

## **Utilización de técnicas de teledetección en la clasificación catastral. Comparación con el método clásico**

*Francisco Javier Almagro Espejo<sup>(1)</sup>, Francisco Javier Ariza López<sup>(2)</sup>,  
José Emilio Meroño de Larriva<sup>(1)</sup>, Manuel Sánchez de la Orden<sup>(1)</sup>*

1 Departamento de Ingeniería Rural. Área de Ingeniería Cartográfica,  
Geodesia y Fotogrametría. E.T.S.I.A.M.

2 Departamento de Física Aplicada. E.T.S.I.A.M.  
Universidad de Córdoba

### **RESUMEN**

En esta comunicación se presenta la metodología seguida, y los resultados obtenidos en la utilización de imágenes de satélite en la clasificación catastral. Se pretende cambiar la concepción tradicional del catastro, pasando de un catastro de aprovechamientos, a uno de producción potencial; adoptándose criterios ecológicos para su clasificación (Meroño et. al 1992). Para ello nos hemos basado en la metodología propuesta por Gastó et. al (1985), de clasificación por ecorregiones, cuya aplicación está suficientemente estudiada por los métodos clásicos. Se comparan dichos métodos, con la utilización de la teledetección y los Sistemas de Información del Territorio, aplicándose al T.M. de Aguilar de la Frontera (Córdoba).

### **ABSTRACT**

In this communication a methodology is presented, and the results obtained in the use of satellite images in cadastral classification. We want to change the traditional conception of cadaster: actually it is based on a land development; the new one will be based on the potential production of the land. We have assumed ecological criteria in this classification (Meroño et. al 1992). These criteria have been based on the methodology proposed by Gastó et. al (1985), about the classification of ecological region, whose application is sufficiently studied by the classic methods. These methods are compared with the use of the Remote Sensing and the Territorial Information Systems. They have been applied to the T.M. of Aguilar de la Frontera (Córdoba).

### **Introducción**

En esta comunicación se presentan los resultados preliminares de un trabajo, el cual forma parte de un proyecto de investigación más amplio, en el que se están implementando un conjunto de métodos y modelos para la utilización en Catastro de

nuevas herramientas y técnicas como son los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección.

Los objetivos particulares para la elaboración del estudio son, en primer lugar, la aplicación de una metodología para la clasificación catastral de tierras; ésta toma como referencia el potencial productivo, cuestión fundamental y clave en el desarrollo de este trabajo, ya que implica un cambio total en la concepción actual del catastro, tradicionalmente basado en un clasificación de tierras por sus aprovechamientos. En segundo lugar, la implementación de un sistema de valoración catastral de tierras dentro del futuro sistema de Información geográfica catastral.

La metodología propuesta, el Método de Clasificación de Ecorregiones, (Gastó, 1992), basado en criterios de Clasificación ecológicos, fue adaptada a las condiciones particulares de la valoración catastral de tierras, tratándose de un sistema ampliamente contrastado en valoración de pastizales (Gast y Gallardo, 1992).

Por otra parte, la puesta en marcha en nuestro país de una cantidad ingente de nueva legislación agrícola (proveniente fundamentalmente de la nueva política agraria común) ha marcado el inicio de un catastro multifuncional en España, adaptado a las nuevas necesidades de información para la puesta en prácticas de todas estas reformas.

La aplicación de las técnicas tradicionales y los métodos clásicos a la teoría de clasificación de ecorregiones está suficientemente contrastado, por lo que se realizó la comparación de dichos métodos con la utilización de la teledetección, integrándose mediante el uso de los SIG, que nos permite analizar la información obtenida por las dos vía mencionadas.

Como señala Chuvieco: "La alta correlación entre los datos tabulados y la realidad, demuestra que la utilización conjunta de la teledetección y los SIG constituye una metodología muy adecuada para la evaluación de los recursos agrarios" (Chuvieco, 1992). Esta correlación nos permitió contrastar las intensidades óptimas de aprovechamiento del suelo con la ocupación real del suelo, obtenida de la imagen LANDSAT. Por otra parte, nos permitió contrastar la clasificación de suelos (obtenida según el potencial productivo) realizada con los métodos tradicionales, con la clasificación obtenida a partir de la imagen satélite.

### *Situación geográfica y descripción de la zona de estudio*

Para llevar a cabo este trabajo se ha elegido la zona correspondiente al *T.M. de Aguilar de la Frontera*, está situado en el sur de la provincia de Córdoba, a la cual

pertenece. Geográficamente está limitado por los paralelos 37°33' Norte y 37°20' Sur y los meridianos 4°48' Oeste y 4°36' Este. Su extensión es aproximadamente de 16.000 Has.

El **relieve** es muy poco accidentado, siendo en casi toda su extensión llano o con suaves ondulaciones. Los más importantes **cursos fluviales** son el río de Cabra y el río Genil. El cultivo que mayor extensión tiene dentro del término es el Olivo. En segundo lugar se sitúa la Vid, con una cifra de 2500 Has. Las **características climáticas** propias pueden ser aproximadas por el *índice de Turc*, el cual nos permite estimar el potencial productivo de un determinado cultivo en una zona en base a una serie de parámetros climáticos. Se ha determinado para el término de Aguilar unos valores que oscilan entre 10 y 20 para el secano y entre 45 y 55 para el regadío.

### **Antecedentes**

El Catastro es una gran base de datos territorial, cartográfica y alfanumérica, que hacen del mismo pieza clave a la hora de la articulación de un Sistema de Información del Territorio.

En efecto: la reciente puesta en práctica en nuestro país de la reforma de la Política Agraria Común, pone de manifiesto la ingente cantidad de información necesaria para llevarla a cabo, lo que ha sido posible la utilización a todos los niveles de la información catastral disponible. Este hecho marca el inicio de un Catastro multifuncional en España, heredero del actual, constituido en base de datos capaz de suministrar información del territorio a todos los niveles.

El sistema de valoración aplicado hasta ahora estaba basado en la renta de la unidad catastral, asignada según los datos existentes en un inventario de los aprovechamientos e intensidades de cultivo, realizado para este fin. Sin embargo, se han encontrado diversos problemas en la aplicación de éste método, siendo más relevante el que un método de imposición basado principalmente en el aprovechamiento del suelo y en la intensidad del cultivo, beneficia impositivamente los aprovechamientos inadecuados de la tierra, descuidándose un factor esencial en la valoración como es el potencial productivo de la misma.

El nacimiento de la Ley de Regulación de Haciendas Locales, produce un cambio drástico en la concepción del Catastro: se pasa a un sistema de valoración que debe tener en cuenta el potencial productivo. Este es un indicador estable del valor de la tierra en el tiempo y en el espacio, frente al cambiante mercado de productos agrarios. Esta nueva concepción del Catastro nos llevará a la implementación de una clasificación de tierras que tenga como característica dicho potencial, y que se debe lle-

var a cabo mediante un modelo de evaluación de tierras, que es el núcleo fundamental de nuestro trabajo.

Por otro lado, previamente a la aparición de la ley de H.L., se había creado el Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, que se encarga de la coordinación y gestión con los Ayuntamientos del impuesto, así como del mantenimiento y modernización de las bases de datos y de la institución catastral. Es en el marco de este nuevo planteamiento de la gestión catastral en el que encuentra sentido la propuesta de la introducción de nuevas herramientas y métodos en la gestión de las bases de datos catastrales y del futuro sistema de información catastral. Ya se comenzó hace algunos años la informatización del catastro, labor que no puede dejar de ser puesta al día constantemente, y que ahora nos plantea la introducción de los SIG y la teledetección.

### *Materiales y métodos*

#### *Material empleado*

Para la realización de este trabajo se ha contado con los medios puestos a nuestra disposición por la Universidad de Córdoba, entre los que cabe citar los SIG Arc/Info y GRASS y el paquete de tratamiento de imágenes, ERDAS. Este *software* está funcionando sobre estaciones de trabajo SUN.

Por otra parte, las imágenes del sensor TM del satélite Landsat fueron cedidas para su tratamiento por la **Agencia del Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (A.M.A.)**.

La digitalización de la información cartográfica se llevó a cabo tomando como base el mapa topográfico a escala 1:10000 de la Junta de Andalucía, en el cual también se tuvieron en cuenta ríos, caminos, pozos y carreteras, necesarios a la hora de la valoración posterior.

#### *Método de clasificación*

Como sistema de evaluación de tierras se seleccionó el Método de Clasificación de Ecorregiones, adaptándolo a las características particulares de la evaluación catastral. Este sistema utiliza criterios de clasificación ecológicos, y ha sido ampliamente contrastado en la valoración de pastizales.

El sistema de clasificación de ecorregiones consta de nueve categorías o niveles: reino, dominio, provincia, distrito, sitio, uso, estilo, condición y tendencia. Cada categoría y clase corresponde a una determinada escala cartográfica. Además de las variables ecosistémicas que las definen, están determinadas por

los restantes atributos o propiedades, ya sea clima, geoforma, ambiente edáfico, artificialización, etc...

Reino, dominio y provincia son categorías climáticas. La categoría geomorfológica es el distrito. El quinto nivel jerárquico corresponde al Sitio. Es la unidad de manejo, descripción y utilización, a la cual se refieren las bases de datos y la información geográfica. Según Dyksterhuis, 1949, del Servicio de Conservación de Suelos (USA, 1962) el sitio es un tipo de tierra que difiere de otros en su capacidad potencial de producción de una cierta cantidad y calidad de vegetación. Las clases de sitios deben estar definidos por sus atributos más distintivos y permanentes: textura-profundidad e hidromorfismo.

Además de los anteriores, cuando se comporten como limitantes del sistema, se pueden considerar los siguientes: Pendientes, Exposición, reacción, Salinidad-Sodio, Fertilidad, pedregosidad, Materia orgánica, Inundaciones.

La cartografía correspondiente a estas variables se obtendrá a partir del análisis de la cartografía de suelos existente, abundante y completa en la zona seleccionada, de la fotointerpretación de fotografías aéreas u ortofotos, y de la validación de la misma por las comprobaciones y análisis de las muestra de campo. El resultado será una serie de áreas caracterizadas por la combinación de textura-profundidad-hidromorfismo integrados en el sistema de información geográfico. La intersección de las áreas anteriores con el mapa de distritos, dará como resultado el mapa correspondiente a los sitios, los cuales pueden subdividirse a su vez teniendo en cuenta las variables secundarias limitantes, por ejemplo la salinidad o pedregosidad.

### ***Fotointerpretación***

En primer lugar se realizó una recopilación del material necesario para la realización de los mapas de suelos: antecedentes cartográficos, mapas topográficos y temáticos ya existentes, fotografías aéreas de fechas antiguas y recientes, etc... Con estos datos se realizó un estudio previo de la zona. Posteriormente, en una primera aproximación, con la ayuda de las fotografías aéreas y del fотомosaico, se procedió a analizar las posibles unidades definitivas de los tipos de suelos que conforman el territorio. Estas unidades se definieron según el potencial productivo del territorio.

Del análisis de las áreas elegidas se obtuvo la descripción morfológica de cada unidad, con la cual se realizó una comprobación general de la homogeneidad de las unidades cartográficas en función de los parámetros seleccionados, necesarios para realizar una evaluación del potencial productivo del suelo (textura, profundidad, hidromorfismo).

Una vez estuvieron comprobadas la homogeneidad de las unidades de suelos, se procedió al muestreo de suelos, llevando a cabo el trabajo de campo, en el que se recopilaban los datos de suelos representativos de cada tipo definido previamente.

La descripción morfológica, junto con la toma de muestras y su análisis en laboratorio permitió realizar la clasificación de cada unidad de suelo según su potencial productivo.

#### *Utilización de la imagen satélite*

El tratamiento de la imagen satélite pretendía, en este estudio, encontrar una correlación entre los datos obtenidos en el trabajo de campo, realizado en distintas zonas, elegidas al azar, con la información procedente de la imagen de satélite (Giménez de Azcárate y Moreira, 1992).

Se pretendía correlacionar los datos que hacen referencia al potencial productivo del suelo: los obtenidos a partir de fotointerpretación, y los obtenidos por clasificación de la imagen de satélite. Tendremos una comparación de la clasificación de suelos realizada según los métodos tradicionales y la realizada a partir de la información obtenida de la imagen satélite.

Se realizó, en primer lugar, un análisis visual previo, en el cual se delimitaron las zonas fisiográficas, ya que son éstas las que, en último lugar, determinan los tipos de suelos.

En un primer paso, se dividió la zona en regiones homogéneas en cuanto a potencial productivo, (unidades de suelo, de las que ya hablamos en el apartado de fotointerpretación), reduciéndose a un máximo de seis estratos, de forma que haya suficientes unidades de muestreo (segmentos) por estrato, de forma que el método de regresión sea válido.

Se seleccionó una muestra de segmentos para la realización del trabajo, los cuales fueron digitalizados, con la subdivisión de todas las unidades de suelos existentes en el mismo, teniendo que realizar el proceso completo sólo una vez, ya que para la imagen de la siguiente fecha se pudo utilizar el mismo trabajo. Para cada segmento se seleccionó en la imagen puntos de control homólogos, procediendo después a la realización de la corrección geométrica de la imagen de satélite. Una vez realizada, se montaron los segmentos sobre la imagen.

Se realizó, dentro del proceso, una clasificación no supervisada sobre las imágenes, al objeto de obtener información sobre el agrupamiento de los datos, lo que permitió delimitar áreas de confusión espectral y a definir las firmas espectrales de clases diferentes.

De la superposición de cada segmento y de sus unidades homogéneas de tipos de suelos, sobre la imagen de satélite obtuvimos las firmas espectrales. Del análisis del conjunto de datos de entrenamiento obtuvimos información a la hora de interpretar los resultados. Se tuvo en cuenta, a la hora de analizar las firmas espectrales obtenidas, el efecto que sobre la reflectancia de los suelos tiene el color de los mismos y su contenido de agua (Scanvic, 1989), marcándonos en algunos casos la distancia espectral de las distintas unidades. Se añadieron además algunos segmentos que permitieron discriminar la zona cubierta de vegetación y, dentro de la misma, áreas de distinto estado del cultivo, lo que nos permitió, gracias al conocimiento de la zona, corroborar la bondad de las firmas espectrales obtenidas. Realizamos a continuación un test de acierto entre la clasificación obtenida y la de la realizada por métodos tradicionales (gráficos 1 y 2).

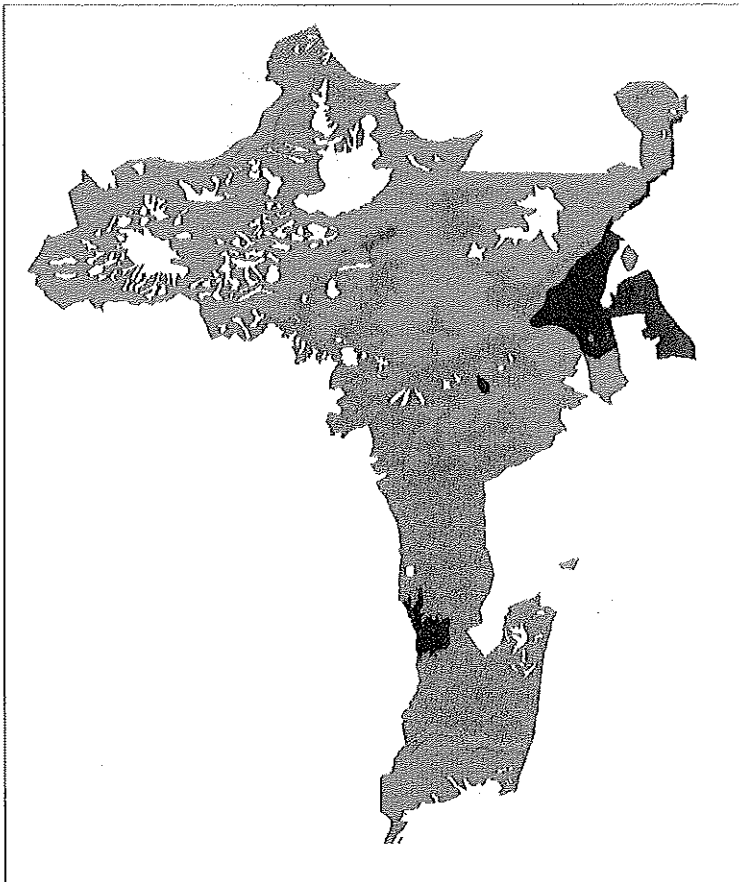


GRÁFICO 1  
Mapa de Suelos. (A. 79)

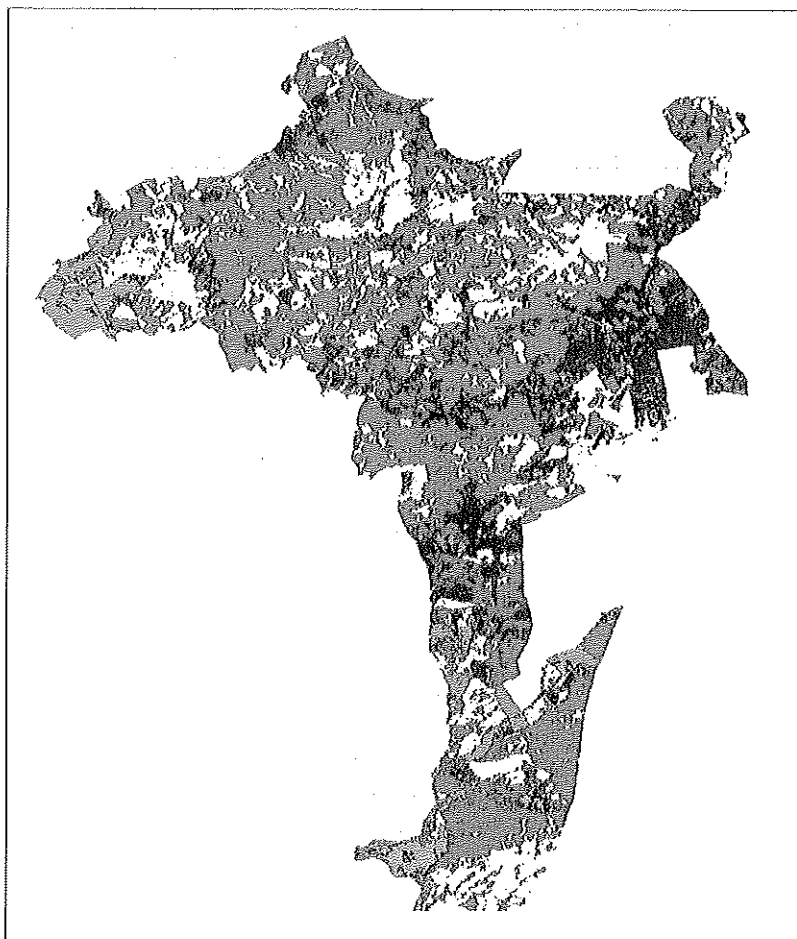


GRÁFICO 2  
Clasificación Supervisada. (A. 80)

### **Resultados**

Una vez determinados los distintos sitios, se obtuvo una clasificación del territorio en la que se habrán determinado zonas de igual potencial productivo en función de criterios ecológicos. Estas zonas son de igual valor con independencia de los factores tecnológicos introducidos por el hombre.

Esta información, integrada dentro de un sistema de información de gestión catastral nos ha permitido obtener una clasificación catastral adecuada al potencial del terreno para uso agrícola o forestal.



A partir de aquí se ha comenzado a implementar un modelo de valoración en el que intervinieran otros factores como los geográficos, culturales, socio-económicos, etc...

Los resultados de esta fase del trabajo están en forma cartográfica, tanto digital como en formato papel, y son: cartografía base, plano parcelario, modelo digital del terreno, mapa de zonas agroclimáticas, mapa de suelos, mapa de pendientes para distritos, mapa de pendientes para sitios, mapa de distritos por zonas climáticas, mapa de suelos por distritos y mapa intersección del parcelario con el de sitios, reflejando la participación de los sitios en cada parcela. Este sería el mapa de zonas de igual potencial productivo.

Por otra parte, se obtuvo una matriz de contingencia en donde situamos los tipos de suelos, obtenidas por los métodos tradicionales, frente a los obtenidos por la clasificación de la imagen de satélite. Los resultados con respecto a los campos de entrenamiento seleccionados supera el 97% en todos los casos. La bondad con respecto al mapa digitalizado se acerca al 70%.

### **Conclusiones**

La metodología seguida, desarrollada dentro de los SIG, permite implementar una clasificación de tierras por potencial productivo que es integrable dentro de un Sistema de Información catastral. Esta clasificación nos ha servido de base para la realización de un ensayo de valoración dentro de un SIG. Los resultados optimistas en este ensayo nos inducen a seguir investigando en este sentido.

La delimitación de las zonas de influencia de la vegetación se realizó mediante la transformación Tasseled Cup (Kauth y Thomas, 1976; Chuvieco, 1990). La clasificación de la imagen se realizó para las bandas 3, 4 y 5, siendo el color del suelo y su contenido en agua los parámetros que en mayor proporción explican los resultados. Esto, junto con la delimitación de las zonas fisiográficas mediante un análisis visual, supone un apoyo previo y fundamental al trabajo de campo necesario para llevar a cabo cualquier clasificación basada en los parámetros descritos en este estudio, permitiendo optimizar la metodología seguida tradicionalmente.

### **Bibliografía**

- Moya Rodríguez, M.:** 1989. Los Bienes Inmuebles de naturaleza Rústica en la Ley Reguladora de Haciendas Locales. Rev. Catastro nº 1. Mº de Economía y Hacienda. Madrid.
- Gómez Rodríguez, H.:** 1991. Incidencia del valor Catastral en el Sistema Impositivo. Rev. de Catastro nº 10. Mº de Economía y Hacienda. Madrid.

- Boixedra, J; Porta, J; Aran, M.:** 1991. Información de suelos y evaluación Catastral. Método del Valor Índice. M<sup>o</sup> de Economía y Hacienda. Madrid.
- Giménez de Azcárate, F; Moreira, J.M; Fernández Palacios, A.:** Análisis de las estadísticas agrarias en Andalucía basado en técnicas de teledetección espacial. Agencia del Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Chuvieco, E; Uboldi, J.A.:** Evaluación de tierras mediante la utilización de sensores remotos y sistemas de información geográfica.
- Jara Albarrán, F.:** 1990 Contenidos y Usos del Catastro Rústico. Rev. de Catastro nº 6. M<sup>o</sup> de Economía y Hacienda. Madrid.
- Alonso, J.:** La ley 8/90 o la reafirmación del Catastro como Sistema de Información del Territorio. Rev. de Catastro nº 7. M<sup>o</sup> de Economía y Hacienda. Madrid 1991.
- Gast, J; Cosío, F; Panario, D.:** 1992. Sistema de Clasificación de ecorregiones. Determinación de Sitio y Condición. Pontificia Católica Universidad de Santiago de Chile.
- Gast, J; Gallardo, S y otros.** Metodología Clínica para el desarrollo del Ecosistema Predial.
- Igualada, E.J; V.:** 1991 del Barrio. Estimación de Superficies de cultivos de verano utilizando imágenes de satélite. Tecno Ambiente, 1991.
- Batlle, J; Guerra, A.:** 1987 Mapas de suelos y de capacidad de uso de las formaciones edáficas del sector NE de la provincia de Cuenca. Ecología, nº 1.
- Smith, S.M; Schreier, H.E.:** 1991 Spatial analysis of forage parameters using geographic information system and image-analysis techniques. Grass and Forage Service. (Vol. 46).
- Shih, S.F; Harrison, D.S.:** Infrared Thermometry to estimate soil water content in pasture areas. Soil and Crop Science Society of Florida, Proceeding. 1990 (Vol. 50).