

NUEVAS TECNOLOGIAS EN EL ANALISIS Y GESTION DEL MEDIO NATURAL. EL SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL DE ANDALUCIA. SINAMBA

José Manuel Moreira

Agencia de Medio Ambiente
Junta de Andalucía

INTRODUCCION

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.

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

Frente a esta nueva orientación podemos preguntarnos qué conocemos en mayor profundidad de ese difuso concepto que llamamos Medio Ambiente. Cuáles son sus elementos y las herramientas necesarias para su análisis. En este sentido, las construcciones teóricas de esta disciplina se fundamentan en la unión de otras muchas disciplinas, las cuales interrelacionadas permiten realizar un análisis convencional de ese todo que es el 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 a cuáles son las necesidades de información a generar y cómo debe de 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.

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 son 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, las cuales 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,...
- Inadaptación de la información "clásica" a las nuevas necesidades de la gestión del medio ambiente. Normalmente falta una referencia espacial adecuada en la información temática y se carece 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 la Teledetección espacial. Ambos suponen no sólo herramientas para el manejo en ordenador de información, 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 Sistemas 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.

- Una 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 16 días en satélites de reconocimiento de recursos naturales).
- La calidad geométrica que, a través de tratamientos informáticos, permite actualizar cartografías topográficas y temáticas automáticamente.
- La enorme riqueza de información sobre un mismo objeto, al ser registrado su comportamiento en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético.

PLANIFICACION DEL ECODESARROLLO Y SISTEMAS DE INFORMACION

Los recursos naturales son hoy objeto de una interpretación económica sustancialmente distinta a la que pudieran tener años atrás. Si entonces preocupaban las influencias negativas de las actividades productivas y de consumo sobre los bienes ambientales, actualmente la atención internacional se centra, sin ignorar la cuestión de los impactos, en las consecuencias ecológicas de los posibles modelos de desarrollo aplicables.

La condición limitada de los recursos naturales es un hecho proclamado desde antiguo, pero que sólo ahora está siendo coherentemente reconocida en la teoría económica y en las legislaciones de numerosos países e instituciones internacionales. Así, el carácter, y hasta el dominio o la propiedad pública de los recursos naturales, y el derecho de la sociedad a intervenir en la toma de decisiones sobre el uso al que se destinan, son ya principios legales particularmente extendidos.

La consolidación, a nivel mundial, de un nuevo marco de referencia de la relación economía/ecología, está obligando a las administraciones públicas, tanto como a los agentes económicos y a los consumidores en general, a modificar sustancialmente conceptos y hábitos de fuerte raigambre.

Independientemente de los diferentes enfoques que puedan dárse a los modelos de gestión de los recursos naturales, nadie parece cuestionar la necesidad de avanzar hacia la *planificación integrada* de los recursos, en correspondencia con la realidad sistémica de la biosfera, y, para ello, la de superar los actuales niveles de conocimiento del medio, valiéndose de sistemas de información capaces de sustentar, con rigor, los procesos de planificación económica y de gestión de los bienes ambientales.

La disponibilidad de un *Sistema de Información Ambiental* es, a todas luces, imprescindible para lograr una planificación acorde con la dimensión medioambiental y, consecuentemente, una gestión ambiental eficaz y rigurosa, capaz de realizar una asignación óptima de los recursos naturales, la difusión pública del conocimiento sobre las condiciones y limitaciones en las que pueden desenvolverse las actividades de producción y consumo, y asegurar, dentro de un modelo de desarrollo duradero, el mantenimiento y mejora de la calidad de vida.

El desarrollo de las técnicas de información, experimentado en la última década y que aún se mantiene llamativamente activo, ha llegado a ofrecer medios difícilmente concebibles hace tan sólo algunos años, cuando, con la reactivación que dio fin a la crisis económica de los setenta, se cuestionaba la viabilidad e incluso la conveniencia de la *planificación integral*, cuya defensa adquirió, significativamente, su auge en el período de la crisis.

El desarrollo tecnológico está, sin embargo, anulando antiguas polémicas escolásticas, imponiendo con fuerza nuevos modos en las prácticas administrativas y de planificación. El SinambA (Sistema de información ambiental de Andalucía), que está desarrollando la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, será a la vez, un aliciente y un instrumento para un nuevo tipo de planificación: la planificación del ecodesarrollo.

La disponibilidad de un Sistema de información ambiental es una de las principales garantías para el logro de un nuevo tipo de planificación de los recursos naturales, basado en los principios del desarrollo duradero.

La planificación necesita basarse en un profundo conocimiento del medio natural y socioeconómico. Un Sistema Información Geográfica permite un acceso integral o parcial a los distintos componentes del medio ambiente.

LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

La simplificación de la realidad que los modelos de análisis de las diversas disciplinas científicas nos han propuesto tradicionalmente, se muestra en la actualidad insuficiente para explicar la complejidad de los problemas medioambientales. Justificados en orden a una división del trabajo científico por razones de pedagogía explicativa y productividad en las tareas de investigación, la simplicidad y compartimentación estanca en la que han caído estas disciplinas, han

mermado su potencia para explicar los graves problemas que el hombre ocasiona, con su comportamiento productivo y social, sobre la naturaleza.

Las disciplinas sociales han agotado ya, por sí solas, la capacidad para explicar muchos de los problemas sociales y políticos que hoy aquejan a la humanidad. El Derecho, la Economía, la Sociología y otras disciplinas sociales, han sido incapaces de aportar soluciones reales y eficaces a muchos de los problemas que la organización social y productiva del hombre ocasiona sobre el medio ambiente y la calidad social de vida.

Sólo tras la constatación del fracaso de estas disciplinas para hallar, por sí solas y desde sus respectivos paradigmas, soluciones a muchos de los problemas actuales en relación con el medio ambiente, junto con los logros que otras disciplinas científicas han alcanzado en la explicación de muchos fenómenos observables en la realidad, y, sobre todo, gracias a los continuos avances tecnológicos en el campo de la microelectrónica y en el de la cibernética, se han podido diseñar nuevas líneas de investigación y construir sofisticados instrumentos capaces de crear modelos más complejos y verosímiles, de una enorme potencia para explicar con un mayor grado de aproximación los diversos problemas derivados de la acción del hombre sobre el medio.

Así las cosas, la Economía ya no puede seguir siendo ajena a la Termodinámica, el Derecho a la Ecología. La Física o la Geografía se hacen determinantes para explicar algunos conflictos sociológicos. Los parámetros tradicionales para medir el crecimiento económico, el grado de desarrollo alcanzado por una sociedad, o los niveles de calidad de vida, deben incorporar cuestiones tales como el grado de renovabilidad de los ciclos ecológicos, la protección del acervo genético, los balances energéticos o de materiales, por ejemplo.

Un *Sistema de Información Geográfica (S.I.G.)* no es más que un complejo de equipos, métodos, informaciones y personas que, persiguiendo los objetivos permanentes de la elaboración e interpretación de información referida a un espacio, hace uso de todas las posibilidades que el estado actual de la ciencia y de la tecnología ofrece, consiguiendo unos niveles de rendimiento difícilmente comparables a los obtenidos anteriormente, y permitiendo aplicaciones complementarias en numerosos campos de la investigación y la tecnología.

En la temática del medio ambiente, un *Sistema de Información Geográfica* es lo más próximo a ese ideal de la interrelación multidisciplinaria que los procesos ecológicos y el análisis de los fenómenos medioambientales requiere. Un S.I.G. de aplicación medioambiental, al referir sobre el espacio informaciones diversas provenientes de los más diversos aspectos de la realidad sobre la que va a trabajar (clima, usos del suelo, datos económicos, demográficos, contaminación, etc....) y al permitir simular modelos capaces de reproducir aproximaciones al comportamiento de los fenómenos estudiados, se constituye en una útil y eficaz herramienta para comprender la dinámica de los fenómenos requeridos, simular

las consecuencias de las acciones sobre el medio y aconsejar o corregir las acciones propuestas.

La aplicación de la electrónica y la informática en la producción y gestión de la información espacial está suponiendo una auténtica revolución tecnológica, cuyas posibles derivaciones no son aún del todo conocidas. Las nuevas tecnologías afectan de manera radical a todas las fases del proceso: la manera de recoger y tratar la información, los medios materiales de impresión y reproducción y hasta los propios soportes en los que se plasma la información georreferenciada. Las claves tecnológicas que permiten estos avances se centran en la digitalización de la información gráfica y, por tanto, de su tratamiento informático y en la disposición de imágenes de satélite con resoluciones cada vez mayores.

Los avances técnicos, como la informatización y la teledetección, están permitiendo una mejora sustancial del conocimiento geográfico y de la exactitud de su representación. El número de datos de los que se dispone sobre el territorio se multiplica incesantemente, y paralelamente lo hace la capacidad técnica de almacenamiento y tratamiento de los mismos. Por otro lado, se está logrando una sustancial ampliación de las posibilidades de representación gráfica, incluyendo la agilización y flexibilización de la producción de mapas, logrando satisfacer a un creciente número de usuarios potenciales.

Existen, básicamente, dos formas de utilizar información relativa a cualquier fenómeno que, de un modo u otro, se vincule a un territorio. Estas dos formas son: una, el uso de una relación de *atributos alfanuméricos* asignados al fenómeno analizado (una ciudad, una división administrativa, una estación meteorológica....) y que da lugar a listados o tablas de datos; otra, la *representación gráfica espacial* de las variables estudiadas, en un documento que simula la realidad mediante convencionalismos simbólicos y que da lugar a la cartografía.

Desde siempre el hombre ha intentado plasmar sus conocimientos en mapas que le ayudasen a comprender, sintéticamente, la compleja realidad del mundo que nos rodea, elaborando con ellos procesos de valoración de muy diversos fenómenos, que, al estar referidos a un espacio concreto le permitiesen actuar sobre él con mayor conocimiento de causa. Este proceso, que hace no hace mucho tiempo se desarrollaba de una forma manual, es ahora ejecutado en ordenadores, de gran capacidad de memoria y velocidad de proceso, y mediante programas especiales que permiten organizar, relacionar, simular y evaluar datos de procedencia estadística, gráfica y/o cartográfica.

En este sentido, en el proceso histórico que ha permitido el manejo de la información por los ordenadores, se puede hablar de la existencia de *bancos de datos* como conjunto de informaciones alfanumérica relativas a un fenómeno cualquiera; de las *bases de datos relacionales*, como conjunto de bancos de datos alfanuméricos entre los que se establecen conexiones que permite múltiples combinaciones y valoraciones mediante modelización, manejando, siempre, datos en tablas o gráficos; y finalmente, de los *Sistemas de Información Geográfica*, que constituyen el

más reciente, en fase operativa, de los avances técnicos para el manejo de informaciones mediante ordenadores.

Los *Sistemas de Información Geográfica*, como concepción informática, están constituidos por un conjunto de *programas de ordenador* que permiten el manejo de base de datos relacionales de procedencia alfanumérica, así como el uso y generación de bases de datos a partir de variables espaciales. En ellos existe una coherencia total entre datos estadísticos y su situación en el espacio, de modo que una alteración de la representación espacial del fenómeno afecta a su estadística y viceversa.

Como concepción aplicada al uso de la información para la planificación, un *Sistema de Información Geográfica* está constituido por un *conjunto de herramientas físicas* (máquinas), *lógicas* (programas), *de acción* (modelos), *contenidos* (bases de datos estadísticas y espaciales) y *manejo* (técnicos que lo diseñan y desarrollan) que permiten un funcionamiento óptimo de los datos con finalidades muy diversas, y que sólo podrá ser operativo y eficaz si todos sus componentes están bien estructurados y compenetrados.

La aplicación de la electrónica y la informática en la producción y gestión de la información espacial está suponiendo una auténtica revolución tecnológica, cuyas posibles aplicaciones no son aún del todo conocidas.

Los avances técnicos, como la informatización y la teledetección, están permitiendo una mejora sustancial del conocimiento geográfico, y de la exactitud y variedad de sus representaciones gráficas.

EL SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL DE ANDALUCIA

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 georreferenciadas (usos del suelos, clima, datos socioeconómicos, datos relativos a la emisión e inmisión de la contaminación, etc...) información gráfica o visual (cartografía, imágenes fotográficas...), 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 evaluación 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:

- Confección de bases de datos, alfanuméricas y georreferenciadas, sobre los principales recursos naturales (relieve, suelo, clima, agua, uso y vegetación actual).
- Confección de bases de datos, alfanuméricas y georreferenciadas, sobre la estructura socioeconómica de la región, a escala municipal.
- Confección de bases de datos, alfanuméricas y georreferenciadas, 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.
- Definición de niveles coherentes de manejo de la información generada e integrada en el Sistema.

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 ($\leq 1:100.000$) y semidetalle ($1/50.000$), y un nivel de detalle (escala $\geq 1: 10.000$) 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...) 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 georreferenciadas 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?, ¿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, 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 y respeto con el territorio y sus recursos.

LA INFORMACION

Las fuentes de información que alimentan el SinambA son lógicamente muy diversas, procediendo gran parte de ellas de centros y organismos oficiales. Tras su obtención, los datos son introducidos en el Sistema vía teclado, si se trata de atributos o información estadística, o por medio de la digitalización en el caso de líneas o polígonos, cuando la información se encuentra contenida en soporte cartográfico o en imágenes. La información teledetectada se procesa de un modo singular, cruzándose con la introducida por métodos manuales.

Así se configuran las diversas bases de datos en un sistema único de proceso. De un modo gráfico se puede decir que la información generada y grabada en ordenador se configura en diversas capas espaciales de contenidos homogéneos, en un tiempo determinado, y en las que la información queda georreferenciada, es decir, queda toda ella referida a unas coordenadas en el espacio (proyección cartográfica Universal Transversal de Mercator). La georreferenciación se hace imprescindible, pues es en el espacio en donde tienen ocasión los diversos fenómenos analizados, y pueden interrelacionarse los mismos. En la interrelación de fenómenos diversos, mutuamente influidos, referidos a las cuestiones que constituyen el objeto del Sistema de Información, es donde encuentran estos su máxima potencia de análisis y explicación de los hechos estudiados y, por tanto, es

aquí donde radica su máximo valor añadido respecto a los métodos tradicionales de análisis.

En estas capas de información homogénea los datos son contemplados de forma diversa:

- Bien son puntos a los que se asocian tablas de datos (estación de aforos, meteorológica, de inmisión de la contaminación, etc....).
- Bien son líneas con sentido y atributos asociados (red hidrográfica, carreteras, ferrocarriles,...).
- Bien son áreas cerradas que se caracterizan por atributos varios (usos de suelo, edificios, términos municipales, ...).

Las principales bases de datos que actualmente desarrolla el SinambA son las siguientes:

- La base de datos socioeconómica, pretende reflejar la estructura demográfica-productiva de la región a nivel municipal. En ella se recogen informaciones relativas a las características geográficas del municipio, población, estructura de los sectores productivos, parámetros y macromagnitudes socioeconómicas (población activa, niveles de empleo, renta,...) e indicadores de niveles de bienestar.
- La base de datos de relieve, con datos de altimetría, pendientes medias, morfología, suelos representativos, geología, litología, capacidad de utilización de las tierras,...
- La base de datos de uso y vegetación, recoge información estadística y cartográfica para usos agrícolas, forestales-naturales, urbanos y de ingeniería, acuícolas y explotaciones de recursos geológicos.
- La base de datos de residuos tóxicos y peligrosos es una particularidad dentro de la base de emisión y su tratamiento aislado obedece a la importancia que cobran estos residuos en la actualidad.
- La base de datos de suelos contiene más de 90 parámetros de tipo físico, químico y morfológico de perfiles de suelos representativos de la región.
- La base de datos sobre clima-atmósfera, agrupa todos aquellos parámetros meteorológicos referidos a series temporales (temperaturas, precipitaciones, ...), las áreas de influencia de cada estación meteorológica, la erosividad de la lluvia, los riesgos de heladas y un índice de humedad.
- La base de datos de emisión, tiene por objetivo recopilar y localizar el conjunto de agentes que contaminan el medio natural, así como contar con cifras de los niveles de contaminación general. Para el sector industrial se

toma como unidad informativa la factoría, recogiendo un conjunto de más de 80 parámetros sobre su actividad y efectos. La unidad mínima de información para el sector agrario es la explotación, mientras que en el sector turístico la unidad es muy variable (urbanizaciones, campings, puertos deportivos, ...).

- La base de datos de imágenes digitales, procedentes de sensores remotos (TM de Landsat y HRVX de SPOT), se relaciona, tras un tratamiento adecuado, con el resto de las bases de datos, obteniéndose ortoimágenes a escala de 1/100.000 a 1/25.000 y procediéndose a actualizaciones de la base de datos de usos del territorio y a un control de cambios y de determinadas problemáticas ambientales (contaminación litoral, incendios y estadísticas de uso,...) en toda la región.
- La base de datos de aguas, recoge información sobre la red hidrográfica, afloros, infraestructura, calidad de aguas y contaminación (superficiales, litorales y subterráneas).

Las Bases de Datos, de tipos y fuentes muy diversas, se integran en un sistema único de proceso, capaz de relacionarlas espacial y temporalmente.

TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

Los modernos paquetes de *software* destinados a los *Sistemas de Información Geográfica*, constituyen potentes instrumentos informáticos para el tratamiento de la información referenciada geográficamente. Se trata de sistemas que combinan una alta capacidad de análisis y modelización geográfica, con potentes bases de datos espaciales, formando un sólo bloque interactivo. Su diseño integra, por tanto, los modernos principios de la ingeniería informática, tratamiento de datos y teoría cartográfica.

El sistema ofrece prestaciones como la entrada digital de información cartográfica, creación y edición automática de bases de datos, ordenación de estas bases según los criterios que se requieran en cada momento, cálculos estadísticos y salidas gráficas de todo tipo. Sus aplicaciones potenciales son, en consecuencia, muy numerosas y en campos de actividad diversos. Desde la confección y revisión de la cartografía básica convencional hasta la del tipo temático de cualquier especialidad (agraria, ambiental, recursos geológicos, urbanismo,...), y siempre en plazos de tiempo difícilmente imaginables con la aplicación de otras técnicas al uso.

Los *Sistemas de Información Geográfica* organizan los datos haciendo uso de un modelo relacional y topológico. Ello facilita el manejo de las dos clases de datos espaciales: datos cartográficos que describen la localización y topología de un punto, línea o polígono, y datos de atributos que caracterizan dichos elementos.

Un completo y relacional *Sistema de Manejo de Bases de Datos* permite crear y tratar tablas georreferenciadas de datos temáticos o estadísticos, incluyendo textos y referencias a tablas de interpretación o de simbología gráfica. También es posible asociar e interrelacionar información de distintas bases, haciendo uso de códigos de selección. Los datos georreferenciados son estructurados por coordenadas y topología. Las coordenadas cartográficas (X, Y y Z) son utilizadas para la localización espacial, mientras que los datos topológicos sirven para identificar la relación entre líneas, puntos y polígonos.

Por todo ello, el *SinambA* permite simular la compleja realidad de la naturaleza y de la influencia del hombre sobre ella, segmentándola en múltiples aspectos homogéneos, que facilitan su comprensión y, llegado el caso, las intervenciones necesarias en aras de la protección de la naturaleza y el desarrollo social.

Los recursos lógicos utilizados en el manejo del *SinambA* se resumen en:

- Bases de datos relacionales DIGITAL-VAX. R.D.B. y ORACLE.
- Paquete de *software* para tratamiento de información espacial ARC-INFO.
- Paquete de tratamiento digital de imágenes procedentes de sensores remotos, desarrollado por la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (AMATEL).

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 socioeconómico y de la protección de la naturaleza.

APLICACIONES DEL SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL DE ANDALUCIA

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 agrupadas.

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 el 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.

Las aplicaciones potenciales del Sistema son tan numerosas, como variadas. Algunos ejemplos de las mismas pueden ser las 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, control de plagas y enfermedades vegetales, surgencias de agua en el mar,...).
- Pronóstico de producciones agrícolas o forestales.
- Evaluaciones de capacidad de uso de los recursos.
- Evaluaciones de calidad, impactos, o costes ambientales.

- Evaluación de aptitud de uso específico de las tierras para cultivos o especies forestales determinadas.
- Cálculos de potencialidad climática para crecimiento de la vegetación.
- Pronóstico de la erosión actual y potencial en función de diferentes alternativas de uso del suelo.
- Modelos de simulación de distribución de contaminantes en estuarios considerando parámetros de relieve, hidrodinámica, etc.
- Modelos para la elaboración de cartografía de riesgos de incendio en tiempo real.
- Localización de puntos óptimos, por distancia física o temporal, coste económico o físico, para ubicación de actividades específicas (viveros, canteras, ...).

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

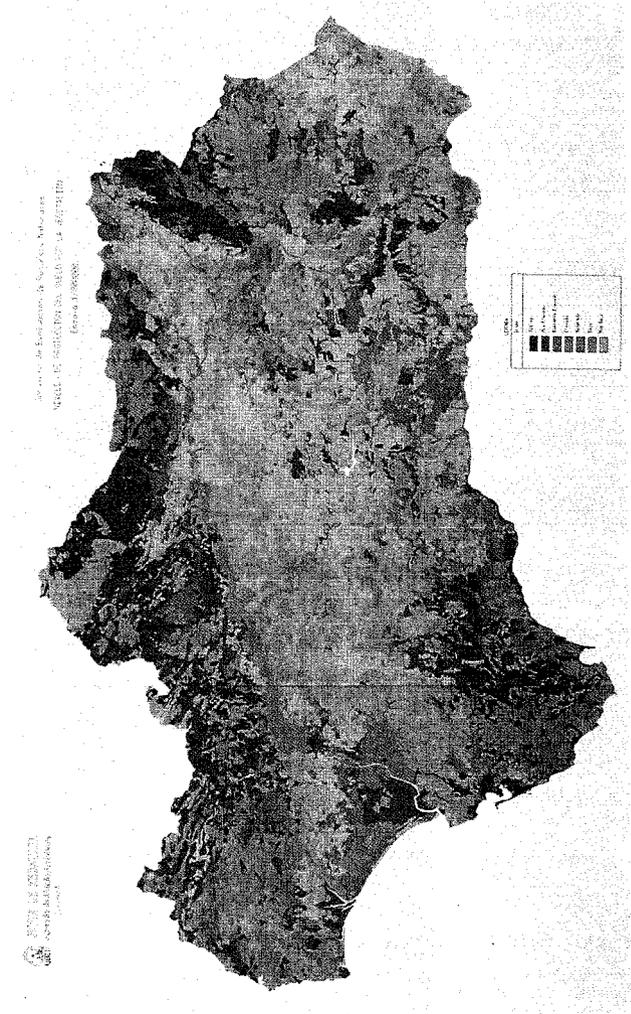


Figura 1.- Programa de evaluación de riesgos de erosión. Mapa de capacidad de protección del suelo por la vegetación (Sistema de Información Ambiental de Andalucía, SinambA)



Figura 2.- Programa de evaluación de dinámica y contaminación litoral. Imagen Landsat-TM de fecha 15-10-85. Clasificación de niveles de turbidez en el sector Piedras-Odiel, Huelva (Sistema de Información Ambiental de Andalucía, SinambA)