendiente. Esta morfología posibilitó durante la segunda anualidad un acúmulo de arena equivalente en las zonas de flanco (progradacional) dando lugar a una morfología dunar con pendientes de flanco más suaves. Esta morfología de flancos más tendidos a comienzo de la tercera anualidad motivó durante este último período una menor sedimentación en el área (Figura 3).

En cuanto a la distribución morfológica del volumen acumulado en cada anualidad, durante el primer año los mayores acúmulos de arena tuvieron lugar en la zona central originando una morfología de acumulación dunar con una cresta axial (perfil agradacional). Sin embargo, durante la segunda anualidad las mayores acumulaciones de arena tuvieron lugar en las zonas laterales de la duna, incluso fuera del perímetro original, dando lugar a una morfología de acumulación con dos máximos en las zonas de flanco y una depresión central (perfil progradacional). La mayor amplitud de la duna generada por este proceso durante la segunda anualidad motivó la necesidad de ampliar el perímetro de la zona de actuación (15 m en dirección N y S respectivamente) y la colocación de una nueva fila de estacas graduadas de medida (Fila 0 en el flanco N). Durante la tercera anualidad se observó una continuación del crecimiento progradacional disminuyendo aún más la pendiente de los flancos de la duna. Este hecho es particularmente evidente en la vertiente sur, ya que la vertiente norte se encuentra con la barrera natural que supone la línea de costa (Figura 3).

Este variable modo de crecimiento anual de la duna puede observarse también en la Figura 4 donde se aprecia que la altura máxima alcanzada (incremento vertical de 3 m, cota +6,2 m) se logró durante la primera anualidad

en la zona axial de la duna mientras que durante los dos años siguientes se fueron alcanzando mayores alturas sobre todo en los flancos de la acumulación dunar.

#### • Modelo de evolución dunar

La integración de los distintos parámetros (meteorológicos, sedimentarios, oceanográficos) involucrados en este estudio ha permitido establecer un modelo de evolución genética del proceso de regeneración dunar en la playa de Laida (Iriarte *et al*, 2004).

Así, bajo condiciones de vientos moderados (comunes durante los semestres 1 y 2) se produce un depósito de arena tanto en los flancos como en la zona de cresta con la formación de pequeñas dunas y ripples progradantes (Figura 5A). El resultado de este proceso es la formación de sets bipolares métricos compuestos por los diferentes tipos de laminaciones.

Bajo condiciones de viento norte fuerte (predominantes durante el semestre 1) tiene lugar una fuerte erosión en el flanco norte y en la zona de cresta dando lugar a la acumulación de arena en el flanco sur. En condiciones húmedas y de fuerte viento la sedimentación se produce por adhesión. Este proceso da lugar a superficies de erosión/reactivación en la estructura de la duna (Figura 5B).

Por último, en condiciones de viento sur fuerte y condiciones ambientales secas (predominantes durante el semestre 2) se produce una importante erosión en el flanco sur y un depósito elevado en las zonas de cresta y flanco norte de la duna. Los sets tienden a cubrir la superficie erosiva y fosilizan el relieve erosional. En esta situación se produce, asimismo, un importante transporte sin sedimentación (*bypass*) en la zona dunar (Figura 5C).

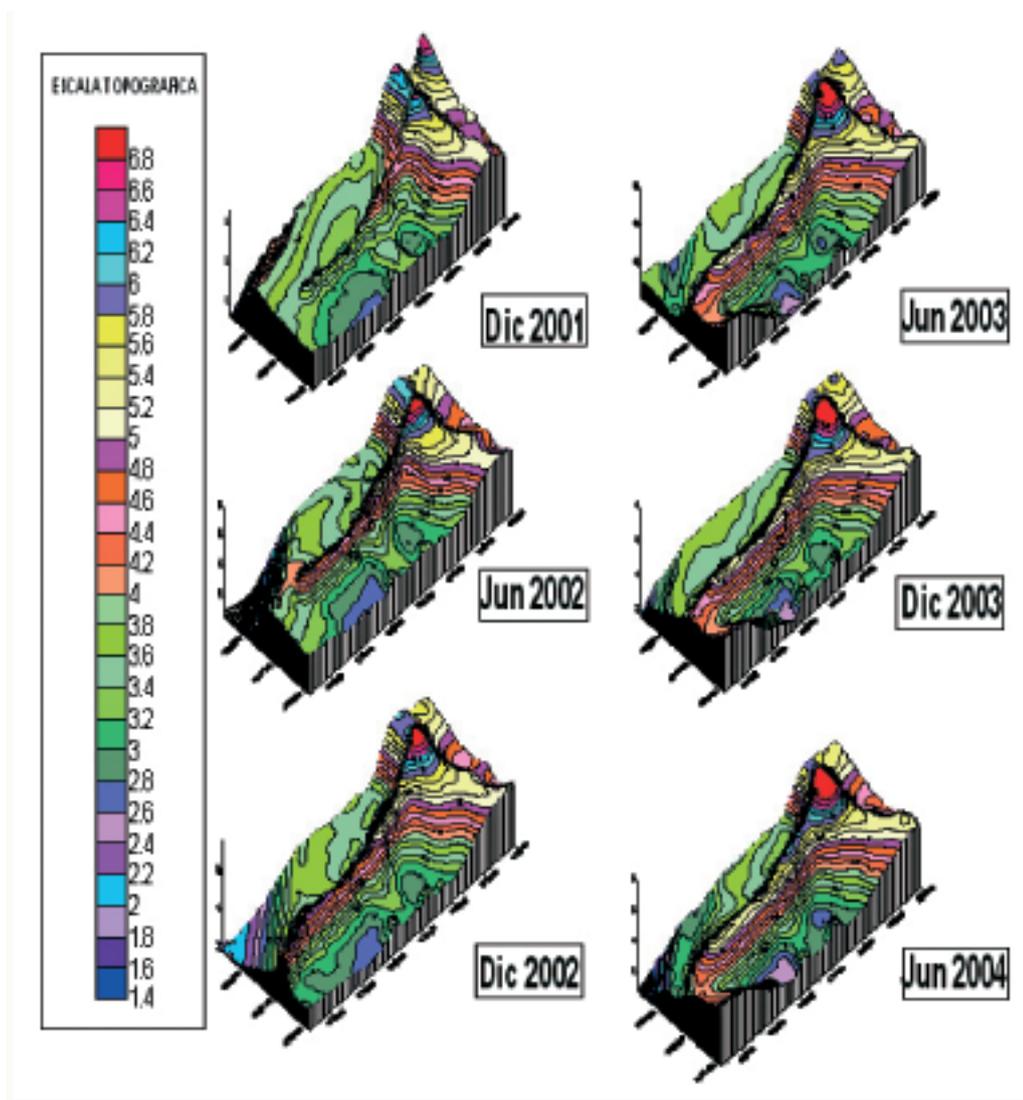


Figura 4. Evolución topográfica semestral de la acumulación dunar en Laida.

### • Conclusiones

- La interpretación de los datos meteorológicos ha permitido caracterizar en detalle el patrón de vientos imperante en la playa de Laida, desde la escala diaria (brisas terrales y marinas) hasta la anual (zonación semestral en la dirección e intensidad del viento).

- La acumulación arenosa en el área de regeneración se ha producido de forma continuada a lo largo del periodo de estudio,

especialmente durante el período Octubre-Marzo (Semestre 1) debido a la actividad de los vientos dominantes de dirección N y S de velocidad superior a 4 m/s (16 Km/h).

- El desarrollo morfológico de la duna durante todo el período de estudio ha experimentado dos etapas: una primera anualidad con crecimiento fuertemente agradacional (vertical) y una segunda y tercera anualidades con un crecimiento fundamentalmente progradacional (horizontal).

- El volumen total acumulado en la duna durante el periodo de estudio ha sido mayor de 9.300 m<sup>3</sup>. Esta acumulación se concentra fundamentalmente durante el primer semestre de cada anualidad.

- La continua monitorización de los procesos sedimentarios, meteorológicos y oceanográficos es una poderosa herramienta para establecer criterios que permitan la toma de decisiones correctas en la gestión de este área protegida.

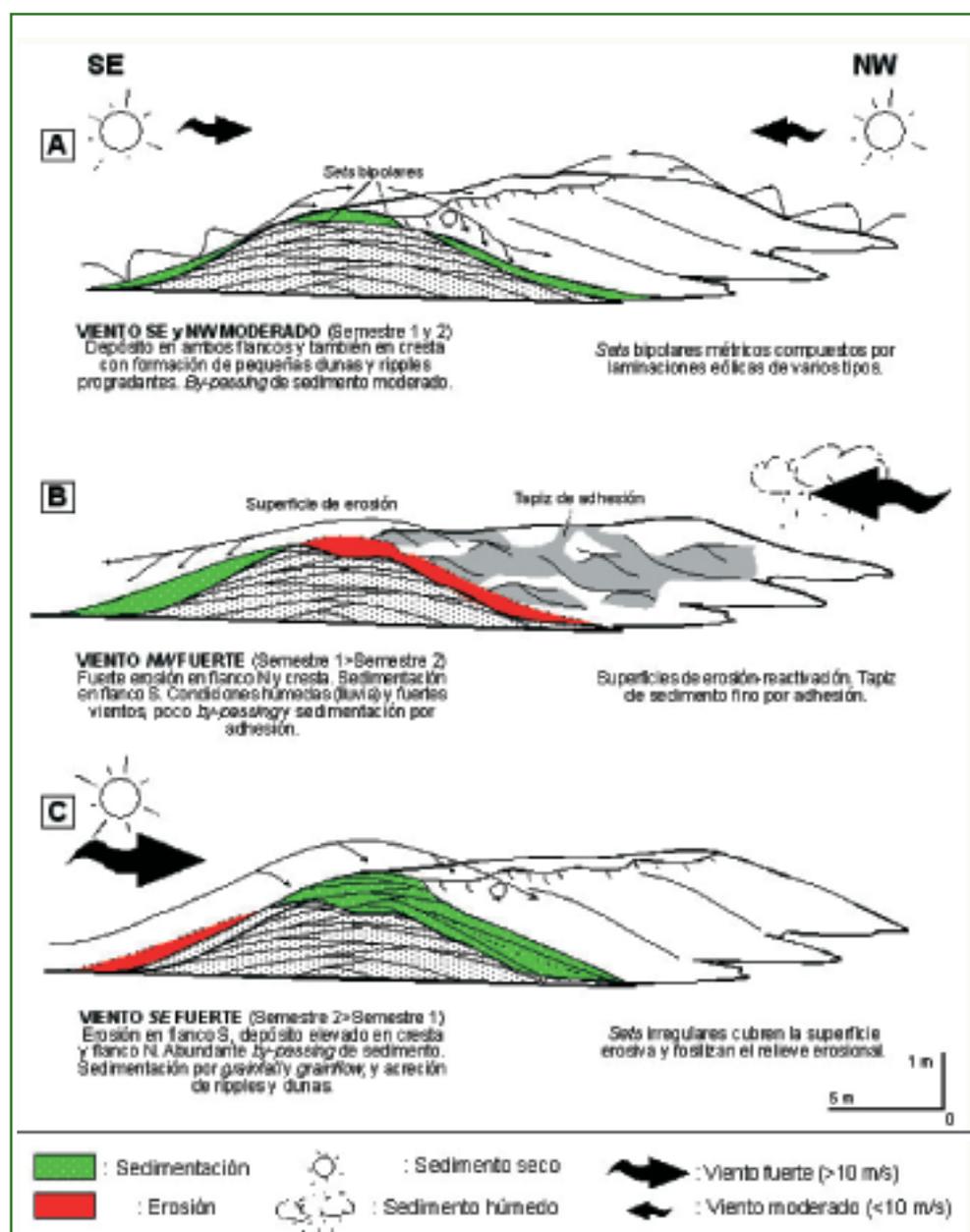


Figura 5. Modelo de evolución de la duna costera en la playa de Laida. Se representan las 3 situaciones (A, B y C) más comunes en la evolución de la duna, con indicación de los procesos meteorológicos y sedimentarios actuales, así como de las estructuras sedimentarias generadas.

### • Agradecimientos

El equipo redactor de este informe quiere expresar su reconocimiento al Director-Conservador del Patronato de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, Xabier Arana, por su apoyo decidido a este proyecto de seguimiento geológico y la infraestructura puesta a nuestra disposición, haciendo que el trabajo se realizara en las mejores condiciones posibles. Asimismo, nuestro agradecimiento a Joseba Abaitua por su dedicación personal en la producción de una excelente información topográfica. Al Ayuntamiento de Ibarrangelua y al personal del Bar Atxarre por facilitar la instalación de la estación meteorológica en Laida. Los otros datos meteorológicos fueron amablemente cedidos por el Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Este trabajo ha sido financiado con cargo a la Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental en el marco de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai y ha contado asimismo con la ayuda económica del proyecto 9/UPV00121.310-14452/2002 de la Universidad del País Vasco/EHU. ●

---

### Bibliografía

- IRIARTE E., MONGE-GANUZAS M. y CEARRETA A. 2004. Fases de crecimiento y estructura interna de una duna costera en regeneración (Reserva de la Biosfera de Urdaibai, País Vasco). *Geogaceta* 36, 135-138.
  - MONGE-GANUZAS M.; IRIARTE E. y CEARRETA A. 2003. Regeneración dunar en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia, País Vasco). *Geogaceta* 34, 119-122.
  - MONGE-GANUZAS M.; CEARRETA A. e IRIARTE E. 2004. Evolución morfológica de un campo dunar costero en regeneración: playa de Laida (Reserva de la Biosfera de Urdaibai, País Vasco). *Geo-Temas* 6, 251-254.
-



# Los indicadores de desarrollo sostenible: Su aplicación en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai

Itziar Aguado, José María Barrutia, Carmen Echebarria

Departamento Economía Aplicada V, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Avda Lehendakari Aguirre nº 83, 48015 Bilbao  
carmen.etxebarria@ehu.es

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 95 a 105 · nº01/2007

## > Resumen

*En el presente artículo realizamos un análisis comparativo del grado de sostenibilidad alcanzado en los municipios pertenecientes a la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, mediante la aplicación de un Análisis Factorial Múltiple aplicado a un Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible. En consecuencia, nuestro objetivo consistirá en intentar aportar una metodología estadística apropiada que nos permita, por un lado, captar y analizar la multidimensionalidad del Desarrollo Sostenible y, por otro lado, evaluar el grado de Desarrollo Sostenible alcanzado en el territorio de Bizkaia, en general, y en la Reserva de la Biosfera, en particular, aunque con la intención de que nuestra propuesta metodológica sea extensible a otros niveles o ámbitos geográficos y/o espacios temporales de análisis.*

### **Palabras clave:**

*Desarrollo Sostenible, Indicadores de Desarrollo Sostenible, Agenda 21 Local, Análisis Factorial Múltiple*

## > Abstract

*In the present paper, we make a comparative analysis relative to the grade of sustainability reached by the municipalities belonging to the Biosphere Reserve of Urdaibai, in relation with the rest of municipalities of Biscay, through the use of the Indicators of Sustainable Development proposed by the Deputy of Biscay. In this sense, our aim is to show a statistic method that allow us to analyze the multidimensionality of Sustainable Development and evaluate the grade of Sustainable Development reached in the Biscay region, in general, and in the Reserve of Biosphere, in particular, though our intention is that our methodological proposal can be applied to other geographical areas or/and temporal spaces.*

### **Key words:**

*Sustainable Development, Indicators of Sustainable Development, Local Agenda 21, Multiple Factorial Analysis*

## • Introducción

La necesidad de cuantificar el Desarrollo Sostenible está ampliamente aceptada, pero su vaga definición deja espacio a diferentes interpretaciones (Cherchye y Kuosmanen, 2002). Ahora bien, se nos plantea la siguiente pregunta: ¿cómo medimos el Desarrollo Sostenible?, ¿es posible evaluar el avance de los municipios, regiones o países en este ámbito?, ¿se puede comparar el nivel de Desarrollo Sostenible entre distintos espacios territoriales? La realidad, es que resulta complicado dado la multidimensionalidad y complejidad que entraña el concepto de Desarrollo Sostenible.

Además, como ya indicaban Opschoor y Reijnders (1991), el desarrollo de un sistema apropiado de indicadores es una tarea laboriosa y que probablemente conllevará decisiones "arbitrarias" acerca de qué variables seleccionar y la manera de agregarlas, con frecuencia, debido a la disponibilidad de datos. En este sentido, tenemos que señalar, que en relación a la elección de los indicadores, el primer problema que se plantea siempre, es la existencia o no de datos cuantificados para esos indicadores.

Por todo ello, resulta enormemente interesante la iniciativa desarrollada por la Diputación de Bizkaia, a través de su participación en el Programa de Elaboración de Indicadores de la Unión Europea, que determinó la cuantificación en el año 2002 de un conjunto de Indicadores de Desarrollo Sostenible en todos los municipios del territorio histórico de Bizkaia. Asimismo, es evidente la relevancia que puede adquirir una metodología de evaluación de dichos indicadores en un área como el de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, donde se percibe que el modelo de desarrollo de la zona debe respetar, en todo momento, los principios del desarrollo sostenible. En este marco, la evaluación del grado de desarrollo adoptado permitirá no solo apreciar la situación

comparativa entre los municipios, sino también detectar los puntos de mejora y las oportunidades para alcanzar, finalmente, el tan ansiado desarrollo sostenible.

## • Metodología

Para llevar a cabo nuestro análisis, hemos definido un conjunto de indicadores basados en el Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible realizado por la Diputación de Bizkaia<sup>1</sup> y en la Serie Estadística de Indicadores Municipales del Instituto Vasco de Estadística- EUSTAT<sup>2</sup> (véase Tabla 1 donde se presentan los indicadores, la codificación y la denominación de las variables, la fuente y el tipo de indicador dentro del modelo DPSR). Estos indicadores se estructuran en las cuatro dimensiones que comprende el desarrollo sostenible: Economía, Medio Ambiente, Aspectos Sociales y Aspectos Institucionales. Sobre dicho sistema de indicadores, se ha llevado a cabo un Análisis Factorial Múltiple, técnica estadística propuesta por la Escuela Francesa de Estadística (Escofier y Pagès, 1992), que permite ponderar por igual las distintas dimensiones del Desarrollo Sostenible en un conjunto de variables que puede variar en número de una dimensión a otra. Se ha elegido dicha técnica debido al hecho de que el DS se considera integrado por cuatro dimensiones y que, a pesar de ello, con frecuencia, el mismo se encuentra sesgado hacia alguna de ellas, especialmente, hacia la dimensión ambiental, muchas veces debido a la identificación del DS con la calidad ambiental y en otras ocasiones, debido a que los indicadores ambientales se encuentran más accesibles y desarrollados. Por ello, nuestro objetivo al elegir el Análisis Factorial Múltiple, es que independientemente del número de variables escogidas para cada dimensión, el peso de cada una de ellas sea el mismo, ya que si no eligiésemos el AFM estaríamos dando un peso excesivo al grupo 2 (dimensión social), al ser el grupo que cuenta con mayor número de variables. En total, se han seleccionado 23 indicadores de Desarrollo

*1 • Se solicitó el CD-Rom con los informes municipales individualizados a la Diputación Foral de Bizkaia ya que no está publicado. En estos informes municipales se recogen los resultados de los indicadores de sostenibilidad comparando los datos de cada municipio con la comarca a la que pertenece y con la media de Bizkaia. También se define el indicador, señalando a qué tipo de indicador pertenece dentro del modelo DPSR, cuál es su periodicidad de cálculo y cuál es la fuente de la que puede obtenerse. De estos indicadores, se han seleccionado exclusivamente los que ofrecían datos para todos los municipios de la muestra y algunos de los indicadores se han agrupado porque ofrecían información redundante.*

**TABLA I: LISTA DE INDICADORES**

INDICADORES	ETIQUETA	VARIABLES	CLASIFICACIÓN DPSR	FUENTE	
DIMENSION ECONOMICA	E1	PBI per cápita	Estado	Estat	
	E2	Balance entre empleo generado y población ocupada	Estado	Diputación Foral de Bizkaia	
	E3	Empleo generado por superficies urbanas destinadas a actividades económicas	Presión	Diputación Foral de Bizkaia	
	E4	Presupuesto municipal destinado a cooperación al desarrollo	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia	
	E5	Empresas por habitante	Presión	Estat	
	E6	Establecimientos financieros por habitante	Presión	Estat	
	E7	Explotaciones agrarias por habitante	Presión	Estat	
	E8	Valor Añadido bruto del sector primario	Estado	Estat	
	E9	Consumo de energía en el sector industrial y el sector servicios	Presión	Diputación Foral de Bizkaia	
	E10	Líneas de teléfono fijo en funcionamiento	Presión	Estat	
	E11	Vehículos por cápita	Presión	Estat	
DIMENSION SOCIAL	S1	Costos extra-hospitalarios públicos	Estado	Estat	
	S2	Desempleo hombre/mujeres	Estado	Estat	
	S3	Personas atendidas por familiales doméstico	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia	
	S4	Niveles de Educación inferiores	Estado	Estat	
	S5	Niveles de Educación Superiores	Estado	Estat	
	S6	Personas Vasco-Fluoradas	Estado	Estat	
	S7	Personas Castellano-Fluoradas	Estado	Estat	
	Demografía	S8	Crecimiento vegetativo de la población	Fuente matriz	Estat
		S9	Índice de juventud	Fuente matriz	Diputación Foral de Bizkaia
		S10	Índice de vejez	Fuente matriz	Diputación Foral de Bizkaia
		S11	Índice de dependencia	Fuente matriz	Diputación Foral de Bizkaia
		S12	Índice de recambio de la población activa	Fuente matriz	Diputación Foral de Bizkaia
		S13	Saldo migratorio interno	Fuente matriz	Estat
	Vivienda	S14	Índice de confort de las viviendas	Estado	Estat
		S15	Ondas de ocupación de las viviendas	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
		S16	Viviendas Principales	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
		S17	Viviendas Secundarias	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
		S18	Viviendas Desocupadas	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
	S19	Asociaciones por habitante	Estado	Diputación Foral de Bizkaia	
DIMENSION INSTITUCIONAL	Disponibilidad de Servicios	I01	Accesibilidad a pie de la población del municipio a Centros Sanitarios	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
		I02	Accesibilidad a pie de la población del municipio a Centros Culturales	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
		I03	Accesibilidad a pie de la población del municipio a Centros Educativos	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
		I04	Accesibilidad a pie de la población del municipio a Zonas Deportivas	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
	Plantación Urbana	I05	Accesibilidad a pie de la población del municipio a Zonas Verdes	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
		I06	Superficie por habitante de espacios libres	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
	Estructura	I07	Superficie por habitante de equipamientos comunitarios	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
		I08	Crecimiento urbano previsto en el planeamiento municipal	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
	Servicios Sociales	I09	Presupuesto municipal destinado al fomento y comercialización del turismo	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia
		I10	Número de personas beneficiarias de los programas contra la exclusión	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia
DIMENSION AMBIENTAL	Movilidad	MA1	Número de centros de servicios sociales	Respuesta	Estat
		MA2	Distribución modal del transporte en el municipio	Fuente matriz	Diputación Foral de Bizkaia
	Consumo de agua	MA3	Distribución modal del transporte de los niños y niñas del municipio para desplazarse al centro educativo	Fuente Matriz	Diputación Foral de Bizkaia
		MA3	Consumo de agua	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
	Uso del suelo	MA4	Consumo de energía eléctrica	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
		MA5	Superficie artificial	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
		MA6	Intensidad de uso del espacio construido en el suelo urbano	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
		MA7	Superficie regulada por un Plan de uso y gestión	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia
		MA8	Superficie municipal protegida	Estado	Diputación Foral de Bizkaia
		MA9	Residuos domésticos generados por habitante y día	Presión	Diputación Foral de Bizkaia
Gestión y gestión de residuos	MA10	Residuos peligrosos gestionados de forma adecuada	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia	
	MA11	Recogida de papel	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia	
	MA12	Recogida de vidrio	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia	
	MA13	Recogida de plásticos	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia	
MA14	Recogida de metales	Respuesta	Diputación Foral de Bizkaia		

Fuente: Elaboración propia

Sostenible que se subdividen en 55 variables cuantificadas para los 111 municipios de Bizkaia, por lo que el estudio propuesto se ajusta a los requisitos del método, que únicamente exige que todos las variables de un mismo grupo sean de la misma naturaleza (todas cuantitativas o todas cualitativas).

El interés de este estudio reside en que nos permite reducir un complejo número de variables consideradas a un número más reducido variables latentes denominadas Factores, simplificando la amplia información

inicial. De modo análogo, la existencia de grupos de variables lleva a que los municipios se puedan describir no sólo a través del conjunto de variables sino también en función de cada uno de los grupos de variables. El Análisis Factorial Múltiple, por tanto, nos permitirá estudiar: En primer lugar, la relación entre las variables midiendo su grado de semejanza y de oposición; en segundo lugar, la existencia de grupos de variables y cómo se relacionan las variables de un grupo y las del resto de los grupos; y, en tercer lugar, las semejanzas y diferencias entre los individuos

2 • Nuestra intención al introducir los indicadores del EUSTAT, es incorporar un mayor número de variables de tipo social, económico e institucional, que enriquezcan el análisis. La selección de los mismos se ha hecho en base a la literatura sobre el tema (véase, por ejemplo, Castro Bonaño, 2002; González et al., 2004) y a su consideración en otros sistemas de indicadores ya existentes (Naciones Unidas, OCDE, AEMA, etc.).

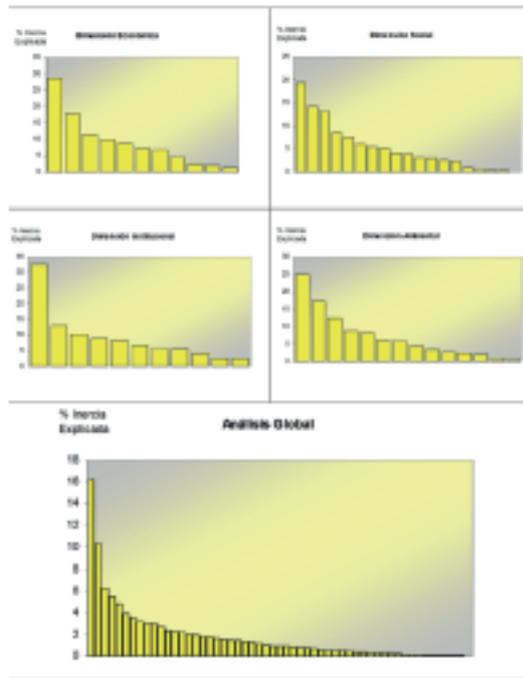


Fig 1. Valores propios de los ACP parciales y del ACP Global

vistos a través de los diferentes grupos de variables, de manera que se puedan identificar las posibles tipologías de individuos (García y Abascal, 2003).

Un último aspecto relevante del análisis, es que nos permite localizar a los municipios en el plano Factorial, y, gracias a la ayuda visual que esto representa, facilita la comparación entre los municipios y el conocimiento de las variables que más influyen en dicha localización. De hecho, la interpretación en estos Planos se realiza estudiando las variables que más contribuyen a la formación de cada eje. Posteriormente, y una vez que se hayan dado denominaciones a los Ejes Factoriales, se podrá evaluar la situación actual de los municipios en función de su localización en el Plano Factorial.

### • Resultados del Análisis

En la Figura 1, se exponen los histogramas realizados con los Valores Propios de las cuatro dimensiones (económica, ambiental, social e institucional) junto con los Valores Propios del Análisis de Componentes Principales Global. En el eje de ordenadas se recoge el porcentaje de inercia explicada por cada factor, mientras que en el de abscisas se representan los factores y dependiendo de los valores que éstos tomen, podremos limitar nuestro análisis al Plano Factorial 1-2 sin perder demasiada información. El histograma de la dimensión económica muestra una reducción gradual a partir del tercer Factor (se produce un salto entre el Factor 2 y el Factor 3 y, después del Factor 3, la reducción de valor va a ser paulatina sin grandes saltos), con lo que la mayor parte de la información estará recogida por los dos primeros Factores. En cambio, en la dimensión social y ambiental, sería conveniente recoger al menos los tres primeros Factores. La dimensión Institucional es prácticamente unifactorial, estando muy bien recogida por el primer Factor. Con el objetivo de simplificar nuestro análisis, reduciremos nuestro objeto de estudio a los

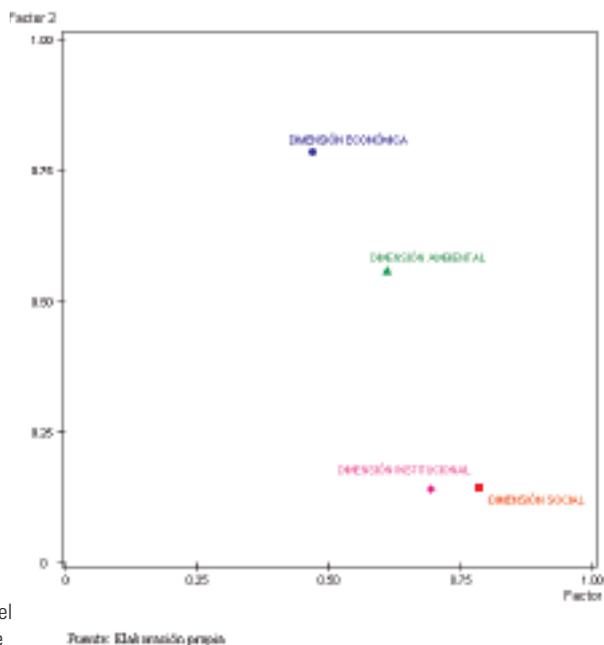


Fig 2. Dimensiones del Desarrollo Sostenible

3 • Esta figura nos muestra las coordenadas de los cuatro grupos sobre cada factor del AFM y estarán comprendidas entre 0 y 1, representando la inercia acumulada de las variables del grupo sobre dicho factor. Por tanto, la coordenada de un grupo sobre un eje puede considerarse como una medida de la relación entre el grupo y el factor correspondiente; de modo que si esta coordenada es próxima a 1, el factor se aproxima a la dirección de inercia máxima para el grupo de variables. Este

dos primeros Factores, teniendo en cuenta que estos dos Factores no recogen toda la información disponible.

Si nos centramos en las distintas dimensiones consideradas del Desarrollo Sostenible (Véase Figura 2<sup>3</sup>), se puede ver cómo sobre el Factor 1, la dimensión social (grupo 2) es el grupo de variables mejor representado, seguido de la dimensión institucional (grupo 3). Tampoco se encuentran mal representadas sobre este Factor las dimensiones ambientales (grupo 4) y económicas (grupo 1), aunque es el Factor 2 quien recoge mejor las especificidades de estas dos variables. Por el contrario, los aspectos sociales e institucionales presentan unas coordenadas muy bajas sobre el Factor 2 y su representación sobre este eje vertical es francamente mala. También se confirma una mayor relación entre las variables ambientales y económicas, por un lado, y entre las variables sociales e institucionales, por el otro lado, si observamos su proximidad en el Plano Factorial.

En relación con las variables consideradas en las cuatro dimensiones (véase Figura 3<sup>4</sup>), hay que aclarar que hemos introducido con signo negativo aquellas variables que contribuirán de manera negativa al desarrollo sostenible (E9, E11, S2, S3, S4, S7, S10, S11, S17, S18, IN8, MA1, MA2, MA3, MA4, MA5, MA6 y MA9). Este paso no es necesario de cara al estudio conjunto de las variables, ya que simplemente nos localiza las variables en el lugar opuesto al que se situarían si no les hubiésemos cambiado el signo, pero sí que nos puede ser útil a la hora de elaborar un índice sintético. Así, por ejemplo, el Primer Factor recoge, en el lado negativo, variables económicas relacionadas con la actividad agraria (E7 y E8, ambas introducidas con signo positivo), junto con variables sociales que representan una población envejecida y con alto índice de dependencia (S10 y S11, que han sido introducidas con signo negativo y por tanto, deberían estar en el lado negativo del Factor 1 si hubiesen sido introducidas con signo positivo). Es lógico por tanto, que las

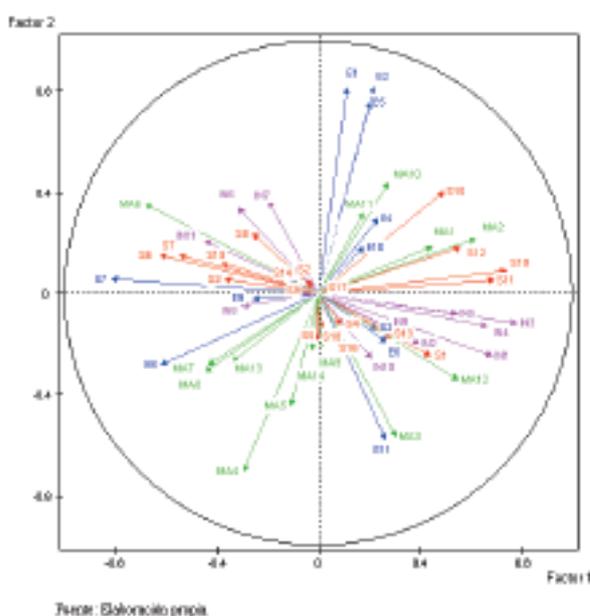


Fig 3. Localización de las Variables en el Plano Factorial 1-2

variables institucionales recojan una buena dotación de centros de servicios sociales (IN11), en los que se incluyen, por ejemplo, las residencias para la tercera edad, más necesarios en caso de poblaciones envejecidas. También, se da una mayor proporción de espacios libres (IN6), circunstancia más habitual en ámbitos rurales. Esta última variable guarda cierta relación con la superficie municipal protegida (MA8) y la superficie regulada por un Plan de usos y gestión (MA7), variables ambas que podríamos relacionar con un planeamiento urbano más restrictivo. En cierto modo, resulta razonable que aparezca, dentro de las variables ambientales, la menor necesidad de emplear medios de transporte motorizados para el desplazamiento de los niños al colegio (MA2 que ha sido introducida con signo negativo) en la parte positiva del eje dado que, como se puede apreciar dentro de las variables institucionales, la accesibilidad a los centros educativos (IN3) es mayor que en las áreas más rurales. Así, que como ya habíamos avanzado, este Factor se puede caracterizar como un Factor que mide el "Grado de urbanización de los distintos municipios".

gráfico también se interpreta como la proyección ortogonal de la nube de puntos que representa cada grupo, de manera que cuanto más próximos se encuentren dos grupos más se asemejan las estructuras definidas sobre el conjunto de municipios.

4 • Esta figura nos muestra las correlaciones de cada variable con los dos primeros factores, por lo que tomará valores comprendidos entre -1 y 1.

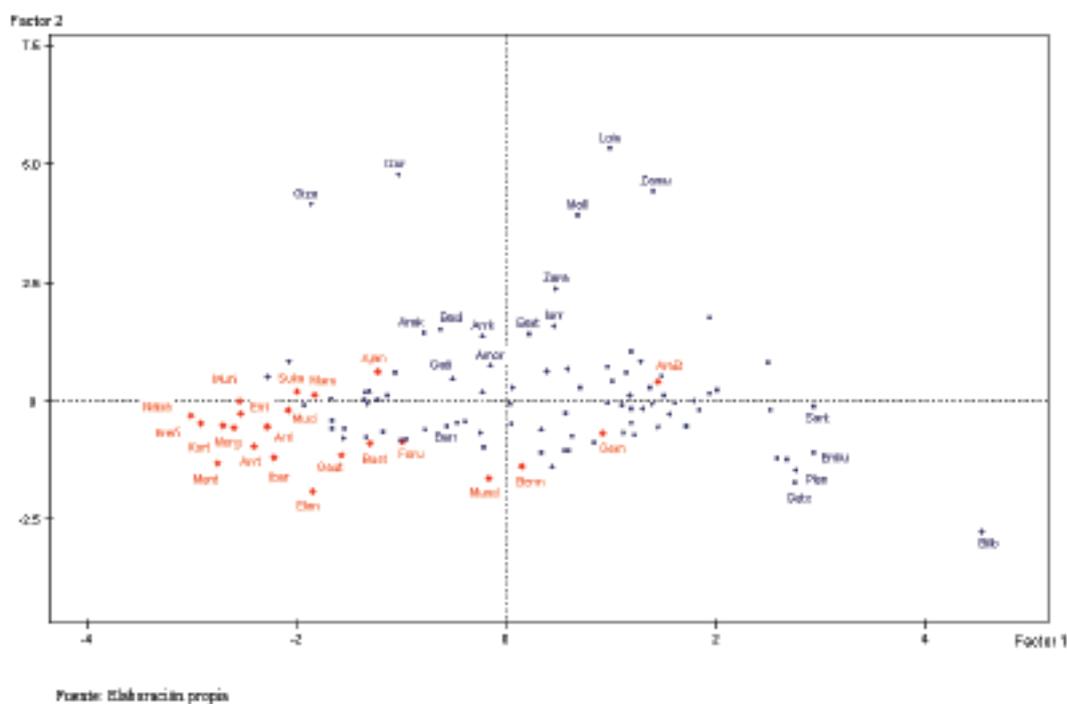


Fig 4. Localización de los Municipios en el Plano Factorial 1-2

Sobre el Factor 2, las variables económicas que influyen más positivamente son el Balance de empleo generado entre población ocupada (E2) y el PIB per cápita (E1) (véase Figura 3). Ello está estrechamente ligado con la gestión de residuos peligrosos (MA10) y la mayor recogida de papel (MA11). En la parte negativa, se presentan las variables que cuantifican el consumo de energía (MA4) y agua (MA3), aunque teniendo en cuenta que ambas variables han sido introducidas con signo negativo, su localización en el plano indica que la parte negativa del Factor recogerá municipios que consumen menor cantidad de estos recursos. En menor medida, sobre la parte positiva del Factor, influyen variables sociales como el grado de ocupación de las viviendas (S15) y el crecimiento vegetativo (S8). La parte negativa del Factor recoge, en el ámbito económico, el mayor peso del Valor Añadido Bruto del sector primario en el PIB (E8). También está presente un mejor acceso a la sanidad, con un mayor número de centros extrahospitalarios (S1) y

una mejor accesibilidad a centros sanitarios (IN1). Tras este análisis, se ve que en la parte positiva se recoge una economía que podríamos caracterizar como un modelo productivo intensivo en el consumo de recursos, que generalmente estará ligado a una estructura empresarial donde el sector secundario tenga mayor peso, frente a una economía más diversificada donde el sector primario y el terciario adquieren importancia y, por tanto, con un menor consumo de recursos. Ello nos permite considerar al Factor 2 como un Factor que evidencia los impactos ambientales causados por el modelo productivo y de ahí, que podamos denominarlo como "Grado de protección ambiental", situándose los municipios con mayor grado de protección ambiental en la parte negativa del mismo.

Si observamos la localización de los municipios podremos caracterizar a cada uno de ellos en función de las denominaciones dadas a los Planos Factoriales (véase Figura

4<sup>5</sup>). Así, los municipios que más contribuyen al Factor 1, se caracterizan principalmente por oponer municipios con una alta densidad de población (Bilbao, Santurtzi, Ermua, Getxo y Portugalete) o fuerte intensidad de uso del espacio construido en suelo urbano (Plentzia, Bilbao, etc.) frente a municipios con poca densidad de población y poca intensidad de uso del espacio construido en suelo urbano (Nabarniz, Ereño, Mendata y Kortezubi). Sobre el Factor 2, Loiu, Izurtza, Zamudio y Gizaburuaga son los municipios que más contribuyen con un porcentaje de inercia acumulada próximo al 50%, es decir, estos cuatros municipios explican casi la mitad de la información del Factor 2. Curiosamente, estos cuatro municipios se encuentran entre los seis municipios de Bizkaia con mayor renta per cápita y mayor número de empresas por habitante y también entre los cinco municipios con mayor generación de empleo en proporción a la población ocupada total.

La mayoría de los municipios pertenecientes a la Reserva de la Biosfera se localizan en el tercer cuadrante (véase Figura 4), que se caracterizaría por un nivel de protección ambiental superior a la media y por un modelo de desarrollo de tipo rural, con un VAB agrícola (E8) superior a la media de Bizkaia y con una alta protección del suelo (MA7, MA8). Otra variable que adquiere un peso importante es el alto porcentaje de personas que habla euskera (S6). Solamente tres municipios tienen coordenadas positivas sobre el Factor 1 (Bermeo, Gernika y Amorebieta-Etxano) y cuatro presentan coordenadas positivas en el Factor 2 (Sukarrieta, Murueta, Ajangiz y Amorebieta-Etxano). Si profundizamos en el grado de sostenibilidad alcanzada, fijándonos en el comportamiento de los municipios en las distintas dimensiones, es decir, considerando la localización de los puntos parciales, se puede afirmar que:

En la Figura 5, la localización de Mundaka, Bermeo, Gernika-Lumo y Amorebieta-Etxano

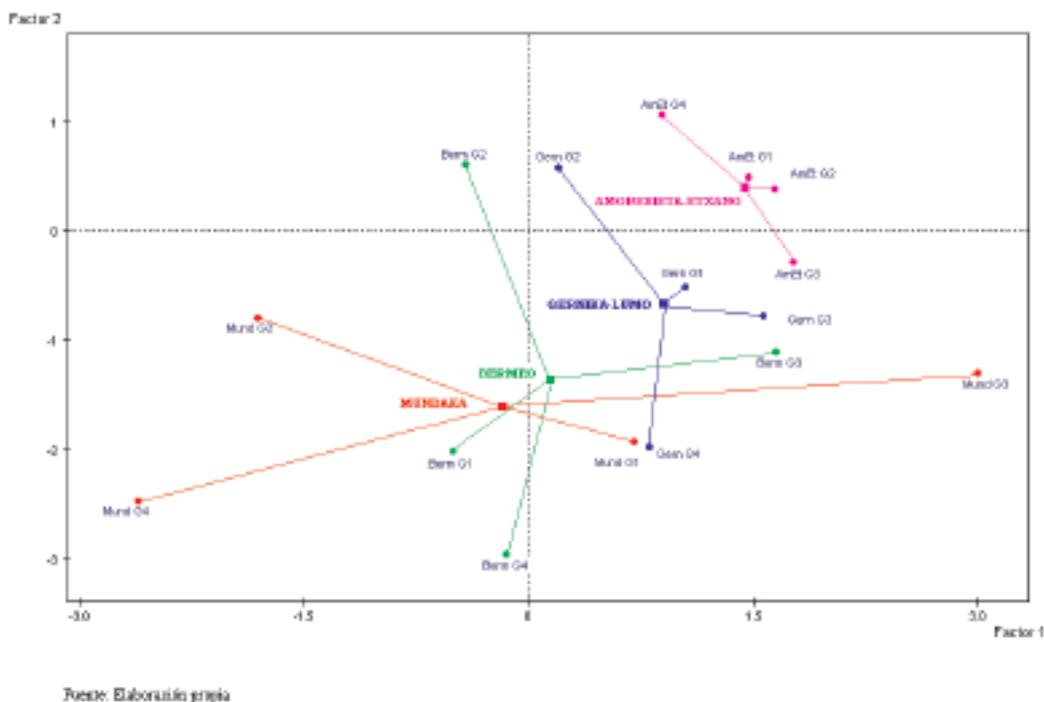


Fig 5. Puntos Parciales y Modelo de desarrollo de Amorebieta-Etxano, Gernika-Lumo, Bermeo y Mundaka.

5 • La representación de los municipios se apoya en el empleo de una homotecia sobre la nube global de variables que no modifica estrictamente la forma de la nube, pero pone cada municipio en el baricentro de las cuatro dimensiones que describen dicho municipio. De este modo, en este gráfico lo que nos interesa no son los valores que tomen las coordenadas sino la comparación de las posiciones de los municipios (Figura 4) y de los puntos homólogos en las diferentes dimensiones (Figuras 5, 6, 7, 8 y 9).

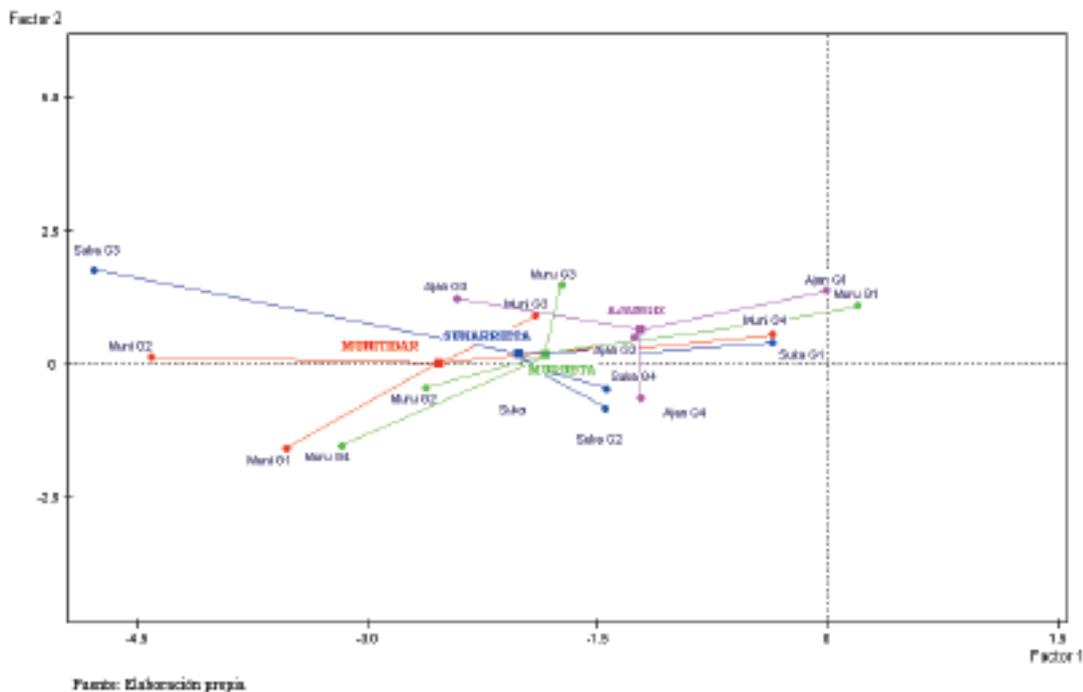


Fig 6. Puntos Parciales y Modelo de desarrollo de Munitibar, Sukarrieta, Murueta y Ajandiz

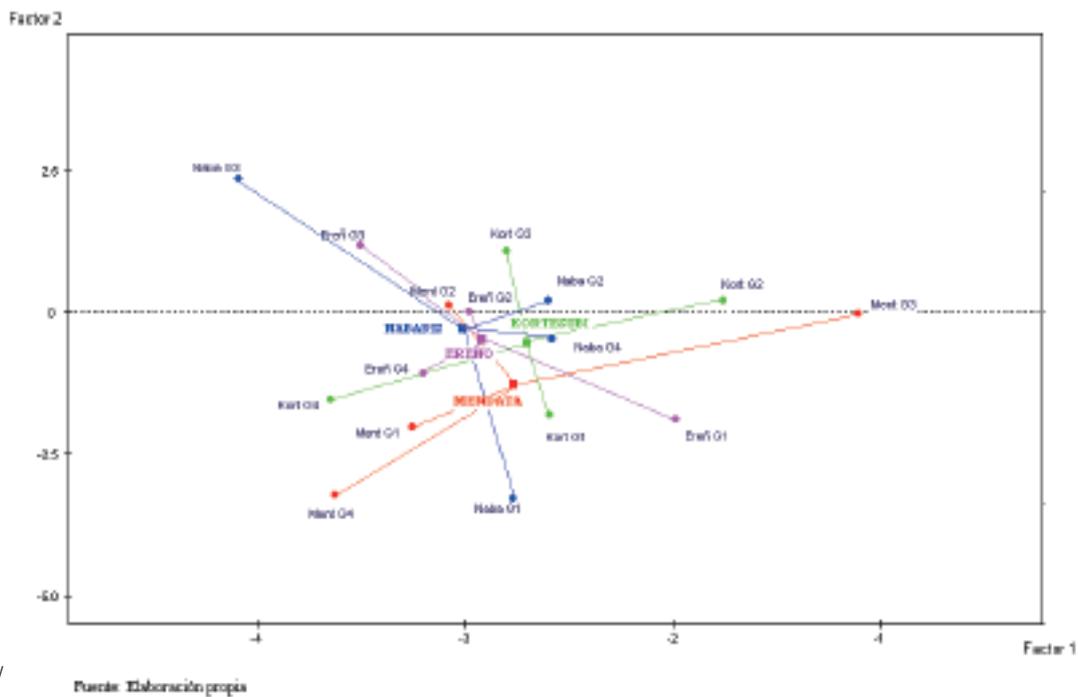


Fig 7. Puntos Parciales y Modelo de desarrollo de Nabarniz, Ereño, mendata y Kortezubi

hacia la derecha del Factor 1 se debe principalmente a la dimensión institucional (grupo 3) y, por el contrario, la dimensión ambiental influye en que Amorebieta-Etxano se sitúe en la parte positiva del Factor 2 frente a los otros tres municipios citados.

En la Figura 6, también se puede apreciar cómo la dimensión económica de Sukarrieta, Ajangiz y Murueta, es la que toma una coordenada mayor en estos municipios sobre el Factor 1, mientras que en Munitibar es la dimensión ambiental la que presenta una coordenada menos negativa sobre el Factor 1.

En la Figura 7, los cuatro municipios representados, muestran unos patrones de desarrollo bastante diferentes. Así, por ejemplo, mientras que en Kortezubi y Mendata, es la dimensión ambiental la que presenta una coordenada más negativa sobre el Factor 1, en Nabarniz, es la dimensión económica la que se sitúa más a la izquierda y en Ereño, la dimensión institucional. Todo esto

implica, que es precisamente en estas dimensiones donde los municipios presentan un modelo de desarrollo más propio de un medio rural.

En la Figura 8, los municipios de Errigoiti, Morga, Arratzu, Muxika y Arrieta muestran una coordenada positiva sobre el Factor 2 en la dimensión institucional, por el contrario, sobre dicho Factor la dimensión ambiental adquiere valores negativos para todos los municipios. Además, se trata de municipios que van a presentar una fuerte *inercia intra* ya que los puntos parciales se encuentran distanciados del punto medio del municipio, lo que implica que presentan un desarrollo bastante dispar en las distintas dimensiones del Desarrollo Sostenible.

En la Figura 9, se observa como la dimensión ambiental de los cinco municipios representados (Ibarrangelu, Elantxobe, Gautegiz-Arteaga, Busturia y Forua) se encuentra relativamente cercana, lo que

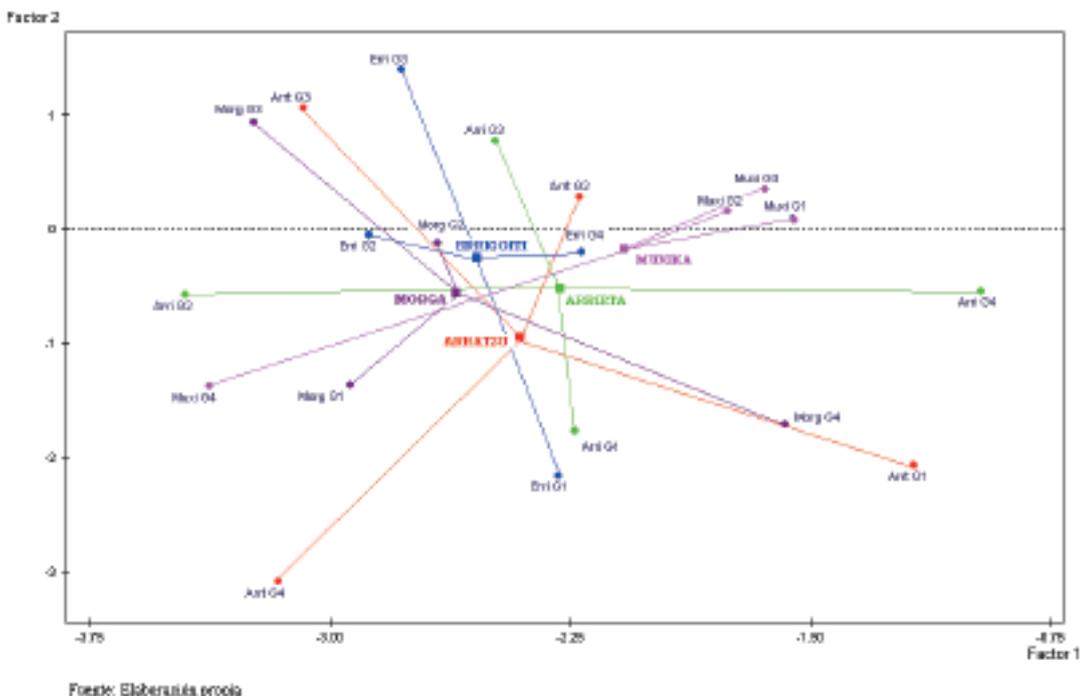


Fig 8. Puntos Parciales y Modelo de desarrollo de Morga, Errigoiti, Arratzu, Arrieta y Muxika

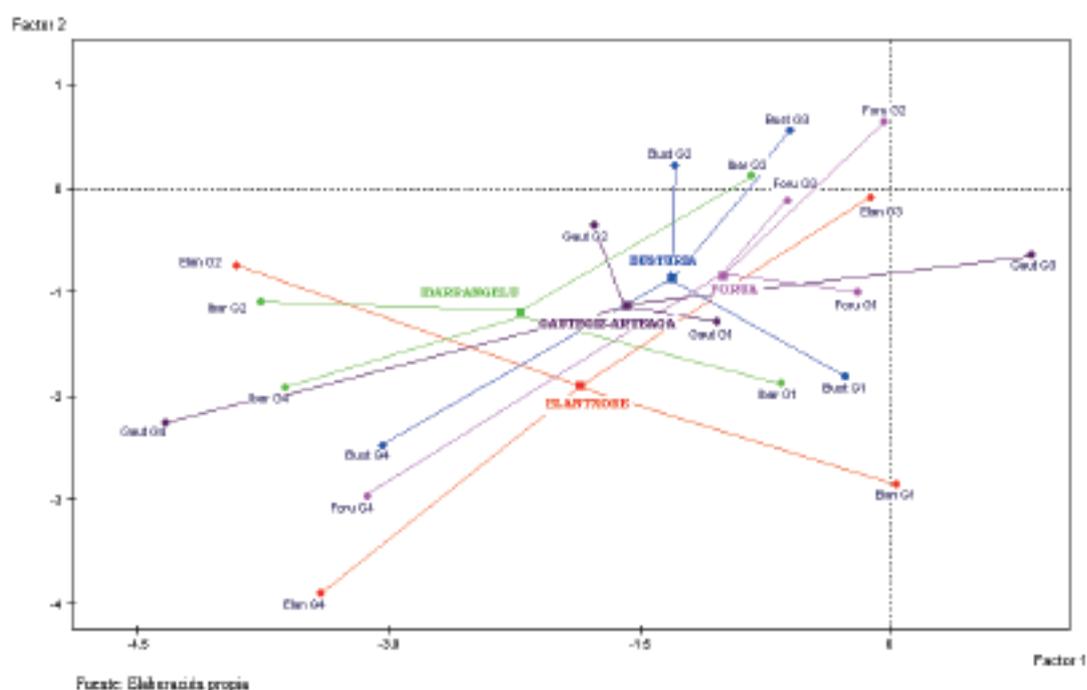


Fig 8. Puntos Parciales y Modelo de desarrollo de Ibarangelu, Elantxobe, Gautegiz-Arteaga y Forua

indica que estos municipios tienen un comportamiento ambiental similar. La dimensión institucional también está bastante próxima en los cinco municipios considerados, así que se puede concluir que el grado de desarrollo institucional es también bastante similar en estos municipios.

### • Conclusiones

Del análisis efectuado, podemos distinguir dos patrones de desarrollo totalmente diferenciados entre los municipios de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Por un lado, encontramos a Bermeo, Gernika y Amorebieta-Etxano, que se encuentran situados en la parte positiva del Factor 1 y que presentan un buen comportamiento en variables de tipo institucional. Por otro lado, se situarían municipios de carácter más rural como son Nabarniz, Ereño, Kortezubi, Mendata, etc., que se caracterizan por tener una economía principalmente agrícola.

También, la localización de las variables en el Plano Factorial 1-2, tanto su oposición como su cercanía, nos permite extraer otra serie de conclusiones respecto a las relaciones entre las distintas variables con especial incidencia en los municipios de la Reserva de la Biosfera:

Se observa cómo los municipios con una especialización productiva más agraria, dependen en mayor medida del uso de vehículos a motor para sus desplazamientos.

Al mismo tiempo, se relaciona el carácter agrícola con una mayor protección ambiental del suelo y una mayor preservación de la lengua vasca. También se relaciona con una población con un alto índice de vejez y un alto índice de dependencia.

Se refleja que la dotación de servicios está mejor garantizada cuando existe una fuerte intensidad del uso del suelo.

Por último, podemos analizar cada municipio por separado, observando cuáles son las dimensiones del desarrollo sostenible más sobresalientes y fijándonos en si el patrón de desarrollo seguido es homogéneo (los puntos parciales se encuentran próximos) o si existe alguna dimensión que está siendo priorizada. ●

---

## Bibliografía

- Agyeman, J. y Angus, B. 2003. The role of civic environmentalism in the pursuit of sustainable communities. *Journal of Environmental Planning and Management*, **46** (3), 345-363.
- Castro Bonaño, J. M. 2002. *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía* (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Málaga, Málaga.
- Cherchye, L. y Kuosmanen, T. 2002. *Benchmarking Sustainable Development: A Synthetic Meta-index Approach* (Documento de Trabajo EconWPA) [en línea]. Disponible en: <<http://econwpa.wustl.edu>> [4 de julio de 2003].
- Escofier, B. y Pagès, J. 1992. *Análisis factoriales simples y múltiples, Objetivos, métodos e interpretación*. Universidad del País Vasco, Bilbao.
- García Lautre, I. y Abascal Fernández, E. 2003. Una metodología para el estudio de la evolución de variables latentes. Análisis de las infraestructuras de carreteras de las comunidades autónomas (1975-2000). *Estadística Española* **45** (153), 193-210.
- González Laxe, F., Martín Palmero, F. y Fernández Francos, M. 2004. *Medición del desarrollo sostenible y análisis regional: diseño y aplicación de un índice sintético global a las comunidades autónomas españolas*. *Investigaciones Regionales* **5**, 91-112.
- Opschoor, H. y Reijnders, L. 1991. Towards sustainable development indicators. En O. Kuik y H. Verbruggen (Eds.), *In search of Indicators of Sustainable Development* (pp. 7-27). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The Netherlands).



# Recuperación de nutrientes primarios de los cauces acuáticos mediante procesos de intercambio iónico con supersaturación isotérmica (ixiss)

Monika Ortueta, MA Celaya, Federico Mijangos

Departamento de Ingeniería Química, Universidad del País Vasco, Apdo. 644, 48080 Bilbao  
monika.ortueta@ehu.es

Forum  
de  
Sostenibilidad



de 107 a 115 · nº01/2007

## > Resumen

La recuperación y reciclado del fósforo de los efluentes acuosos representa un desafío importante de la química ambiental moderna. Una de las alternativas más interesantes para la recuperación del fosfato desde las aguas residuales es a través de su fijación como un fosfato doble ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ), denominado estruvita, que puede ser empleado como un fertilizante de calidad comercial. Este proceso facilitaría la gestión sostenible de este recurso natural no renovable (roca fosfática) y por otra parte, evita los problemas de eutrofización de las aguas, mejorando la calidad de los ecosistemas acuáticos.

En este trabajo se describen los primeros resultados de producción de estruvita mediante un proceso de intercambio iónico en columna con supersaturación isotérmica. Se describen los rendimientos y naturaleza (difracción de rayos X) de los cristales obtenidos con dos intercambiadores iónicos comerciales.

A partir de estas primeras conclusiones se plantea el trabajo futuro, enfocado hacia la evaluación de las dificultades derivadas del empleo de disoluciones reales, el estudio de las implicaciones medioambientales y la evaluación los costes y beneficios económicos del proceso de implantación en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

**Palabras clave:**

## > Laburpena

Hondakin uretako fosforoaren berreskurapena eta birziklapena ingurune-kimikoaren erronka garrantzitsua da. Hondakin uretako fosfatoaren berreskurapenerako aukerarik interesgarriena ongari bezala erabil daitekeen estrubita izeneko fosfato bikoitza ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ) moduan finkatzean datza. Prozesu honek, berrizteza den harkaitz fosfatikoa baliabide naturalaren kudeaketa jasangarria bermatzeaz gain, uren eutrofizazio arazoak saihesten ditu ekosistema urtarren kalitatea hobetuz.

Lan honek ioi-truke isotermiko eta gainasetuaren bidez hondakin uretako fosfatoa estrubita erako finkapenean lortutako lehen emaitzak aztertzen ditu. Natura ezberdineko ioi-trukatzaile bi erabiliaz lortutako etekinak eta ekoiztutako estrubita kristalen natura (X izpien difrakzioa erabiliaz) aztertzen dira.

Lehenengo ondorioekin, benetako laginak erabiltzearen problematikaren ebaluazioa, ingurugiro inplikazioaren azterketa eta Urdaibaiko biosfera erreseban prozesuaren inplantazioak eduki dezakeen kostu eta onura ekonomikoaren ebaluazioaren planifikazioa egin da.

**Gako-hitzak:**

## > Abstract

Recovery and recycling of phosphorus from effluents and waste waters represents an important task of the modern environmental chemistry. The most interesting choice for the phosphate recovery from wastewaters is fixing it as a double phosphate,  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ , called struvite that can be used as a commercial quality fertilizer. This process will make easier the sustainable management of this natural resource (phosphate rock) and on the other hand, will also avoid the eutrophication problems of waters, improving the quality of the aquatic ecosystems.

This paper describes the first results of the struvite synthesis by Ion Exchange Isothermal Supersaturation (IXISS) technique in column. The yield and the nature of the obtained crystals (X ray diffraction) using two different commercial ion exchangers have been evaluated.

From these first conclusions future work is proposed, focused on the evaluation of real solutions and also the study of the environmental implications as well as the economic benefits and costs of its implantation at the Urdaibai Biosphere Reserve.

**Key words:**

### • Introducción

La economía mundial está abocada a una crisis, o peor aún, a un retroceso si se sigue actuando de forma irreflexiva sobre los recursos naturales para la obtención de energía y materias primas para la maquinaria industrial. Consecuentemente, se ha planteado el concepto "Desarrollo Sostenible" como aquél que se soporta en tecnologías y dinámicas conservacionistas; éstas en el sentido más medioambientalista. La Química Verde revisa los procesos tradicionales bajo los nuevos planteamientos, buscando alternativas tecnológicas al despilfarro de materias primas a procesos obsoletos o a la mala gestión de los residuos que inexorablemente deben formarse.

La herramienta fundamental en la toma de decisiones correctas hacia la sostenibilidad, es el Análisis del Ciclo de Vida, LCA "Life-cycle Analysis". Es decir, un análisis medioambiental, ecológico y sociológico de un producto o proceso puede llevar a conclusiones erróneas si no se consideran todas las interacciones con los productos o procesos o incluso con la dinámica social en cuanto a los hábitos económicos y de consumo. El LCA se basa en un seguimiento de todas las materias primas y formas de energía que intervienen en una determinada producción, buscándose puntos críticos de alto impacto ambiental.

Considerando el caso de los fertilizantes fosfatados, se plantean diversos aspectos críticos que sin lugar a dudas deben ser revisados. Así por ejemplo, cabe indicar que todos ellos se obtienen a partir de la roca fosfática (fosfatos) que se utiliza para obtener ácido fosfórico, siendo éste el punto de partida para la obtención y formulación de los diversos fertilizantes comerciales. No obstante, las reservas de fosfatos -como todas las reservas- se encuentran heterogéneamente distribuidas entre los diversos países lo que introduce tensiones de tipo sociopolítico-estratégicas, más aún

cuando estas reservas tienen fecha de agotamiento a un plazo relativamente corto.

Sorprendentemente un producto tan costoso desde un punto de vista ambiental y político se "tira" al suelo siendo actualmente imposible la recuperación de la fracción no utilizada. Peor aún, la fracción utilizada, aquella fijada por la planta, posteriormente es metabolizada por la maquinaria de consumo y finalmente devuelta a los cauces públicos como materia orgánica contaminante (Battistoni *et al.*, 2001). Esta fracción de los fosfatos junto a aquella no utilizada dan lugar a uno de los principales problemas de contaminación de las aguas naturales: la eutrofización. Esto es, el crecimiento masivo de microalgas acuáticas que degradan la calidad hasta el punto de impedir la vida de los animales superiores más sensibles.

Otro aspecto realmente negativo de la fertilización con fosfatos es el contenido inaceptable de metales pesados, en particular cadmio. Más aún considerando que existen tecnologías capaces de eliminar el cadmio del ácido fosfórico comercial.

Bajo estos planteamientos surge con fuerza la necesidad de una alternativa sostenible a la demanda de fertilizantes, aceptable bajo los planteamientos de la Química Verde que garantice los flujos comerciales de fosfatos sin contenido en metales pesados, sin explotar los recursos no renovables (roca fosfática) y evitando los problemas de contaminación de las aguas (eutrofización).

En este proyecto se considera un nuevo proceso, la producción de estruvita, basado sobre nuevos planteamientos científicos –intercambio iónico en columna operando con disoluciones sobresaturadas- que podría dar lugar a una nueva tecnología para recuperación de fosfatos desde las aguas residuales y producción de un fertilizante comercial. Este proceso incide en la gestión sostenible de este recurso natural no renovable y por otra parte, tiene una

repercusión directa sobre calidad de los ecosistemas acuáticos.

La química del nitrógeno también tiene aspectos muy interesantes desde el punto de vista de LCA que concurren en los planteamientos de este proyecto. Fundamentalmente, es preciso considerar que ciclo de consumo del nitrógeno, como ocurre con el fósforo es lineal, en el sentido de que los recursos naturales se procesan, se consumen y finalmente se vierten al medio ambiente donde se acumulan bajo diversas formas químicas que dan lugar a diversos problemas medioambientales, frecuentemente no predichos, mal evaluados y fatalmente irreversibles. En el caso del nitrógeno, este elemento se moviliza principalmente desde el nitrógeno atmosférico. Siendo este gas altamente inerte, se requiere un proceso químico –Síntesis de Haber– que quizás es uno de los exponentes más brillantes de la química del siglo XX, pero que requiere un gran consumo de energía para reducirlo hasta amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), siendo este compuesto la materia prima nitrogenada en el sistema productivo actual. Sorprendentemente, en muchas de las aplicaciones de nitrógeno se requiere la oxidación del amoníaco donde hay una fuerte liberación de energía química que no es eficazmente utilizada. Como en los fosfatos, el nitrógeno es también destinado a la fabricación de fertilizantes, nitrogenados en este caso, e igualmente provoca la eutrofización de las aguas naturales en su vertido directo (drenaje del fertilizante) o indirecto, a través de las aguas residuales urbanas e industriales del sector agroalimentario. Nuevamente, el aprovechamiento de los compuestos nitrogenados muestra una secuencia de operaciones o etapas por las que un recurso natural (nitrógeno atmosférico, altamente inerte) es movilizado de forma irreversible, de manera que directa y linealmente acaba acumulándose en las aguas naturales.

La producción de fertilizantes a partir de los componentes de las aguas naturales, o incluso

de las aguas residuales, facilita su utilización cíclica, evitándose la explotación de los recursos no renovables. En este sentido, la estruvita,  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , –un fosfato doble de amonio y magnesio– cumple todos los requerimientos de sostenibilidad como para ser empleado como un fertilizante de lenta liberación de nutrientes (Bouropoulos y Koutsokous, 2000). Además, preserva los elementos químicos movilizados desde los ciclos naturales hacia los procesos de consumo acelerando la dinámica social hacia los principios de sostenibilidad.

Bajo estos planteamientos se considera que la obtención de estruvita debe ser realizada a partir de los componentes (fosfato, amonio, magnesio) recuperados de las aguas residuales y agua de mar (Doyle y Parsons, 2002; Doyle *et al.*, 2002; Stratful *et al.*, 2001). Estos determinan los principales flujos de materia para llevar a cabo este proceso desarrollado bajo los planteamientos de la Química Verde, por lo que el consumo de energía a partir de combustibles fósiles es mínimo. Se empleará energía solar como motor energético principal para concluir químicamente los procesos de concentración. Por otra parte, no se generarán subproductos ni corrientes residuales por lo que en balance y desde cualquier punto de vista es un proceso altamente atractivo.

En lo que se refiere a fosfatos y amonio, el proceso REM NUT (Liberti, 2001) ofrece una recuperación eficaz. Este proceso consiste en la recuperación de fósforo y amonio a través de un intercambiador iónico selectivo seguido de la precipitación de estruvita utilizando como fuente de magnesio, el magnesio marino previamente concentrado mediante un proceso de intercambio iónico por supersaturación isotérmica (Doraiswamy y Sharma, 1984). En este proceso, se consigue eliminar las etapas de concentración de la solución después del tratamiento y la recuperación del producto purificado. Además, la regeneración del intercambiador iónico es directa y se evita la aparición de residuos agresivos.

## Recuperación de nutrientes primarios de los cauces acuáticos mediante procesos de intercambio iónico con supersaturación isotérmica (ixiss)

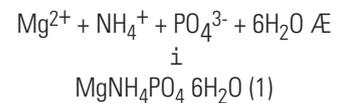
Así, el proceso REM NUT consta de 2 unidades operacionales, como se observa en la Figura 1:

- 1.- Separación de amonio y fosfato mediante intercambio iónico selectivo de las aguas residuales y su concentración en el eluato de regeneración de intercambiadores iónicos.
- 2.- Precipitación de los nutrientes en la forma de estruvita después de adicionar a pH controlado el magnesio marino concentrado por un proceso de intercambio iónico por supersaturación isotérmica (Khamizov *et al.*, 1998), en lugar de utilizar la disolución de cloruro magnésico.

De esta manera se aprovechan los flujos de fosfato y amonio provenientes de las plantas depuradoras y el magnesio marino.

En este proceso el magnesio es eluido del intercambiador con una disolución de fosfato amónico. El amonio sustituye al magnesio en

los centros activos de la resina, mientras éste último se concentra en la disolución exterior (Helfferich, 1962). La técnica de intercambio iónico por supersaturación isotérmica permite concentrar la sustancia deseada (el magnesio, en este caso) a un nivel que excede su solubilidad a una temperatura dada, cristalizando espontáneamente al abandonar la columna (Mijangos *et al.*, 2004). El precipitado obtenido en este proceso es la estruvita (Allison y Brown, 1991), la cual es un sólido cristalino blanco que se forma a través de la siguiente reacción.



La consecución del principal objetivo de este proyecto supone, por una parte, la evaluación técnica del proceso sobre la química de estruvita en sistemas de intercambio iónico y el estudio de la cinética del intercambio iónico de magnesio desde resinas de ácido débil

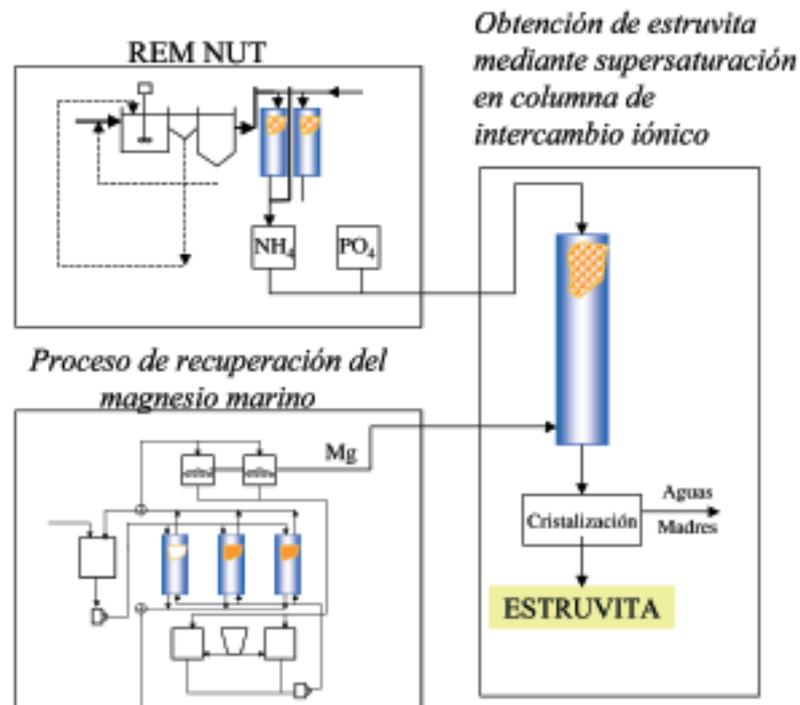


Fig 1. Esquema piloto del proceso global para la recuperación de nutrientes en la producción de estruvita.

macroporosas y de ácido fuerte geliformes. Por otra parte, la formación y estabilidad de disoluciones supersaturadas en sistemas multifásicos se debe estudiar operando en columna isotérmica sobre la síntesis de estruvita, evaluándose, finalmente, la eficacia global del proceso. Resulta determinante conocer el efecto de las condiciones de operación, así como la influencia del diseño, preparación mediante el montaje de un dispositivo piloto para evaluar la recuperación de nutrientes de las aguas residuales.

## • Metodología experimental

Los intercambiadores iónicos utilizados en el estudio han sido dos resinas de diferente naturaleza: la Lewatit CNP80, que es una resina carboxilica, con matriz de poliácrlato y de estructura macroporosa y la resina Lewatit S100, de tipo gel (microporosa), con matriz de poliestireno y grupo funcional sulfónico (Bayer, 1984).

El equipo experimental utilizado es una columna de intercambio iónico encamisada en donde la alimentación se bombea a través de una bomba peristáltica de modo que la alimentación entra a la misma temperatura que se encuentra el lecho de resina. La temperatura de todo el sistema está regulada mediante un baño termostático (Muraviev *et al.*, 1997).

## • Resultados

### 1. Lewatit CNP80

Se han llevado a cabo ensayos en columna con resina Lewatit CNP80 para distintas concentraciones de alimentación de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . En todos los casos el caudal de alimentación ha sido de 1ml/min y la temperatura se ha mantenido constante a 25 °C.

A lo largo del proceso de intercambio  $\text{Mg}^{2+}/\text{NH}_4^+$  se han tomado muestras a partir de las cuales se ha determinado la evolución

de la concentración de magnesio en el eluato mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica. Así mismo, se ha seguido la evolución del pH a la salida del lecho.

En la Figura 2 se muestran los resultados experimentales correspondientes a uno de los ensayos realizados, donde se observa que la curva de elución del lecho tiene 3 zonas claramente diferenciadas.

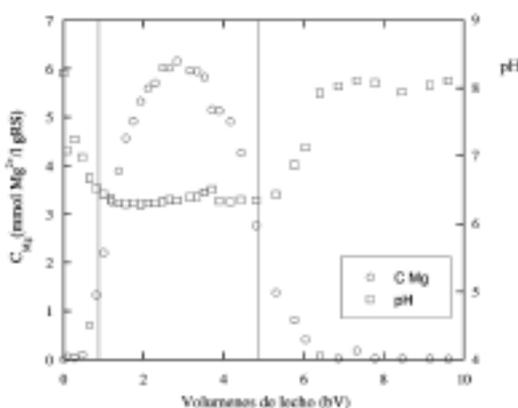


Fig 2. Variación de la concentración de magnesio y el pH en el eluato.  $C_0$   $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4= 0,1\text{M}$ .

Inicialmente existe un tiempo muerto (zona A) que coincide con el tiempo necesario para que la totalidad del lecho se encuentre humedecido por la disolución de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  entrante. Por lo tanto, pese a que la elución comienza en el mismo instante en el que la alimentación entra en contacto por la parte superior del lecho ( $t=0$ ), las primeras medidas de magnesio a la salida de la columna aparecen cuando el volumen eluido es superior al volumen del lecho. Posteriormente, y a medida que el lecho se va saturando, se alcanza un estado pseudo-estacionario donde la cantidad de magnesio eluida permanece constante y en un valor máximo (zona B). Finalmente, cuando la resina se agota y el intercambio de iones se detiene, la concentración de magnesio en el eluato tiende a cero (zona C). De la misma forma que al comienzo del proceso, la saturación del lecho se detecta con un retardo que se corresponde

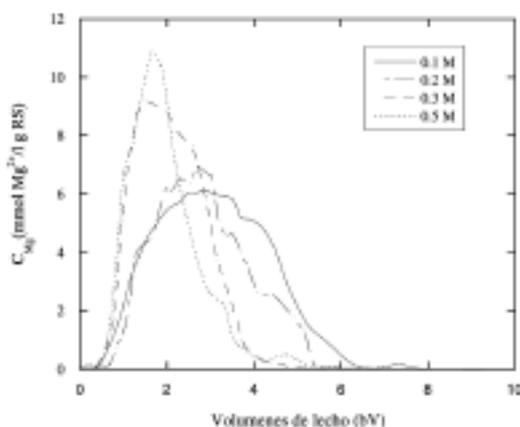


Fig 3. Variación de la concentración de magnesio y el pH del efluente a la salida de la columna para distintos ensayos.  $C_0$   $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 = 0,1\text{M}, 0,2\text{M}, 0,3\text{M}$  y  $0,5\text{M}$ .

con un volumen de lecho que es el tiempo necesario para que el eluyente ya en equilibrio con la resina del lecho abandone la columna (zona A').

Analizando los resultados obtenidos de las medidas de pH, también son visibles estas tres zonas. Inicialmente tiene lugar un descenso de pH desde un valor inicial de 8 hasta un valor de 6,5 (zona A), debido a la elución ácida que tiene lugar en el lecho. Esta situación coincide justamente con el tiempo necesario en atravesar el lecho. El pH desciende ya que los iones  $\text{Mg}^{2+}$  que inicialmente se encuentran ocupando los centros activos de la resina, dejan su sitio a los iones  $\text{NH}_4^+$ . Este hecho provoca que la concentración de  $\text{NH}_4^+$  en el eluyente descienda, lo que justifica el aumento de acidez observado en el mismo. Alcanzado este punto, el pH se mantiene constante hasta la saturación del lecho (zona B), instante en el que el pH se irá recuperando hasta alcanzar los valores iniciales (zona C).

Comparando los resultados obtenidos para las distintas concentraciones de alimentación (Figura 3), se puede establecer que a medida que la concentración de alimentación es mayor, la curva de elución se hace cada vez más estrecha, crece la pendiente y el punto de máxima concentración también es mayor. Esto se traduce en un menor tiempo de saturación del lecho así como una menor producción de

estruvita por gramo de resina seca, que viene determinada por el área bajo la curva de elución.

A concentraciones de alimentación 0,3 M o superiores se alcanzan concentraciones máximas de magnesio entorno a 10 mmol  $\text{Mg}^{2+}/\text{L.gRS}$  mientras que para alimentaciones más diluidas la concentración máxima en el eluato no supera los 7 mmol  $\text{Mg}^{2+}/\text{L.gRS}$ .

Pese a que la tendencia del pH es similar en todos los casos, a medida que se aumenta la concentración de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  en la alimentación, el pH desciende a valores más ácidos y de una manera más progresiva lo que limita aún más la zona en la que este permanece constante. Este hecho está influenciado por la mayor rapidez con la que tiene lugar el proceso. A concentraciones altas, el intercambio  $\text{Mg}^{2+}/\text{NH}_4^+$  alcanza un máximo superior al obtenido a bajas concentraciones (Figura 3), por lo tanto se dan menores concentraciones de  $\text{NH}_4^+$  en el eluato lo que explica que se alcancen valores más bajos de pH. La cantidad de estruvita correspondiente a cada ensayo se calcula a partir del área bajo la curva de elución correspondiente a cada ensayo tal y como se explicará más adelante.

## 2. Comparación de resultados entre ambas resinas (Lewatit CNP80 y Lewatit S100)

Por otro lado también se han realizado ensayos en columna de intercambio iónico por supersaturación isotérmica con la resina Lewatit S100. Una vez estudiado el efecto de la concentración sobre los dos tipos de resina, la Lewatit CNP80 y la Lewatit S100, y conocer el comportamiento de cada una de ellas en el proceso de producción de estruvita por supersaturación isotérmica, se van a comparar los resultados obtenidos en ambos casos para una concentración de alimentación de 0,1 M.

Como se muestra en la Figura 4, pese a que la evolución que sigue la concentración de magnesio en el eluato es similar en ambas resinas, el proceso de elución que tiene lugar con la resina Lewatit S100 es más largo. Consecuentemente, la cantidad de estruvita producida va a ser mayor.

El magnesio extraído de la resina permite calcular la estruvita formada, ya que se sigue una relación estequiométrica tal y como se deduce de la Ecuación 1. Para poder establecer un criterio acerca del comportamiento que ofrecen las resinas Lewatit CNP80 y Lewatit S100 en el proceso de producción de estruvita en columna por supersaturación isotérmica es conveniente estimar la cantidad de estruvita que produce debido al intercambio  $Mg^{2+}/NH_4^+$  que tiene lugar en el lecho. La producción de estruvita se calcula a partir de la Ecuación 2, ya que en cada caso está determinada por el área bajo la curva de elución.

$$\int_0^{V_{sat}} C_E dV_e = M_S \quad (2)$$

donde  $C_E$  es la concentración de magnesio en el eluato en mmoles de  $Mg^{2+}$  /L g RS,  $V_e$  es el volumen eluido a través de la columna en bV,  $V_{sat}$  es el volumen de saturación del lecho en bV y  $M_S$  la masa de estruvita en mmol de estruvita/g RS.

La cantidad de magnesio intercambiado, así como el tiempo de elución en el lecho disminuye al aumentar la concentración de la alimentación. Consecuentemente y como se observa en la Figura 5, la producción de estruvita es cada vez más pequeña.

Se han observado en el microscopio electrónico varias muestras de resina Lewatit CNP80 tras un ensayo de intercambio iónico con supersaturación isotérmica. Como se puede observar en la Figura 6, en la superficie de la partícula de la resina Lewatit CNP80 aparece una capa de estruvita que va taponando los macroporos de la resina, dificultando la difusión de los iones magnesio hacia el exterior.

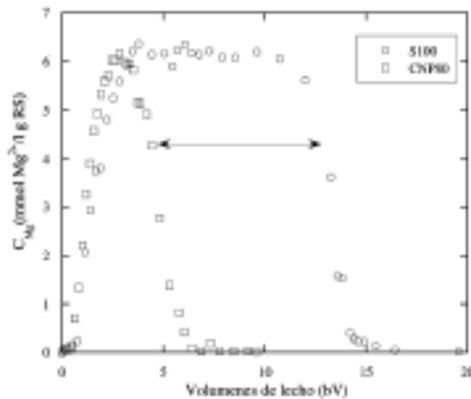


Fig 4. Comparativa de las curvas de elución obtenidas con la resina Lewatit CNP80 y S100.  $C_0$   $(NH_4)_2HPO_4= 0,1M$ .

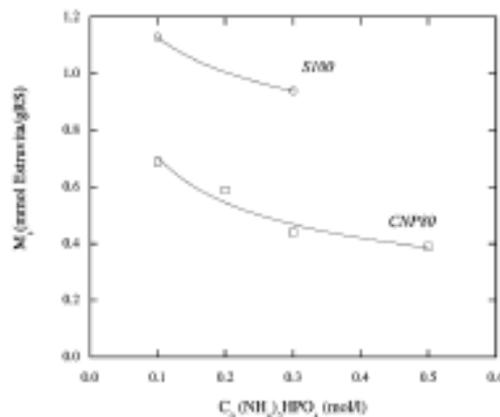


Fig 5. Producciones de estruvita para distintas concentraciones de alimentación.

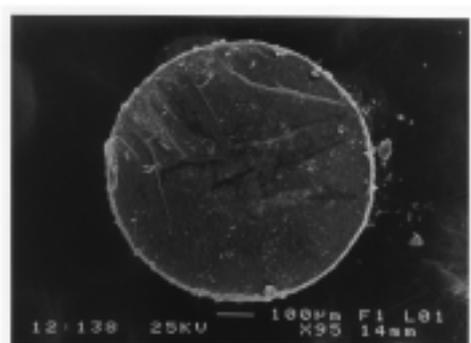


Fig 6. Vista general de una partícula reaccionada

Por otro lado, el precipitado obtenido con cada una de las dos resinas se ha analizado por difracción de Rayos X obteniéndose el difractograma que se muestra en la Figura 7.

## Recuperación de nutrientes primarios de los cauces acuáticos mediante procesos de intercambio iónico con supersaturación isotérmica (ixiss)

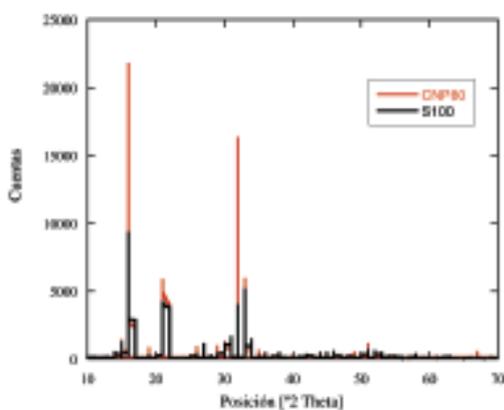


Fig 7. Difractograma del precipitado obtenido a partir de los ensayos con resina Lewatit CNP80 y Lewatit S100.

Cotejando los resultados con la base de datos PDF del programa comercial X'pert® de la casa Philips correspondientes a la estruvita, se concluye que en el caso de la resina Lewatit CNP80 todos los picos del difractograma coinciden en intensidad y posición con los del patrón de estruvita de dicha base de datos, con lo que la estruvita obtenida en los ensayos de intercambio iónico por supersaturación isotérmica en columna realizados con la resina Lewatit CNP80 tiene una pureza del 100%. En el caso de la resina Lewatit S100 se concluye que la mayoría de los picos del difractograma se corresponden con los de la estruvita, pero aparecen una serie de picos en posición 18 que no se corresponden con la estruvita y además, algunos de los picos característicos de la estruvita se ven incrementados en cuentas debido al acople de los picos. Revisando en la base de datos se ha concluido que estos picos

son consecuencia de la presencia de newberyita, un mineral cristalino y blanco cuya fórmula empírica es  $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$ . Se calcula que del precipitado obtenido en los ensayos de intercambio iónico por supersaturación isotérmica con la resina Lewatit S100, sólo un 72% del producto analizado se corresponde con la estruvita, mientras que un 28% es newberyita. Cuando se emplea la resina Lewatit S100 para el intercambio  $Mg^{2+}/NH_4^+$ , tiene lugar un mayor intercambio de iones debido a que el tiempo de elución es mayor. Así, la producción de estruvita por gramo de resina seca aumenta desde 0,69 mmol estruvita/gRS obtenidos para la Lewatit CNP80 hasta los 1,13 mmol estruvita/gRS que se obtienen para la resina Lewatit S100, aunque de menor pureza (72%). Tal y como se aprecia en la Figura 8, esto permite obtener un aumento notable en el rendimiento de elución de la resina pero no en la producción de estruvita que es similar en ambos casos, ya que se contrarresta la mayor producción de estruvita de la Lewatit S100 con la pureza de la composición de la misma.

### • Prospectiva

Esta técnica de intercambio iónico con supersaturación isotérmica se plantea como un proceso altamente atractivo desde todos los puntos de vista. No obstante, en la fase en la que nos encontramos actualmente —después de haber demostrado su viabilidad con disoluciones sintéticas— falta por evaluar los problemas técnicos derivados del empleo de disoluciones reales, determinar las condiciones óptimas de operación en algún caso real, analizar las posibles interferencias entre componentes mayoritarios y minoritarios y finalmente estudiar las implicaciones medioambientales mediante los flujos de materia y energía en el estuario y el efecto de la recuperación de nitrógeno y fósforo sobre la calidad de las aguas determinando los costes y beneficios económicos de su implantación. ●

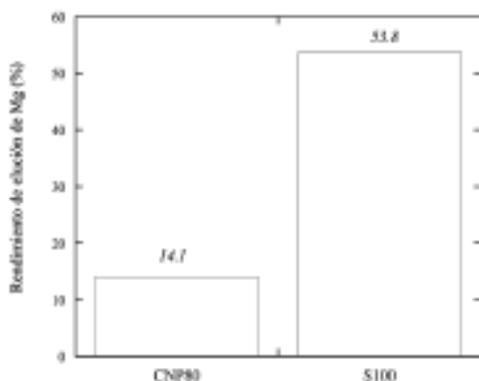


Fig 8. Rendimientos de elución de magnesio.  $C_0$   $(NH_4)_2HPO_4 = 0,1M$

## Bibliografía

- ALLISON, J.D., BROWN, D.S. 1991. MINTAQA2-PRODEFA2, A Geochemical Assesment for Environmental Systems: version 3.0 User's Manual. *US Environmental Protection Agency*, Athem, GA EPA/600/3-91/021.
- BATTISTONI, P., DE ANGELIS, A., PAVAN, P., PRISCIANDARO, M. y CECCHI, F. 2001. Phosphorous removal from a real anaerobic supernatant by struvite crystallization, *Water Res.*, 35 (9), 2167-2178.
- BAYER AG. 1984. Lewatit: Selective Resins for Treatment of Brine, Technical Information. OC/I 20543e.
- BOUROPOULOS, N. Ch., KOUTSOKOUS P.G., 2000. Spontaneous precipitation of struvite from aqueous solutions. *J. Cryst. Growth*, 213, 381-388,
- DORAISWAMY, L. K. y SHARMA, M. M. 1984. *Heterogeneous Reactions*. Vol 1. Wiley-Interscience. New York.
- DOYLE, J.D., OLDRING, K., CHURCHLEY, J. y PARSONS, S. A. 2002. Struvite formation and the fouling propensity of different materials. *Water Res.*, 36 (16), 3971-3978.
- DOYLE, J.D. y PARSONS, S. A. 2002. Struvite formation, control and recovery. *Water Res.*, 36 (16), 3925-3940.
- HELFFERICH, F. 1962. *Ion Exchange*. McGraw-Hill. New York.
- KHAMIZOV, R. Kh., MURAVIEV, D., TIKHONOV, N. A., KRACHAK, A. N., ZHIGULEVA, T. I. y FOKINA, O. V. 1998. Clean Ion-Exchange Technologies. 2. Recovery of High-Purity Magnesium Compounds from seawater by an Ion-Exchange Isothermal Supersaturation Technique. *Ind. Eng. Chem. Res.* 37, 2496-2501.
- LIBERTI, L. 2001. Ion exchange followed by struvite precipitation Adapting the REM NUT® process for P-recovery. Comité European D'études des Polyphosphates (CEEP), *Scope Newsletter*, 41, 35-36.
- MIJANGOS, F., KAMEL, M., LESMES, G. y MURAVIEV, D. 2004. Synthesis of Struvite by Ion Exchange Isothermal Supersaturation Technique. *React. Funct. Polym.* 164, 151-161.
- MURAVIEV, D., KHAMIZOV, R. Kh., TIKHONOV, N. A. y KIRSHIN, V. V. 1997. Dynamics of Ion Exchange in Supersaturated Solutions. *Langmuir*. 13 (26), 7186-7191.
- STRATFUL, I., SCRIMSHAW, M. D. y LESTER, J. N. 2001. Conditions influencing the precipitation of magnesium ammonium phosphate. *Water Res.*, 35 (17), 4191-4199.

## Instrucciones para autores

En esta revista tendrán cabida los artículos originales y de revisión, informes técnicos, estudios puntuales,... que tengan relación con el estudio de recursos naturales, gestión sostenible, educación ambiental, especialmente aquellos que establezcan su área de estudio en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, y en el País Vasco.

Donde enviar:

Por correo: Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental, Edificio Biblioteca, 5ª planta, Campus de Leioa, UPV-EHU.  
Versión electrónica: [catedra-unescoo@ehu.es](mailto:catedra-unescoo@ehu.es)

Estructura del texto:

- 1. Idioma:** se aceptarán artículos en euskara, castellano e inglés.
- 2. Extensión:** 4-8 páginas de texto (sin incluir figuras), márgenes 2,5 cm, tipo de letra Times New Roman 12, distancia en líneas 1,5 líneas.
- 3. Título y autores:** título del artículo, nombres y apellidos de los autores y sus direcciones, y la dirección electrónica, teléfono y fax del autor responsable, para poder enviarle las pruebas de imprenta.
- 4. Resumen:** máximo 200 palabras. Incluir palabras clave. Cualquiera que sea el idioma del artículo, el resumen deberá estar en euskara, castellano e inglés.
- 5. Bibliografía:** Todas las citas bibliográficas deberán figurar en el texto (y viceversa). Las citas en el texto:  
Un autor: (Roberts, 2002)  
Dos autores: (Roberts y Guimón, 2005)  
Más de dos autores (Roberts *et al.*, 2004)  
Más de una cita en el mismo paréntesis: ordenar según fecha (de menor a mayor) (Roberts, 2002; Berlin *et al.*, 2004; Alberts, 2006).

La bibliografía se presentará al final del trabajo según orden alfabético de la siguiente manera:

a) Libros:  
Autor(es). Año. *Título del libro en cursiva*. Editorial, Lugar de edición. Por ejemplo,  
NOVO M. 2002. *Globalización, crisis ambiental y educación*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid.

b) Artículos:

Autor(es). Año. Título del Artículo. *Nombre de la revista en cursiva*, volumen: páginas.

Por ejemplo:

HARVELL C.D., MITCHELL C.E., WARD J.R., ALTIZER S., DOBSON A.P., OSTFELD R.S., SAMUEL M.D. 2002. *Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota*, 296: 2158-2162.

**6. Figuras:** se enviarán en formato digital, grabar en CDs y enviar por correo o enviar por e-mail. Deberán tener por lo menos 300 ppi (pixels por pulgada) de resolución al tamaño de impresión. Las figuras se aceptarán sólo en formato EPS o TIFF.

**7. Pies de figura:** las figuras serán numeradas. La información incluida debe ser suficiente para entender la figura, sin que esta información esté repetida en el texto. No incluir la misma información en tabla y gráfico. Cuando se trate de micrografías, el pie deberá incluir la escala .

**8. Tablas:** las tablas serán numeradas. El título de las tablas debe incluir información suficiente para entenderlas.

**9.** Se indicará en el texto la ubicación de las figuras y tablas.

**10.** El Comité de Expertos de la Cátedra enviará el artículo a un experto en el tema para su revisión. Las observaciones del revisor serán devueltas al autor para que realice correcciones pertinentes.

## Autoreentzako argibideak

Aldizkari honetan artikulua original eta errebisiozkoak, informe teknikoek, ikerketa puntualek,... izango dute lekua, baldin eta baliabide naturalen ikerketarekin, kudeaketa iraunkorrarekin edota ingurumen hezkuntzarekin harremana duten. Preferentzia emango zaie ikerketa area Urdaibai Biosfera Erreserban edota Euskal Herrian kokatzen dutenei.

Nora bidali:

Posta bidez: Garapen Iraunkorra eta Ingurumen Hezkuntzari buruzko UNESCO Katedra, Liburutegia eraikina, 5. solairua, Leioako Campusa, EHU.

Posta elektronikoz: [catedra-unesco@ehu.es](mailto:catedra-unesco@ehu.es)

Idazkiaren egitura:

1. Hizkuntza: artikulua euskaraz, gaztelaniaz zein ingelesez onartuko dira.

2. Luzera: 4-8 orrialde (irudiak aparte), marginak 2.5 cm, letra mota Times New Roman 12, lerroen arteko distantzia 1.5 lerro.

3. Izenburua eta autoreak: artikularen izenburua, autoreen izen-abizenak eta helbideak autore arduradunaren helbide elektronikoa, telefonoa eta faxa; inprenta frogak bidali ahal izateko.

4. Laburpena: gehienez 200 hitz izango ditu. Gako hitzak gehitu. Artikularen hizkuntza edozein dela ere, laburpena euskaraz, gaztelaniaz eta ingelesez egon beharko da.

5. Bibliografia:

Aipamen bibliografikoak testuan zehar adierazita egongo dira eta alderantziz. Testuan aipatzeko:

Autore bat:(Roberts, 2002)

Bi autore: (Roberts y Guimón, 2005)

Bi autore baino gehiago: (Roberts et al., 2004) Parentesi berean aipamen bat baino gehiago: ordenatu dataren arabera (zaharretik berrienera) (Roberts, 2002; Berlin et al., 2004; Albers, 2006).

Bibliografia lanaren bukaeran agertuko da orden alfabetikoan, honela:

a) Liburuatarako:

Egilea(k). Urtea. Liburuaren izenburua kurtsibaz. Argitaletxea, Argitalpen-herria.

Adibidez,

NOVO M. 2002. Globalización, crisis ambiental y educación. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid.

b) Artikuluetarako:

Egilea(k). Urtea. Artikularen izenburua. Aldizkariaren izena kurtsibaz, bolumena: orriak.

Adibidez:

HARVELL C.D., MITCHELL C.E., WARD J.R., ALTIZER S., DOBSON A.P., OSTFELD R.S., SAMUEL M.D. 2002. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota, 296: 2158-2162.

6. Irudiak: formatu digitalean bidaliko dira, CD batean grabatu eta postaz bidalita edota posta elektronikoz bidalita. Inprimatzeko tamainan gutxienez 300 ppi bereizpena izan behar dute. Irudiak EPS edo TIFF formatuan onartuko dira soilik.

7. Irudien oinak: irudien izenak zenbaki batez adieraziko dira. Oinetako informazioa irudian ikusten dena ulertzeko beste izan behar da. Informazio hauek da testuan ageri behar, ezta datu berak grafiko eta taula gisa aldi berean adierazi ere. Irudiak argazkiak direneko kasuan eskalaren zenbatekoa eman beharko da.

8. Taulak: taulen izenak zenbaki batez adieraziko dira. Taulen izenburuek hauek ulertzeko adinako informazioa eman beharko lukete.

9. Testuan, irudi, argazki eta taulen kokapena adieraziko da.

10. Katedraren Adituen Komiteak gaian aditua den bati bidaliko dio artikulua zuzenketarako. Honen iruzkinak eta gomendioak egileari itzuliko zaizkio beharrezko zuzenketak egin ditzan.

