

PIES DE LAS FIGURAS DE TODOS LOS CAPITULOS

Figura S.1. Etapas básicas a seguir, según la aproximación ecosistémica, para el desarrollo de una planificación integrada y gestión multidimensional y jerárquica de los recursos proporcionados por los ecosistemas de un territorio.

Figura S.2. Organigrama general que recoge, desde la aproximación ecosistémica, los procedimientos a seguir para el desarrollo de una planificación integrada y gestión multidimensional y jerárquica de los recursos suministrados por los ecosistemas de un territorio.

Figura S.3. Esquema conceptual que muestra cómo a través del análisis ecosistémico y en función del modelo de organización jerárquica y funcionamiento del medio natural puede realizarse una gestión del territorio desde una perspectiva multidimensional y jerárquica, es decir, como un todo, como una entidad integrada y unitaria. En cierta manera justifica, en parte, la filosofía de la célebre máxima "Piensa globalmente y actúa localmente".

Figura S.4. Relación entre las dimensiones espaciales y los rangos temporales de actuación de algunas perturbaciones antrópicas o factores de tensión más importantes que inciden de una forma negativa en la organización y funcionamiento de los sistemas ecológicos del Gran Ecosistema Litoral de Doñana.

Figura S.5. Relación entre la sensibilidad (fragilidad) o capacidad de cambio, frente a perturbaciones naturales o antrópicas, de ecosistemas definidos a diferentes escalas espaciales y su respuesta en términos de resiliencia o capacidad de recuperar su cuadro ecológico de referencia después de que cede la perturbación.

Figura 1.1. Posición que ocuparía la aproximación ecosistémica y la Economía ecológica dentro del flujo de información del Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SinambA). Este constituye una estructura lógica de almacenamiento y manipulación de la información que se sitúa entre los sistemas ecológico-económicos y los distintos tipos de usuarios, básicamente la Administración Ambiental. Al filtrar y procesar, de una forma integrada la documentación del medio natural y socio-económico, se facilita considerablemente la toma de decisiones, por los gestores, sobre la explotación-conservación de los recursos que suministran los ecosistemas de un territorio.

Figura 2.1. Análisis constratado, en el marco de la Ciencia de la Ecología, de los dos extremos de un gradiente de percepción del medio natural y sus implicaciones en la conservación a través de diferentes formas de conceptualizar el ecosistema como unidad de estudio y gestión.

Figura 2.2. Análisis comparativo de las dos aproximaciones básicas de observación y análisis del medio natural. Organismos frente a flujos de energía y materia.

- a) Diferentes formas de representar esquemáticamente un sistema ecológico según: 1) Una aproximación biocéntrica (Walter, 1973 modificado); 2) Una aproximación funcional (Kormondy, 1974).
- b) Diferencias en la compartimentación de un sistema ecológico para un análisis del flujo de energía y materiales según una perspectiva biocéntrica o funcional (basado en O'Neill, 1976)

Figura 3.1. Posición epistemológica de la aproximación ecosistémica y de sus líneas de actuación en relación a las ciencias de la naturaleza, sociales y tecnológicas.

Figura 3.2. Representación esquemática de las interrelaciones entre los sistemas ecológicos y socioeconómicos visualizadas desde la aproximación ecosistémica y la Economía ecológica en un sistema ecológico-económico ambientalmente sostenible.

Figura 3.3. Esquema general del proceso de desarrollo de la *Gestión Adaptable* entendida como una técnica de toma de decisiones que busca un equilibrio entre lo que quiere la sociedad y lo que es ecológicamente posible a corto y largo plazo. El mandato de desarrollar un plan de explotación de los recursos naturales suministrados por los ecosistemas de un territorio en el marco de unos criterios sociales y económicos es considerado como una "hipótesis de trabajo" y el modelo de Gestión Ecosistémica elaborado un "experimento" que es evaluado mediante un ciclo recurrente de investigación, vigilancia y seguimiento para detectar, corregir y aprender de los errores, de tal forma que la información suministrada de solidez al modelo.

Figura 3.4. Interpretación esquemática del ecosistema como concepto o entidad teórica dentro de la aproximación ecosistémica. Este enfoque se presenta como una línea de pensamiento que articula los cuerpos de conocimiento de ciencias relacionadas con aspectos abióticos de la naturaleza como la Geografía Física, Geología e Hidrología o bióticos como la sistemática de organismos o algunas subdisciplinas de la Ecología.

Figura 3.5. Jerarquía dual (abiótica-biótica) de niveles de sistemas.

Figura 3.6. Modificación de la jerarquía unidireccional tradicional de niveles de organización (a), por una jerarquía dual (b) en la que los organismos son considerados tanto entidades reproductivas transmisoras de información genética, como entidades que intercambian y procesan materia y energía (basado en O'Neill *et al.*, 1986).

Figura 3.7. Esquema de relaciones entre entidades ecológicas (organismo, población, comunidad, ecosistema) y la escala de observación. Las capas representan tres escalas de observación y análisis de las entidades ecológicas. La base ancha implica un gran número de entidades pequeñas y la estrecha superior un número pequeño de grandes entidades. Las columnas indican que las entidades y las facetas que las definen pueden ser analizadas de una forma individual o conjunta, hacia arriba o hacia abajo, a cualquier escala de observación (basado en Allen & Hoekstra, 1992 y Pickett *et al.*, 1994).

Figura 3.8. Visión conceptual simplificada de un ecosistema ideal organizado jerárquicamente en una serie de niveles interdependientes. Bajo la teoría jerárquica de sistemas, los componentes del ecosistema se ensamblan de acuerdo a una jerarquía de predominio de relaciones de estructura (diferentes compartimentos) y funcionamiento (procesos genéticos) entre niveles, que a su vez se expresan según una jerarquía de escalas espaciales para la estructura y temporales para el funcionamiento. El compartimento edáfico actúa como bisagra entre los componentes abióticos y bióticos del ecosistema. Las flechas y sus grosores indican la dirección e intensidad del control de los niveles superiores sobre los inferiores y viceversa (basado en Klijn, 1994).

Figura 3.9. Paisaje característico de un "Monte Negro de Mancha" en Doñana mostrando su heterogeneidad vertical. El paisaje observado bajo esta perspectiva es el resultado de las relaciones verticales de interdependencia entre los componentes abióticos y bióticos de un ecosistema organizado jerárquicamente. La descripción de los ecosistemas, en términos de su componente perceptible o paisaje, implica considerar una dimensión oculta (criptosistema) definida por sus componentes funcionales o procesos biofísicos (transferencias de materia y energía, flujos de nutrientes) representadas en el esquema por flechas que se expresan y determinan un escenario básicamente visual (fenosistema), formado por la fisonomía de sus componentes estructurales (tipo de relieve, presencia de agua, textura de los suelos, predominio de tipos biológicos y cobertura de tipos de vegetación, etc.).

Figura 3.10. Heterogeneidad horizontal en un gradiente geomorfológico, desde paleodunas hasta la marisma, de un paisaje de Doñana formado por un conjunto de ecosistemas definidos a la misma escala espacial (ecotopo). Los patrones horizontales son el resultado de intercambios de materia y energía entre los ecosistemas a través de corredores de carácter físico como la escorrentia superficial o los flujos cortos de aguas subterráneas y corredores biológicos como los movimientos, a distintas escalas, de animales (aves, mamíferos, etc.). También Doñana permanece abierto a la información procedente del exterior a través de corredores naturales de mayor alcance como es el caso de las rutas de aves migratorias, desplazamientos de grandes vertebrados, aerosol marino, flujos regionales de agua subterráneas, o flujos de agua superficial procedente de las cuencas hidrográficas que drenan en su territorio.

Figura 3.11. Correlación entre la escala espacial y las escalas temporales para diferentes componentes estructurales (compartimentos) y funcionales (procesos genéticos) característicos de la organización jerárquica de los ecosistemas. El control físico domina en escalas espacio-temporales grandes y el biofísico y biológico en las pequeñas.

Figura 4.1. Diferentes aproximaciones y procedimientos metodológicos para la elaboración de cartografías ambientales (a) y ecológicas (b) del medio natural. El esquema utiliza como ejemplo el espacio administrativo del Parque Nacional de Doñana, pero desde una perspectiva ecosistémica solo tiene sentido su análisis si esta superficie administrativa se refiere a un marco natural mucho más amplio como es el Gran Ecosistema Litoral de Doñana representado en el recuadro.

Figura 5.1. Primeros esquemas de los ecosistemas de Doñana realizados por el Profesor Jose Antonio Valverde y publicados en 1958 en la revista *British Birds*.

Figura 6.1. Organigrama general del procedimiento seguido en la clasificación jerárquica y la cartografía a distintas escalas espaciales de los sistemas ecológicos de parte del Gran Ecosistema Litoral de Doñana (Parque Nacional) en el marco de referencia del Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SinambA).

Figura 6.2. Jerarquización espacial y temporal del Gran Ecosistema Litoral de Doñana en ecosistemas interdependientes de diferentes tamaños y rangos de tiempos de formación; Ecosistemas a escala de Ecodistrito, Ecosesión y Ecotopo. El ecosistema se entiende como un sistema de interacciones biofísicas organizado según una jerarquía de relaciones de dependencia entre los componentes estructurales (Factores de control) y funcionales (Procesos genéticos) y una jerarquía de escalas en las que se expresan

espacialmente y operan temporalmente. Para cada una de las tres escalas espacio-temporales consideradas, se indican las características seleccionadas (factores de control y procesos genéticos) para determinar la integridad ecológica de los tipos genético-funcionales de los sistemas ecológicos que conforman cada nivel de la clasificación jerárquica del Gran Ecosistema.

Figura 6.3. Gradiente de captura de información sobre el medio natural del Parque Nacional de Doñana en función de la escala de observación y análisis de sus ecosistemas. Los ecosistemas que se han cartografiado a una escala de detalle (ecotopos) forman, a su vez, parte de otros ecosistemas de mayor tamaño. Para cada nivel de observación y clasificación se indican las características estructurales y funcionales más apropiadas para determinar la integridad ecológica de los distintos tipos genético-funcionales de los ecosistemas que lo integran. Las flechas indican la jerarquía de relaciones de dependencia entre los diferentes niveles.

Figura 6.4. En la figura se distingue entre un Dominio geomorfológico litoral, en el que se incluyen, los ecodistritos pertenecientes al Gran Ecosistema Litoral de Doñana, y un Dominio geomorfológico continental del que sólo el ecodistrito Arenales de Condado forma parte del Parque Nacional. El ecodistrito Costero de Doñana alcanza por el oeste sólo hasta las inmediaciones de la población de Matalascañas, identificándose un nuevo ecodistrito costero a partir de la citada localidad que no se interpreta en este mapa.

Figura 6.5. Mapa de ecosistemas a nivel de ecosección para los límites del Parque Nacional de Doñana, en el contexto del Gran Ecosistema Litoral de Doñana.