

(21) - SEGUIMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL EN EL ENTORNO DE DOÑANA.

Cada día la gestión del medio ambiente se presenta con más fuerza como una disciplina con gran proyección horizontal, que despliega sus objetivos no sólo en el control de los procesos naturales, sino también de buena parte de la actividad socioeconómica, constituyendo el análisis de su incidencia sobre los recursos naturales una de las parcelas más importante de su responsabilidad.

Entre las principales dificultades que ofrece esta tarea, surge la necesidad de abarcar una amplia gama de actuaciones humanas sobre el medio (roturaciones, incendios forestales, impactos por infraestructuras, actividades industriales, etc.) que tienen lugar sobre un territorio generalmente muy extenso. Este hecho redundo en la necesidad de contar con instrumentos capaces de proporcionar gran cantidad de información de carácter espacial y, a la vez, dar soporte a su tratamiento, esencialmente cuando interesa dar respuesta a una problemática en un plazo de tiempo reducido.

Es en este tipo de casos en los que los S.I.G. y la teledección se presentan como alternativas complementarias a los procedimientos tradicionales de trabajo, pues permiten la adquisición de datos en corto espacio de tiempo, y, sobre todo, su tratamiento e interrelación con otras informaciones de índole espacial. Además, todo ello se ve agilizado por la automatización de los procesos, de manera que resulta operativo dar respuesta y realizar seguimientos de fenómenos dinámicos, a un coste económico y temporal rentable.



*Situación de las zonas analizadas
Imagen NOAA. © Remote Sensing Division Rae
Farnborough 1985.*

Un ejemplo de la utilización de las nuevas tecnologías de tratamiento de la información espacial, es el desarrollado por la A.M.A. en el área del Entorno de Doñana, para hacer frente a una de sus principales problemas: el consumo de aguas subterráneas para uso agrícola, (Figura 21.1.).

El espacio abarcado por los límites del acuífero de Doñana, hasta bien entrado el siglo XX se presentaba como un área inhóspita, debido a la infertilidad de sus suelos arenosos y a la presencia de abundantes zonas húmedas (Marismas del Guadalquivir, del Tinto y Odiel, Complejo Endorréico del Abalarío) que hacían de él un foco endémico de paludismo.

Esta situación cambió radicalmente a partir de los años setenta, cuando se inicia un tímido desarrollo turístico en la costa (Matalascañas, Mazagón), y, especialmente, cuando de la mano de una serie de innovaciones tecnológicas, pasa a convertirse en un lugar privilegiado para la producción de "cultivos forzados". Estos se caracterizan por su elevado grado de capitalización, el uso de sofisticados sistemas de riego y abundantes productos fitosanitarios y fertilizantes. La alta rentabilidad de esta actividad originó una expansión vertiginosa de su superficie (en parte promovida por iniciativa pública) que ocuparon tanto porciones de marismas desecadas, como de terrenos arenosos antes considerados improductivos.

El avance espectacular en el plazo de unas décadas de esta agricultura, no sólo ha provocado la destrucción de áreas de bosques y marismas y la contaminación de acuíferos, sino que, por encima de todo, amenaza con la sobreexplotación del acuífero. Este hecho pone en grave riesgo, tanto la conservación de ecosistemas de gran valor estratégico a nivel continental (Parque Nacional de Doñana), como la pérdida definitiva del recurso sobre el que se sustenta el futuro económico de la zona: el agua.



Figura 21.1.: Imagen de satélite Landsat-TM de fecha julio de 1990. Doñana y su entorno.

Una adecuada ordenación de este espacio pasa por la necesidad de determinar el alcance de las posibilidades de desarrollo de las distintas actividades según las potencialidades de este recurso y, sobre todo, su compatibilización con la preservación de sus valores naturales.

En este sentido, el conocimiento de la incidencia humana sobre el acuífero depende en gran parte de conocer la cuantía y distribución espacial de los cultivos en riego, pues es la actividad que consume la mayor parte de este recurso, y la que presenta un mayor dinamismo temporal y espacial.

Sin embargo, determinar el alcance superficial de este fenómeno no se presenta como tarea fácil. La complejidad de la zona, donde se imbrican áreas naturales, las colonizadas por la nueva agricultura y por las de corte tradicional, la gran diversidad de cultivos con comportamientos temporales muy distintos, la microparcelación, la irregularidad interanual de unos cultivos con vocación especulativa, que se someten a los vaivenes del mercado, etc, son algunos factores que explican las dificultades que encuentran los procedimientos tradicionales (fotografía aérea, trabajos de campo, estadísticas convencionales, etc.) para determinar el alcance espacial de esta actividad. De hecho los organismos oficiales competentes en el seguimiento de los cultivos se limitan a ofrecer cifras numéricas, a nivel municipal, de superficies, sin constatación de niveles de confianza estadística y con metodologías muy diferentes. No obstante, el análisis de las tensiones territoriales en torno al recurso agua, exige no limitarse a una aproximación cuantitativa de la superficie regada cada año, sino que se hace imprescindible precisar su distribución espacial y temporal para, desde esta información, determinar su influencia sobre un acuífero que no se comporta igualmente en toda su extensión.

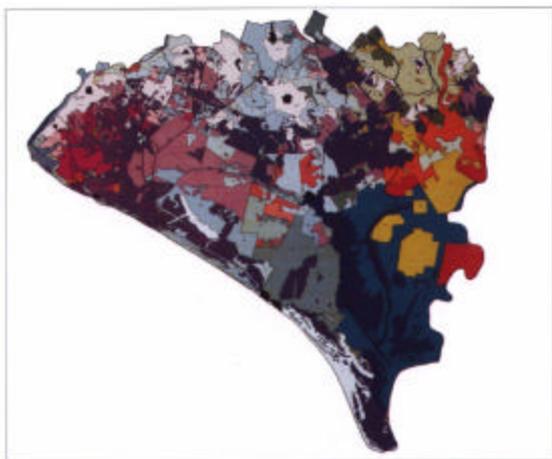


Figura 21.2.: Cobertura de usos del suelo en el entorno de Doñana en 1990.

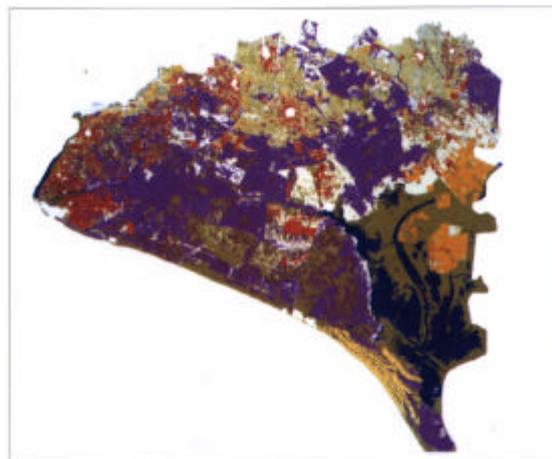


Figura 21.3.: Clasificación asistida por S.I.G. de una imagen Landsat-TM de fecha 9 mayo 1991.

Es en el seguimiento de este fenómeno en donde las nuevas tecnologías se convierten en una alternativa a los procedimientos ordinarios.

Con el objeto de obtener una evaluación cuantitativa y, a la vez, una cartografía de los cultivos en riego, desde el Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SinambA) se procedió a emprender una doble vía:

Una primera, destinada a obtener una aproximación estadística de los riegos, que integra trabajos de campo y clasificaciones de imágenes de satélite, siguiendo el método elaborado por el Centro Común de Investigación de las Comunidades Europeas, cuya descripción ocupa un capítulo en el presente libro.

Para llevar a cabo esta aproximación se realizó un muestreo areolar de 82 segmentos de 700 x 700 metros, que, una vez visitados en campo, permitieron obtener un primer resultado estadístico a partir de la expansión directa de los datos recogidos sobre el terreno. En una segunda fase, se realizó una clasificación de imágenes de satélite Landsat-TM, de Mayo y Agosto (con vistas a recoger en estas fechas la totalidad del regadío), a partir de la información de los segmentos de muestreo, una vez éstos habían sido digitalizados e integrados en la imagen. En una última etapa se procedió a la obtención de un resultado final por regresión entre los datos de campo y los obtenidos por clasificaciones de los datos Landsat.

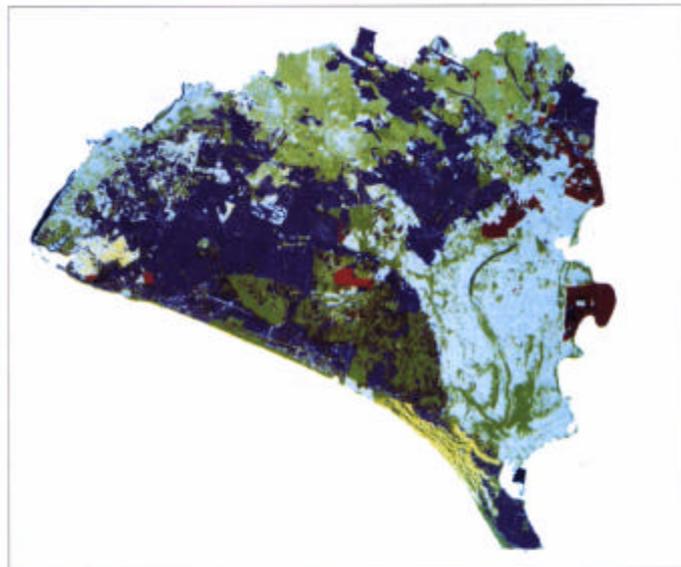


Figura 21.4.: Clasificación asistida por S.I.G. de una imagen Landsat-TM de fecha 13 agosto 1991.

Este procedimiento, aunque puramente numérico, tiene la virtualidad de realizar una aproximación objetiva al conjunto del área de estudio, bajo una misma metodología, en la que los resultados están sujetos a unos niveles de confianza estadística. El papel jugado por el tratamiento digital de las imágenes se circunscribe a sesgar los resultados obtenidos a partir de la muestra, en función del comportamiento de los cultivos para el conjunto del espacio de interés.

La segunda aproximación tiene por objeto obtener una cartografía de estos cultivos en las dos fechas (Mayo y Agosto) con vistas a conocer con mayor detalle, no ya su dimensión cuantitativa, sino su ubicación espacial en cada una de las distintas fechas. Para ello se procedió a realizar una clasificación supervisada de ambas imágenes a partir, de ventanas tomadas interactivamente sobre la imagen, y no de los segmentos de campo, como en el método anterior.

Sin embargo, este procedimiento planteaba múltiples inconvenientes debido a la complejidad de la zona, donde se aprecian solapamientos entre firmas espectrales de vegetación natural y los cultivos de interés, que inducen a notables confusiones. Para subsanar este problema se procedió a integrar la cobertura de usos del suelo residente en el Sistema de Información Medioambiental de Andalucía, como un canal de asistencia en el proceso de clasificación, (Figura 21.2.). De esta forma la cartografía digital actúa como un discriminador "a priorístico" de las clases que son posibles en cada nivel de leyenda de la cobertura de usos.

Este proceso permite evitar de una manera relativamente simple, los errores de la clasificación automática debidos a la similitud de respuestas espectrales de clases que, sin embargo, son fácilmente discriminadas sobre un mapa de ocupación del suelo.

Así, clases como pastizales de marismas con un comportamiento espectral muy similar al de cultivos en riego, pero con una distribución espacial claramente contrastada, son diferenciados predeterminando su posibilidad de aparición sólo en las áreas de marismas, tal y como aparecen recogidos en la cobertura digital. Procesos similares se llevaron a cabo con el resto de las clases (ver Tabla 21.1.).

El procedimiento de obtención de cartografía integrando S.I.G. y tratamiento digital de imágenes de satélite para este objetivo, se presenta como sumamente valioso, como reflejó el análisis de las matrices de confusión de las clasificaciones, respecto a los 82 segmentos de campo. Estas mostraron un aumento del acierto cartográfico en las clases de cultivos de riego respecto a las clasificaciones no asistidas por S.I.G. Una segunda constatación nos permitió comprobar la afinidad en cuanto a la evaluación numérica de los cultivos obtenidos a partir de los dos procedimientos (Tabla 21.2).

En resumidas cuentas, el trabajo desarrollado ejemplifica cómo un sistema de información geográfica, que integra imágenes de satélite como una herramienta más, puede prestar una valiosa ayuda en el seguimiento de una problemática medioambiental sometida a un gran dinamismo temporal y espacial. El hecho de contar con la posibilidad de obtener un documento que recoja la distribución espacial de los cultivos en riego a lo largo de distintas fechas, mediante una metodología relativamente simple, puede ser de gran utilidad para su incorporación como información dinámica en los modelos matemáticos de simulación del acuífero, y en cualquier proceso de toma de decisión de índole territorial en el que este recurso se halle afectado. Por otro lado, las propias clasificaciones asistidas sirven para actualizar de forma automática los cambios de usos que se producen en el territorio, lo que reafirma el papel de fuente de información dinámica dentro del S.I.G jugado por las imágenes del satélite.

Tabla 21.1. Resultados cuantitativos de superficies de cultivos en riego en la zona del entorno de Doñana obtenidos por distintos procedimientos.

	ANALISIS DE LOS RESULTADOS			
	TRABAJOS DE CAMPO EXPANSION DIRECTA	ESTIMACION POR REGRESION TRABAJOS DE CAMPO/ CLAS.IMAGENES DE SATELITE	CLASIFICACIONES IMAGENES DE SATELITE (MAYO + AGOSTO) ASISTIDAS POR S.I.G.	DATOS C.H.G.+I.A.R.A. + CENSO AGRARIO PARA AÑO 1989
CULTIVOS HERBACEOS EN RIEGO	12544 has.	7765 has.	10418	---
CULTIVOS LEÑOSOS EN RIEGO	3117 has.	2383 has.	1332	---
ARROZ	---	---	(3807)	---
TOTAL REGADIO (Excepto Arroz)	15661 has.	10147 has.	11750	16445 has.

