

USO DE LAS IMAGENES LANDSAT - TM PARA LA IDENTIFICACION DE LA VEGETACION EN EL PARQUE NATURAL DE SOMIEDO (ASTURIAS)

Pilar GARCIA-MANTECA y Angel M. FELICISIMO
INDUROT, Instituto de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad de Oviedo. 33071 OVIEDO. Asturias

RESUMEN

Se realiza una cartografía de vegetación en el Parque Natural de Somiedo (SO Asturias) a partir de 6 bandas del sensor Thematic Mapper del satélite Landsat. La clasificación se realiza de forma supervisada, mediante técnicas de análisis discriminante, utilizando el programa SPSS/PC +™. El trabajo se lleva a cabo básicamente en un microordenador IBM-AT. Los resultados son comparables con los obtenidos mediante cartografía manual realizada mediante fotointerpretación y trabajo de campo.

Palabras clave: Clasificación supervisada, Vegetación, Análisis discriminante.

ABSTRACT

A vegetation map of the Somiedo Natural Park (SW Asturias) has been made using a multispectral (6 bands) Landsat Thematic Mapper image. The supervised classification was made by means of discriminant analysis techniques with the SPSS/PC +™ software package. Data were processed in an IBM-AT personal computer. The result of this method is similar to ones obtained by field mapping and aerial photograph interpretation.

Key words: Supervised classification, Vegetation, Discriminant analysis.

1. INTRODUCCION

La identificación de unidades en vegetación con los métodos habituales en teledetección presenta una especial dificultad en áreas de montaña. Las causas son principalmente dos: por una parte, el relieve accidentado modifica la respuesta espectral característica de la cubierta vegetal debido a los efectos de sombreado y de iluminación; por otra parte, la diversidad del paisaje da lugar a un mosaico de pequeñas manchas de vegetación lo que, unido a la extensión del minifundio y la utilización de arbolado y matorral para la separación de pequeñas propiedades, origina una gran heterogeneidad espacial que complica la clasificación.

La realización de una clasificación en un área de estas características tiene un interés especial si puede realizarse sin equipos informáticos excesivamente sofisticados y mediante programas de uso general. Conforme con esta intención, la totalidad del proceso de clasificación se ha realizado en microordenadores de la serie AT. La parte estadística más compleja se ha llevado a cabo con el programa SPSS/PC™ de SPSS Inc., una de las aplicaciones de uso más general y más accesibles dedicadas al cálculo estadístico. El resto de los programas han sido realizados en Microsoft Pascal 4.0 y Turbo Pascal 4.0 y permiten la transferencia de datos entre las diferentes fases del proceso.

Para el desarrollo y prueba del sistema de identificación de vegetación en las áreas montañosas de la Cornisa Cantábrica, se eligió el Parque Natural de Somiedo, en el SO de Asturias (figura 1), de unos 300 km² de extensión y una gran variedad geológica y vegetal. La zona cuenta con una detallada cartografía de la vegetación realizada por uno de los autores (García-Manteca), que permite comprobar los resultados de la clasificación.

Desde un punto de vista fitosociológico, el Parque forma parte de la provincia Orocantábrica en la región Eurosiberiana. El piso bioclimático colino apenas tiene representación, dominando el piso montano, que tiene como etapa madura de sus series de vegetación distintos tipos de bosques caducifolios, principalmente hayedos y robledales y, menos frecuentemente, encinares y alisedas (serie edafófila), así como abedulares y bosques mixtos.

Junto a la vegetación climática aparecen distintas etapas de degradación de las series; son éstas un gran número de etapas arbustivas y herbáceas. Entre las arbustivas cabe destacar, sobre substrato silíceo, las distintas formaciones dominadas por Ericáceas (brezales) y las formaciones arbustivas de piornos y escobas. En los suelos más básicos (substratos calcáreos) son dominantes los matorrales pulviniformes de *Genista hispánica subsp. occidentalis* (Genistion). Aunque menos frecuentes, debe destacarse la presencia de comunidades permanentes en zonas cuyas características no permiten la existencia de una vegetación arbolada. Se trata de comunidades de depósitos de gravas, cantos y bloques y de vegetación camofítica y cosmofítica.

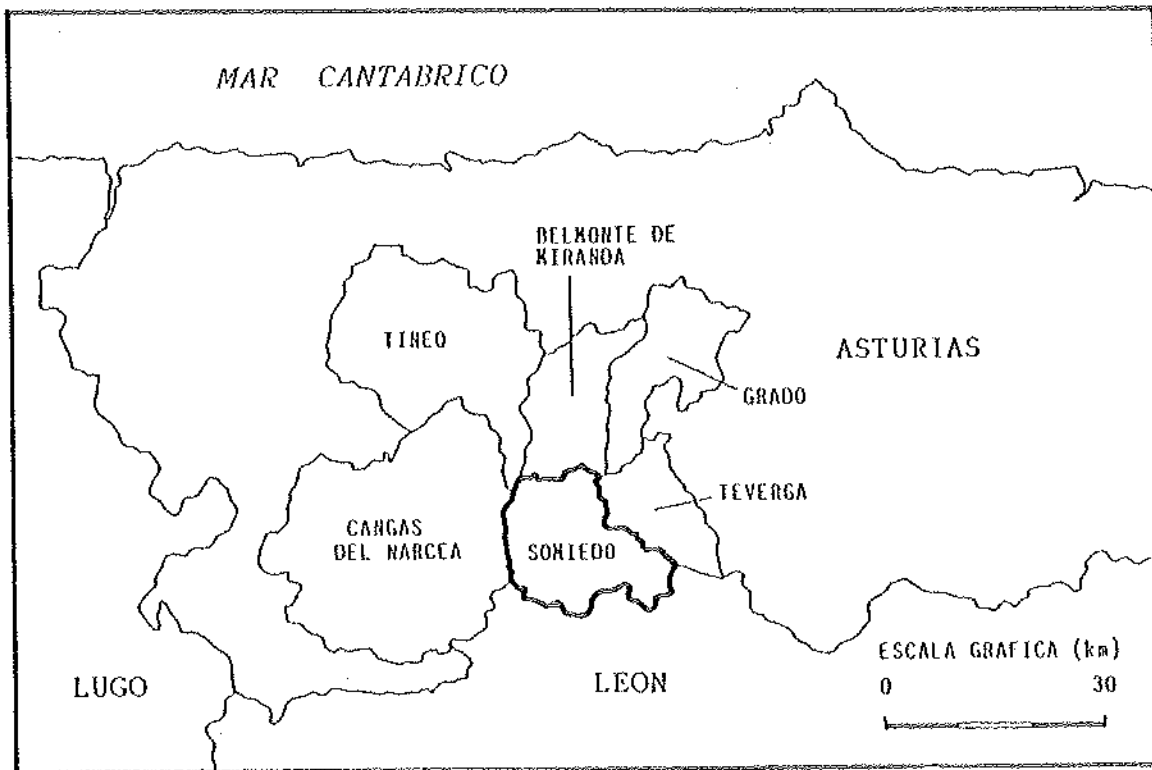


Figura 1.— Situación del Parque Natural de Somiedo, en el SO de Asturias.

Las formaciones arboladas que constituyen la etapa madura de las diferentes series climatófilas y edafófilas de los pisos colino y montano, desaparecen en el ámbito del Parque Nacional de Somiedo hacia los 1.700-1.800 m de altitud. Esto se debe, sobre todo, al endurecimiento de las condiciones climáticas y al efecto que conlleva sobre la actividad de la vegetación. A partir de esta altitud, se desarrolla el piso bioclimático subalpino, representado en Somiedo por 23,7 km² (7,1% de la superficie total del Parque), donde las comunidades vegetales más complejas estructuralmente que llegan a desarrollarse son los matorrales.

2. MATERIAL

La imagen utilizada (203-030) corresponde al sensor TM del Landsat-5, y fue tomada el 21 de junio de 1986 a las 10,30 h TMG. La fecha coincide con el solsticio de verano, con lo que los problemas de ocultamiento topográfico se hacen mínimos a pesar del relieve accidentado. La imagen procesada no fue sometida a ningún tipo de corrección geométrica para evitar la modificación de la respuesta espectral por los métodos de interpolación habitualmente utilizados. En esta fase de trabajo, por tanto, los resultados no son directamente superponibles a un sistema de proyección geográfica.

Exceptuando la transferencia de los datos de CCT a disco, la totalidad de los procesos de tratamiento de la imagen se han realizado en el sistema desarrollado en el INDUROT, basado en un microordenador IBM-AT. El manejo de la tarjeta DT 2871 se realiza mediante programas desarrollados en Microsoft Pascal™ con apoyo de la librería básica Aurora (SP0225) de Data Translation (Alvarez-García et al., 1989).

La clasificación se llevó a cabo con las bandas TM 1 a 5 y 7. La banda 6, correspondiente al infrarrojo térmico, fue eliminada por presentar una resolución espacial diferente, 120 m frente a los 30 del resto.

3. METODO

El método ensayado puede dividirse en 5 etapas secuenciales:

- Selección de las unidades a clasificar.
- Creación de los ficheros de máscaras.
- Obtención de las funciones de clasificación.
- Clasificación de la imagen.
- Representación gráfica de los resultados.

3.1. SELECCION DE LAS UNIDADES A CLASIFICAR

El primer paso en los procesos de clasificación supervisada es la definición de las unidades que deben diferenciarse. En el caso presente, estas unidades representan, además de la vegetación, otros recubrimientos del suelo de interés en la zona. La selección debe cumplir las condiciones siguientes:

- El número y naturaleza de las unidades debe permitir que el clasificador pueda discernirlas adecuadamente.
- El total de unidades elegidas debe representar la variabilidad total de los tipos de recubrimiento de la zona.

La selección de unidades fue realizada a partir de un mapa de vegetación a escala 1:25.000 elaborado por uno de los autores mediante fotointerpretación y un intenso trabajo de campo que permitió diferenciar y representar un total de 32 unidades de vegetación que pueden verse en la figura 2 (Fernández Prieto y García Manteca 1985).

La información contenida en las imágenes TM no permite diferenciar un número tan elevado de unidades. En las primeras pruebas de clasificación fueron generales las confusiones entre unidades próximas, como los robledales de roble albar y los melojares, o los diferentes tipos de brezales. Esta circunstancia obliga a agrupar las unidades básicas en grupos más amplios. La leyenda final de la clasificación se muestra en la figura 3, donde 11 formaciones leñosas altas se han agrupado bajo la denominación común de **bosques**. Se diferencian 2 tipos de matorrales según la naturaleza del substrato, ácida (**brezales**) o básica (**Genistion**). La clase **prados** incluye las 5 formaciones herbáceas existentes. En el **roquedo** se agrupa la vegetación casmófito y comófito, así como la propia de depósitos de poca matriz. Finalmente, se diferencian los lagos y lagunas como **lagos** y las áreas quemadas como **incendios**.

3.2. CREACION DE LOS FICHEROS DE MASCARAS

En el área a clasificar, de 512 x 512 *pixel* deben delimitarse una serie de áreas representativas de las unidades previamente definidas. El trazado de los límites de estas áreas-muestra o máscaras se realiza sobre las imágenes contrastadas y compuestas en falso color, donde las bandas 4, 5 y 3 se asignan a las componentes R, G y B respectivamente. Las fronteras que delimitan cada área se almacenan en ficheros junto con la clase o unidad que representan. A partir de estos ficheros se crean otros que incluyen el valor radiométrico de cada *pixel* para las 6 bandas utilizadas en la clasificación. Finalmente, se crea una versión ASCII para su lectura y proceso por parte del programa SPSS/PC+™.

3.3. OBTENCION DE LAS FUNCIONES DE CLASIFICACION

Se realiza con el módulo de análisis discriminante del SPSS/PC+™, del que se obtienen los coeficientes de las funciones lineales discriminantes de Fisher (Norusis, 1985) también llamados coeficientes de

clasificación o de identificación (Legendre y Legendre, 1984). Los datos de entrada están contenidos en los ficheros ASCII mencionados anteriormente. La función correspondiente a cada unidad se define a partir de los coeficientes de identificación, que multiplican el valor del *pixel* en cada una de las 6 bandas (Tabla 1).

TABLA 1
Coefficientes y funciones de clasificación de Fisher

| BANDAS | GRUPOS | | | |
|--------|----------|----------|-------|----------|
| | 1 | 2 | | J |
| 1 | x_{11} | x_{12} | | x_{1n} |
| 2 | x_{21} | x_{22} | | x_{2n} |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| n | x_{n1} | x_{n2} | | x_{nj} |
| | K_1 | K_2 | | K_j |

$$F_1 = b_1 \cdot x_{11} + b_2 \cdot x_{21} + \dots + b_n \cdot x_{n1} + K_1$$

$$F_2 = b_1 \cdot x_{12} + b_2 \cdot x_{22} + \dots + b_n \cdot x_{n2} + K_2$$

$$F_j = b_1 \cdot x_{1j} + b_2 \cdot x_{2j} + \dots + b_n \cdot x_{nj} + K_j$$

b_i (i=1 ... n) representa el valor del *pixel* en la banda i (1 ... n).
 x_{ij} Es el valor del coeficiente correspondiente a la banda i, grupo j.
 K_j Es el valor del término independiente para el grupo j.

3.4. CLASIFICACION DE LA IMAGEN

La imagen de 512 x 512 se clasifica asignando cada *pixel* a la unidad para la que la función discriminante presenta un valor más elevado. El valor de la función se obtiene multiplicando cada coeficiente correspondiente a cada banda por el valor del *pixel* en esa banda y sumando los resultados parciales (Tabla 1).

3.5. REPRESENTACION GRAFICA DE LOS RESULTADOS

El resultado de la clasificación, un fichero de 512 x 512 elementos, puede ser representado mediante un trazador de líneas o en pantalla mediante el sistema procesador de imágenes. El *plotter* permite la representación de un máximo de 16 unidades a diferentes escalas.

4. INTERPRETACION

La comparación de la cartografía de vegetación efectuada por métodos de clasificación automática y el mapa de vegetación original (figura 2 y 3) permite apreciar una aceptable correspondencia entre los resultados obtenidos por ambos métodos.

El clasificador se muestra ineficaz en la separación de los bosques caducifolios, de los matorrales entre sí o de prados y pastos. La separación del resto de las unidades es correcta, especialmente las zonas quemadas, que en la imagen corresponden a incendios de 1985 y que no aparecen en la fotografía aérea, anterior a esa fecha.

5. DISCUSION

La cartografía de la cubierta vegetal realizada a partir de las imágenes de satélite tiene algunas ventajas sobre la convencional, especialmente si debe realizarse un seguimiento periódico de la dinámica de la vegetación. El menor coste económico es un fuerte argumento para la adopción de un sistema informático si los objetivos propuestos implican una actualización frecuente de la cartografía y se acepta una escala media de trabajo. Ejemplos de este tipo de aplicaciones pueden ser el seguimiento de las zonas afectadas por incendios y el de las repoblaciones forestales, sometidas a una dinámica especialmente intensa.

El principal problema del uso de pequeños equipos informáticos estriba en la relativa lentitud del proceso, debida al elevado número de datos y a la complejidad de los cálculos implicados. Los resultados de la clasificación no deben ser significativamente diferentes de los obtenidos por otros equipos pues son función exclusiva del método estadístico empleado.

En el caso presente, la clasificación ofrece unos resultados satisfactorios al compararlos con la fotografía aérea si se acepta la inclusión de un buen número de tipos de vegetación en una serie de unidades mucho más reducidas. La calidad de los resultados se ve condicionada principalmente por dos circunstancias de diferente naturaleza:

La primera es la modificación de la respuesta espectral debida al efecto topográfico, muy notable en zonas como la estudiada. La diferente exposición de las laderas frente a las fuentes de iluminación ocasiona efectos de sombreado que dificultan una correcta identificación de la vegetación. Ejemplo de ello son los robledales, cuya respuesta espectral se sitúa entre las zonas más iluminadas y más umbrías del hayedo. Esta circunstancia recomienda la puesta a punto de un sistema de corrección radiométrica que reduzca la influencia del relieve (Felicísimo y García-Manteca, 1989).

La segunda es la notable fragmentación del paisaje que se representa en la mayoría de la zona. A la heterogeneidad de la cubierta vegetal, se une el tradicional minifundio y la separación de las propiedades mediante setos de matorral y arbolado. El mosaico resultante excede a la capacidad de resolución de las imágenes TM, generando una respuesta espectral mixta difícil de analizar por los métodos habituales. En este sentido, parece conveniente profundizar en métodos de estudio de la estructura y heterogeneidad espacial que, si se tienen en cuenta, podrían aportar información complementaria muy útil en el proceso de reconocimiento de la cubierta vegetal.

Finalmente, cabe señalar que las tendencias en el reconocimiento de la vegetación recomiendan completar los datos procedentes de la teledetección con otros tipos de información, especialmente topográfica y geológica, haciendo compatibles las imágenes de satélite con modelos digitales del terreno.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera podido llevarse a cabo sin la inestimable ayuda de Carlos Menéndez, Norberto Corral y Angel Martínez Nistal. A todos nuestro más sincero agradecimiento.

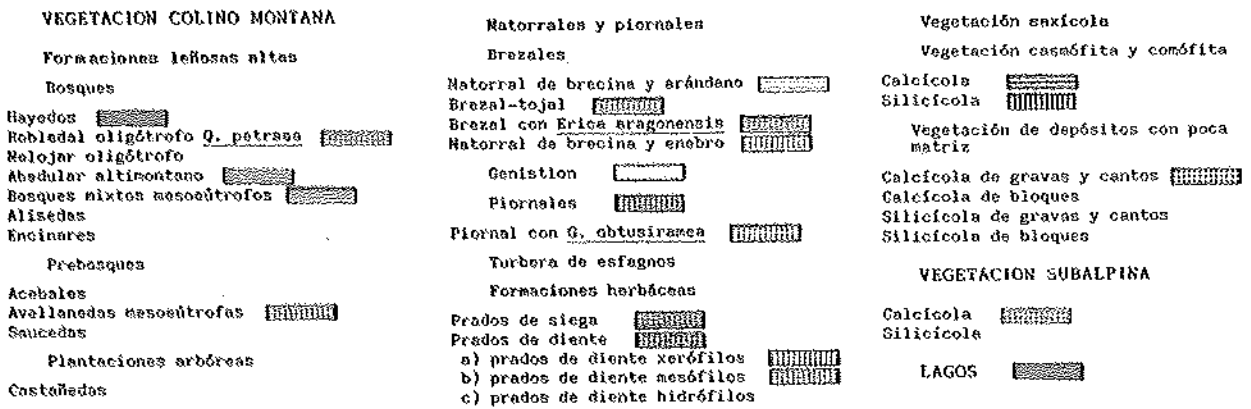
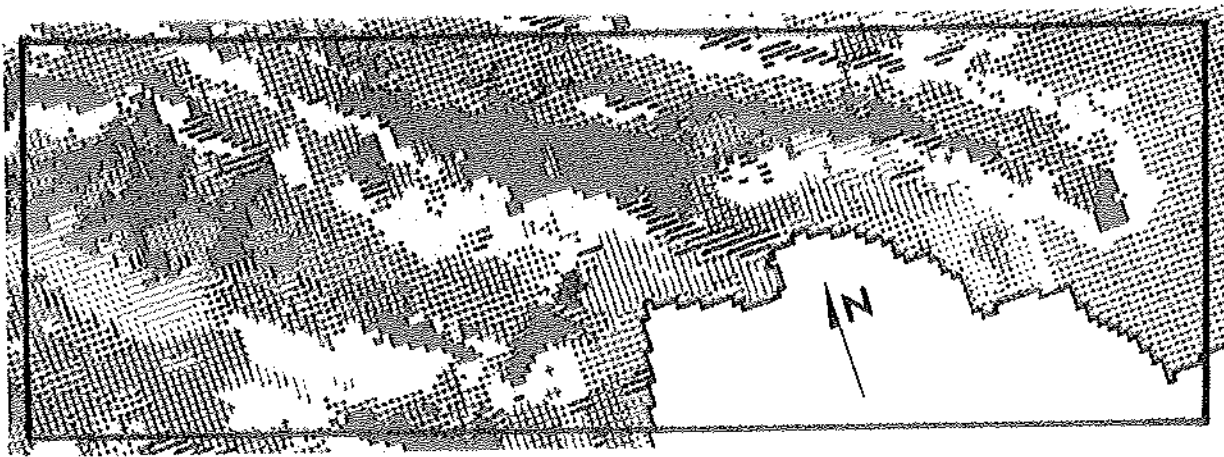


Figura 2.— Leyenda del mapa de vegetación del Parque Natural de Somiedo y fragmento del mismo. El mapa fue realizado mediante fotointerpretación y trabajo de campo.

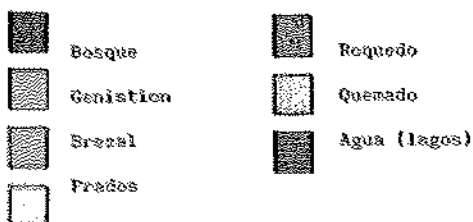


Figura 3.— Fragmento de la imagen obtenida por clasificación supervisada y unidades diferenciadas a partir de la imagen original Landsat TM (bandas 1-5 y 7). La representación se ha realizado mediante un trazador de líneas con la relación: 1 pixel = 0,475 mm.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez-García, M.A. et al. 1990. Sistema de proceso de imágenes de satélite basado en microordenadores IBM-AT con tarjeta gráfica DT 2871. En **Comunicaciones de la III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección** (en este volumen). Madrid. 1989.
- Felcísimo, A.M. y García-Manteca, P. 1990. Corrección del efecto topográfico en las imágenes Landsat mediante el uso de un modelo digital de elevaciones. **Comunicaciones de la III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección** (en este volumen). Madrid. 1989.
- Fernández Prieto, J.A. y García Manteca, P. 1986. La cubierta vegetal. En **Estudio Ambiental del Concejo de Somiedo**: 124-194. Universidad de Oviedo. Oviedo.
- Legendre, L. and Legendre, P. 1984. **Ecologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques**. Masson, París. 260 p.
- Norusis, M.J.: **SPSS/PC+™ advanced statistics guide**. McGraw-Hill Book Company. New York. 296 p.

