



La teledetección espacial permite un reconocimiento continuo y sinóptico de los recursos naturales terrestres.
Visión artística de un satélite americano Landsat

**Nuevas tecnologías en el análisis y gestión del medio natural:
Sinamba: el Sistema de Información Ambiental de Andalucía.**

José Manuel Moreira Madueño
Jefe del Servicio de Evaluación de Recursos Naturales
Agencia de Medio Ambiente
Junta de Andalucía

Desde hace pocos años, la sociedad comienza a asumir una nueva visión de sus relaciones con el medio que la rodea, no ya desde una perspectiva de excepción, como cuando se producen catástrofes provocadas por el hombre, o posicionamientos ecologistas extremos, sino desde una posición global que afecta desde las más pequeñas cosas como consumir productos naturales, hasta las más generales, como la preocupación por fenómenos de cambios climáticos en la tierra, subidas del nivel del mar, contaminación marina, etc.

Se podría decir, incluso, que el Medio Ambiente está de moda en la sociedad, habiendo pasado, en poco más de un decenio, de una situación en la que éste no existía oficialmente, a otra en la que los programas políticos han asumido la preocupación social medioambiental. Esta misma moda ambientalista recorre universidades y empresas, que ofrecen formación y gabinetes destinados a esta nueva disciplina que, además, promete como objeto de inversión hacia el futuro.

Todo ello es así, evidentemente, porque la sociedad ha tomado conciencia, al fin, de que el problema de la supervivencia de nuestro planeta y sus especies es nuestro problema, pero además, y sobre todo, porque los agentes económicos han empezado a observar cómo el deterioro del Medio Ambiente conlleva un deterioro en los resultados económicos del proceso productivo, cada vez a más corto

plazo. Hay que añadir, que el Medio Ambiente ha entrado, también, en el proceso de producción, dando lugar a posibilidades de inversión, que generan beneficios y proporcionan buena imagen.

Frente a esta nueva orientación, podemos preguntarnos ¿qué conocemos en mayor profundidad de este difuso concepto que llamamos Medio Ambiente y cuáles son sus elementos y herramientas necesarias para su análisis? En este sentido, las construcciones teóricas, de esta disciplina, se fundamentan en la unión de muchas otras disciplinas, las cuales, interrelacionadas, permiten realizar un análisis convencional del Medio Ambiente. No obstante, los niveles de profundización en el conocimiento de los problemas ambientales, siguen manteniéndose en un estadio aún lejano al de la preocupación social actual.

Ello se debe a que no se ha hecho un análisis relativo de cuáles son las necesidades de información a generar y cómo debe crearse esa información para poder comprender, en profundidad, los problemas medioambientales, sino que se han extrapolado procedimientos y formas de otras disciplinas, sin la necesaria readaptación a las peculiaridades básicas de esta nueva disciplina: la importancia del espacio, del tiempo y la absoluta interrelación, en estas dos dimensiones, de variables y parámetros físicos y socioeconómicos.



El SinambA es gestionado por un Centro de Proceso de Datos de carácter científico.
Sala de ordenadores de la Agencia de Medio Ambiente.

Por consiguiente, si consideramos la información como un poder para actuar sobre un objeto o medio, podemos decir que ese poder, en la actualidad, es bastante deficiente, ya que las escasas herramientas de conocimiento que proporciona no están aún acordes con el objeto de análisis.

Son numerosos los ejemplos que podrían citarse, pero baste uno sencillo. Una marisma es un medio natural extraordinariamente complicado, al ser una interfase marítimo-terrestre. El análisis convencional que, desde el punto de vista espacial, se realiza de él, es el de una cartografía en la que (al mayor nivel de detalle) sólo aparecerán algunos caños y puntos acotados de altimetría. Con esta información difícilmente podremos llegar a conocer cómo funciona hídricamente este espacio, cómo se producirán las concentraciones de contaminación o biomasa, etc. En el extremo opuesto, la misma cartografía convencional, para zonas urbanas, sí tiene establecidas sus normas de análisis para poder actuar definiendo el parcelario urbano, la altura de la edificación, el viario e incluso árboles aislados. Es preciso, pues, definir cuáles son las variables básicas a contemplar desde un punto de vista ambiental, que no tienen por qué ser prolongación de disciplinas preexistentes.

No obstante, estos planteamientos no implican que la información existente no sea de utilidad, pero sí que debe de ser revisada y reestructurada para solucionar algunos de los problemas de la información, que podrían resumirse en:

- *Heterogeneidad*: la información útil para la gestión del medio ambiente, es generada por diferentes organismos, con diversos métodos. Es necesario homogeneizar y homologar la información.
- *Dispersión*: la información existente debe buscarse entre muchos documentos difícilmente controlables, Por ejemplo: mapas, tesis, libros, etc.

- *Inadaptación de la información clásica* a las nuevas necesidades de la gestión del medio ambiente. Falta de referencia espacial adecuada en la información temática y carencia de una única base cartográfica a la que referir la información.

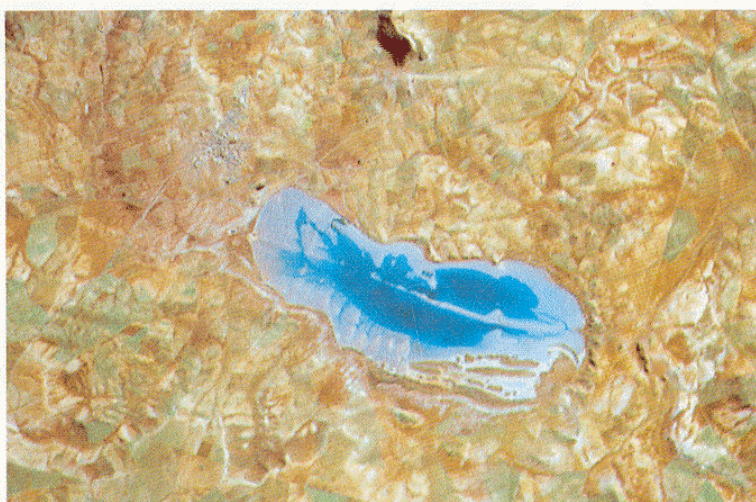
Dos nuevos instrumentos tecnológicos, nacidos en los años 60 y en expansión en la actualidad, permiten vislumbrar una solución rápida y eficaz a esta problemática. Se trata de los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) y de Teledetección Espacial. Ambos suponen no sólo herramientas para el manejo de información en ordenador, sino una nueva filosofía, que afecta a las condiciones en que dicha información debe generarse, para poder ser utilizada en el espacio.

En este sentido, un S.I.G. es un conjunto de programas de ordenador, que permiten grabar, manipular, analizar y modelizar información referida al espacio, constituyendo su característica esencial el definir las relaciones *topológicas* entre una variable espacial y todo lo que la rodea. Estos S.I.G. contemplan el mundo real segmentado en *capas* de información homogénea (temática) que pueden superponerse en el espacio y el tiempo.

La teledetección espacial es, igualmente, una tecnología de percepción remota de la realidad física, mediante sensores situados en satélites capaces de escrutar los objetos terrestres, en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético.

Esta nueva tecnología está revolucionando los procedimientos de observación de nuestro planeta, aportando a los métodos convencionales una serie de ventajas:

- la visión sintética, integrada y uniforme de la superficie terrestre,
- la repetitividad en la observación de un mismo lugar (actualmente cada media hora en satélites meteorológicos y cada dieciséis días en satélites de reconocimiento de recursos naturales),
- la calidad geométrica que, a través de tratamientos informáticos, permite actualizar cartografías topográficas y temáticas automáticamente, y
- la enorme riqueza de información sobre un mismo objeto, al ser registrado su comportamiento en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético.



Laguna de Fuente de Piedra vista desde el espacio por un satélite de reconocimiento de recursos.

El Sistema de Información Ambiental de Andalucía

Desde su constitución, la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía trabaja en la formación y desarrollo de un sistema de información que responda a las necesidades actuales de la planificación del desarrollo y gestión de los recursos naturales de la región. Se trata de un instrumento que responde a los esquemas de los Sistemas de Información Geográfica, integrando bases de datos geo-

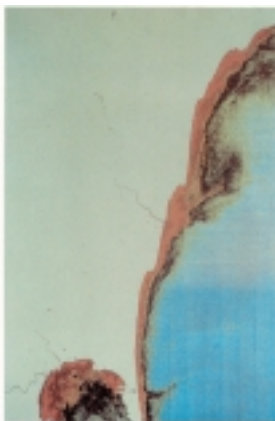
referenciados (usos del suelo, clima, datos socioeconómicos datos relativos a la emisión e inmisión de la contaminación, etc), información gráfica o visual (cartografía, imágenes fotográficas, etc.) e información obtenida por medio de la teledetección, con un amplio abanico de posibilidades de tratamientos relacionados.

En el *SinambA* nombre abreviado del Sistema de Información Ambiental de Andalucía, se pretende acumular, de forma sistemática el máximo nivel de conocimiento del medio, que en cada momento pueda obtenerse manteniendo y ampliando sus bases de datos, alimentadas por fuentes de diverso origen y sometiendo las mismas a continuos procesos de depuración y ampliación. La información que pueda extraerse de la interpretación de las imágenes teledetectadas es una fuente potentísima para esta tarea de depuración, ampliación y corrección de la información obtenida por procedimientos convencionales.

La interrelación global entre todos los soportes, elementos informativos y el equipo pluridisciplinar que lo ha diseñado y explota (informáticos, geógrafos, ingenieros, físicos, economistas, etc) es la principal garantía de su eficacia, como apoyo a los procesos de tomas de decisión. Su funcionamiento, como sistema capaz de simular distintas y complejas situaciones de la vida real, permitirá la evaluación de políticas o actuaciones susceptibles de incidir sobre el medio, como también de la aplicación de normas e instrumentos legales de gran importancia, como pueden ser la evolución de impactos ambientales para la autorización de actividades, los programas de promoción de áreas desfavorecidas, el seguimiento y evaluación de los déficits medioambientales de la región, etc.

El *SinambA* ha cubierto ya una primera fase de desarrollo, que ha estado centrada en las siguientes líneas principales:

- corrección de bases de datos, alfanuméricos y geo-referenciados, sobre los principales recursos naturales (relieve, suelo, clima, agua, uso y vegetación actual),
- confección de bases de datos, alfanuméricos y geo-referenciados, sobre la estructura socioeconómica de la región, a escala municipal,
- confección de bases de datos, alfanuméricos y geo-referenciados, sobre la carga contaminante que pesa sobre la región, diferenciando la carga de emisión de la estructura socioproductiva y la capacidad de inmisión de diversos agentes (salud humana, flora y fauna, edificaciones, recursos naturales, etc.) que se han seleccionado,
- conformación y desarrollo de la arquitectura informática (elementos de *hardware* y del *software* necesarios para el tratamiento de la información procesada),
- desarrollo de las técnicas de tratamiento digital de las imágenes de satélite, y
- definición de niveles coherentes de manejo de la información generada e integrada en el sistema.

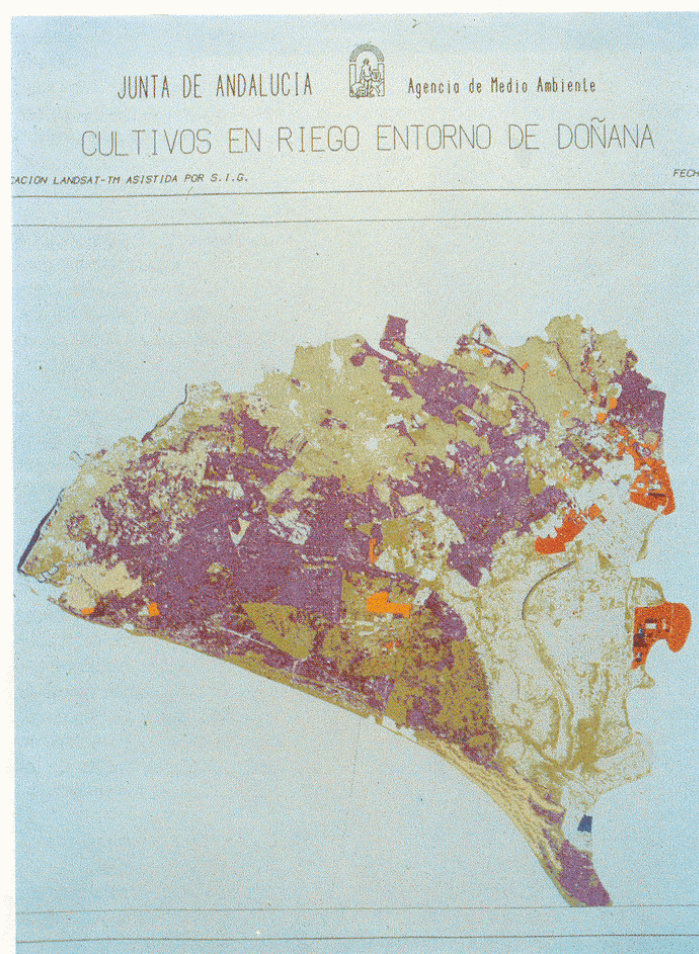


Niveles de turbidez en las aguas de la Bahía de Algeciras y sur de la Costa del Sol.
Clasificación de una imagen de satélite Landsat-TM

Este último aspecto es de trascendental importancia para comprender el funcionamiento del *SinambA*, ya que en él existe un nivel de información referido a toda Andalucía, con posibilidad de uso en escalas de reconocimiento (<1:100.000), otro a nivel de semidetalle (escala 1:50.000), y finalmente un nivel de detalle (escala >1:10.000) restringido a espacios de especial interés ambiental.

En definitiva, el *SinambA* se configura como un modelo complejo de simulación-predicción, que supera interpretaciones parciales de la realidad, en las que se han basado los modelos tradicionales de las ciencias sociales y naturales. Ello supone un avance en el estudio y evaluación de los problemas, al conjugar todos los campos temáticos (biología, geología, economía, sociología, etc.) a la hora de enjuiciar y valorar situaciones y perspectivas futuras, alejándose de las formas unívocas y restrictivas al uso.

El conjunto de bases de datos relacionadas y geo-referenciadas que conforman el *SinambA*, va más allá de ser una mera recopilación de información, configurándose como un modelo interdisciplinario capaz de dar respuestas a cuestiones tanto explicativas de la realidad, como orientativas de futuras actuaciones de agentes públicos y privados. Preguntas como ¿cuáles son los puntos más graves de contaminación de un río y por qué causas se produce?, ¿cuál es el costo económico de mantener esa carga contaminante sobre determinada cuenca hidrográfica?, ¿qué zonas del territorio presentan mayores riesgos de erosión y cuáles son los daños ocasionados a consecuencia de ello en la agricultura, y en la capacidad hídrica y, por tanto, energética?, ¿dónde se localizan y de qué tipo son las industrias más contaminantes?, ¿qué criterios habrán de tenerse en consideración en la toma de decisiones sobre autorizaciones o evaluaciones de los impactos de determinadas actividades (turística, industrial, etc.)?, podrán ser respondidas por el *Sistema de Información Ambiental*, de forma que las decisiones, que diariamente se plantean, en ejecución de una estrategia de desarrollo y crecimiento económico, sean acordes y racionales con un nuevo planteamiento de coherencia, respecto al territorio y sus recursos.



Usos del suelo actuales en el entorno del Parque Natural de Doñana, obtenidos a partir de una imagen de satélite. En rojo-naranja aparecen diferentes tipos de cultivos en regadío.

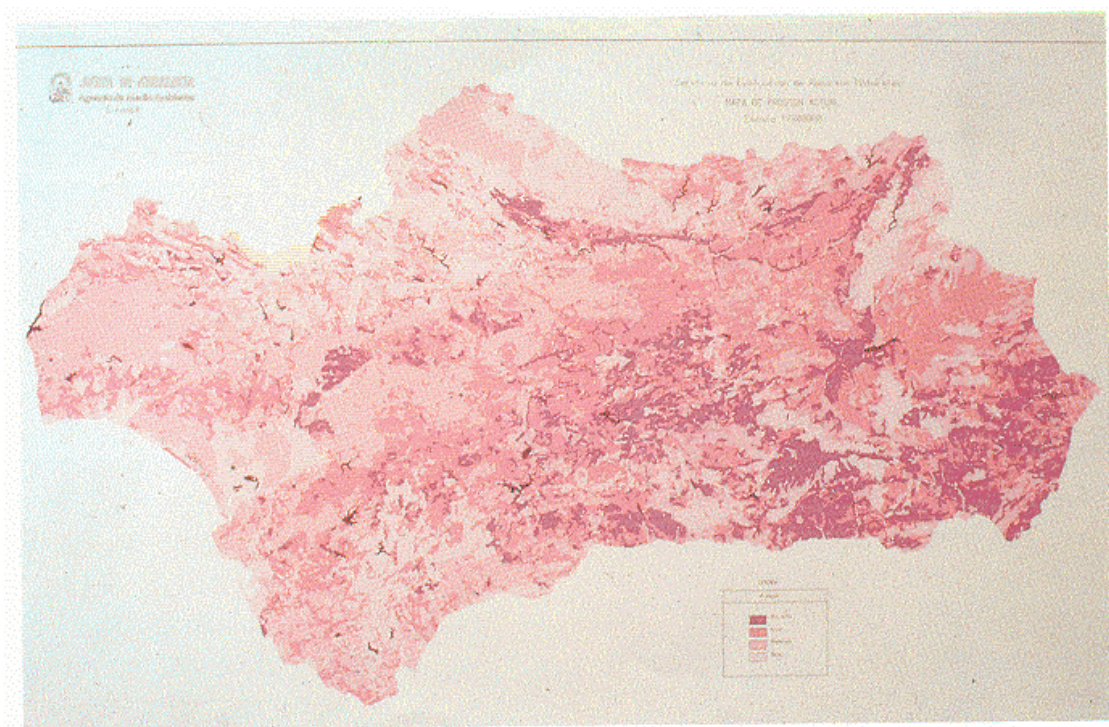


Niveles de afectación por el ruido de aviones en los alrededores del aeropuerto de Sevilla.
El Sinamba permite combinar datos convencionales (ruido) con imágenes de satélite.

Aplicaciones del Sistema de Información Medioambiental de Andalucía

El *Sinamba*, como todo Sistema de Información Geográfica, es un sistema de bases de datos para manejo de datos digitalizados espaciales y temáticos de muy diversa índole. Sus aplicaciones fundamentales se dirigen a facilitar la evaluación, gestión y planificación de los recursos naturales y socioeconómicos asistida por ordenador. Estas aplicaciones pueden ser múltiples, derivándose de los componentes esenciales del sistema.

Permite la *introducción de información* en forma de tablas o mapas. Ello da lugar a la generación de un *archivo de datos interrelacionados*, los cuales pueden ser *consultados* a través de diversos periféricos de ordenador. Pero el sistema dispone, también, de herramientas de *análisis y manipulación* para la generación de modelos de evaluación y/o gestión de la información. Finalmente, es posible *obtener salidas gráficas*, cartográficas y listados de informaciones simples o agrupados.



El Sinamba permite modelizar la información para realizar evaluaciones de diverso tipo.
En la figura aparecen riesgos de erosión actual en Andalucía.

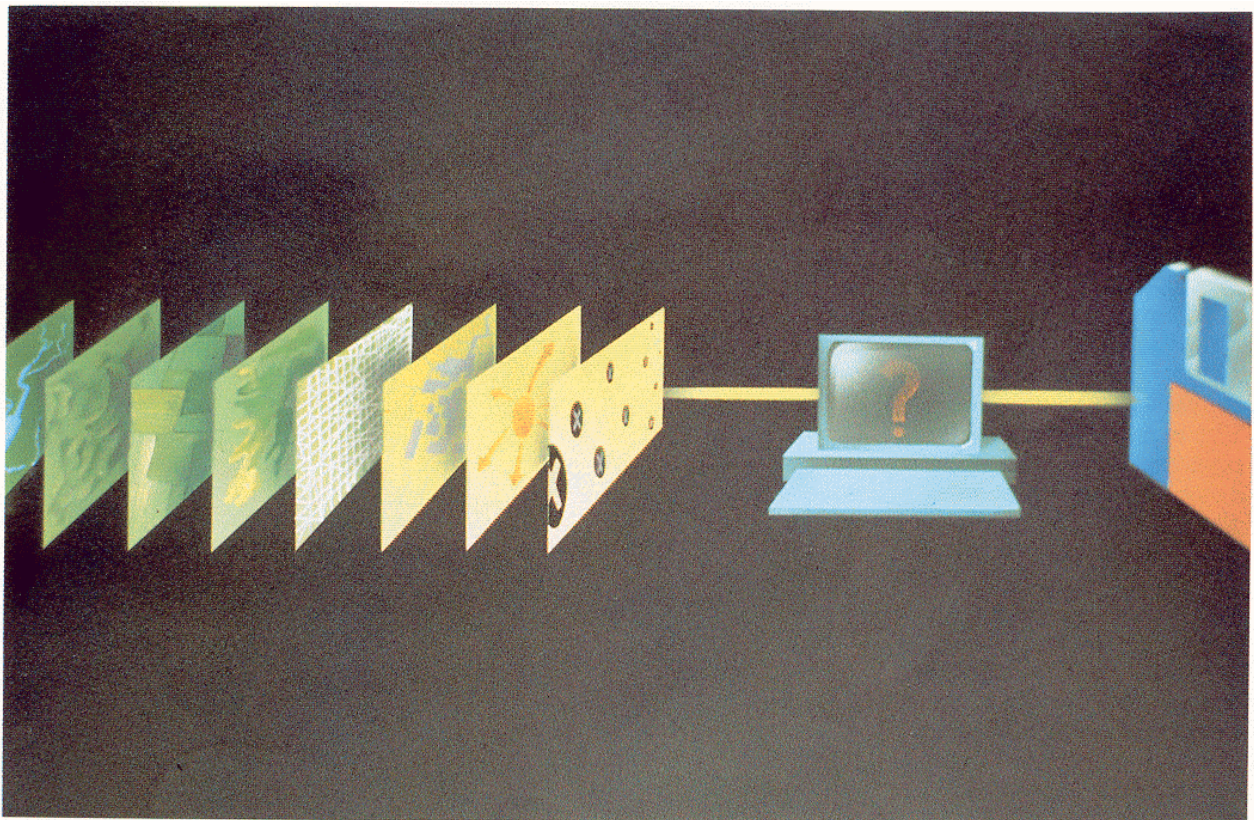
Los datos introducidos en el sistema son, normalmente, datos temáticos y espaciales, derivados de una combinación de mapas existentes, fotografías aéreas y tratamientos realizados sobre imágenes obtenidas por sensores remotos.

Con el subsistema de manejo de datos y de análisis se pueden establecer procedimientos especiales para generar informaciones derivadas como, por ejemplo: cuáles son las mejores tierras para realizar una repoblación forestal con una especie determinada.

Con el subsistema de salidas de datos se pueden obtener informes en forma tabular o cartográfica de los fenómenos a estudiar.

Por otra parte, como la recopilación de información en que se basa el sistema queda rápidamente obsoleta es necesario proceder a la actualización periódica del mismo, con nuevos datos espaciales y temáticos. Los sensores remotos, situados a bordo de satélites, son las fuentes más eficaces para este tipo de actualizaciones, pudiendo ser empleados, sus datos, en combinación con otros elaborados de forma convencional y derivar aplicaciones de evaluación, control y seguimiento que pueden tener múltiples finalidades.

De este modo, el *SinambA* se constituye en un sistema con capacidad de simulación, al objeto de ofrecer soluciones prácticas a problemas complejos de la gestión ambiental.



Un S.I.G. contempla el mundo real segmentado en "capas de información" que son grabados, analizados y modelizados en ordenador.

Las aplicaciones potenciales del sistema son tan numerosas como variadas. Algunos ejemplos de las mismas pueden ser los siguientes:

- producción de cartografía, básica, temática o de imágenes de satélite, siempre con amplias posibilidades de tratamiento, incluyendo la combinación entre ambos tipos de representación,
- inventarios de usos, generales o específicos,
- cálculos geográficos,
- producción de informes especializados y actualizados, para estudios, proyectos u otros fines que lo requieran,
- detección y seguimiento de fenómenos o procesos físicos, naturales o artificiales (dinámica litoral, dispersión de contaminantes, incendios forestales, inundaciones y otros episodios catastróficos, cambios de usos, surgencias de agua en el mar, etc.),
- seguimiento del estado de masas vegetales cultivadas y naturales,
- evaluaciones de capacidad de uso de los recursos, y
- evaluaciones de calidad, impactos o costes ambientales.

De esta forma el *SinambA* permite simular la compleja realidad de la naturaleza, incluida la propia acción humana, segmentándola en múltiples aspectos homogéneos que facilitan su comprensión y, por tanto, la planificación de las intervenciones necesarias en aras del desarrollo socio-económico y de la protección de la naturaleza.

Cita bibliográfica:

MOREIRA, J.M. 1993. La Teledetección espacial. Un nuevo instrumento para la evaluación de Recursos Naturales. Rev. Tecnoambiente nº 34. Diciembre 1993. Madrid.