

APORTACIONES DE LOS GIS A LA MEJORA DE LAS CLASIFICACIONES TEMÁTICAS MEDIANTE TÉCNICAS DE CLASIFICACIÓN EXPERTA

C. González(*), E. Sebem(*¹), R. García(*), R. de la Vega(**) y A. Valverde(**)

glezrivera@ica.etsia.upm.es

(*¹) *Universidad Politécnica de Madrid. Dpto. de Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría. E.T.S.I. Agrónomos. C/ Ciudad Universitaria s/n. 28040. Madrid. ¹Becario CAPES – Brasilia/Brasil.*

(**) *Universidad Politécnica de Madrid. Dpto. de Recursos Minerales y Obras Subterráneas. E.T.S.I. Minas. C/ Ríos Rosas, 21. 28003. Madrid.*

RESUMEN.

El objetivo de este trabajo es crear una metodología de clasificación de imágenes de satélite, que auxiliada por los datos vectoriales disponibles en el Sistema de Información Geográfica de Andalucía pueda cuantificar las áreas agrícolas de la región utilizando algoritmos de clasificación experta. Se han utilizado el OIF (Optimum Index Factor) y el método basado en el elipsoide de máximo volumen para seleccionar la mejor combinación de bandas para la clasificación supervisada de una imagen Landsat5-TM y posteriormente se procedió a la reclasificación de los píxeles de la imagen a través de un algoritmo de clasificación experta.

ABSTRACT.

The aim of this paper is to create a satellite images classification methodology that aided by the available vector data in the Geographical Information System of Andalusia it can quantify the agricultural areas of the region, using algorithms of expert classification. OIF (Optimum Index Factor) and the method based on the maximum volume ellipsoid were used to select the best bands combination for the supervised classification of a Landsat5-TM image. Then a pixel reclassification was carried out through an algorithm of expert classification.

PALABRAS CLAVE: Expert Classification, Band Selection, GIS (Geographic Information System), Land Cover, Climate Change.

INTRODUCCIÓN.

Dentro del marco del proyecto Metodología para la Evaluación de Impactos y Riesgos del Cambio Climático sobre la Agricultura Española a Nivel Regional y de las Explotaciones Agrarias (Proyecto CCIREA: PN I+D+I 2000-04), se pretende contribuir al estudio de dichos impactos climáticos sobre la agricultura Española aportando información obtenida por teledetección.

El objetivo del presente trabajo es crear una metodología de clasificación de imágenes de satélite, que auxiliada por los datos vectoriales disponibles en el Sistema de Información Geográfica de Andalucía, permita cuantificar las áreas agrícolas de la región utilizando algoritmos de clasificación experta.

Para la clasificación temática de la zona de estudio se ha utilizado una imagen Landsat5-TM según la leyenda: Olivar, Agua, Suelo Desnudo, Secano, Regadío y Matorral.

La clasificación digital de imágenes es el proceso por el que los píxeles que tienen características espectrales similares, y que por lo tanto se asume que pertenecen a una misma clase, se identifican y se asignan a un único color (Gibson y Power, 2000).

Una de las fases previas al proceso de clasificación digital consiste en la selección de las bandas más adecuadas. Se trata de identificar una composición multibanda que, entre las posibilidades dadas por el sensor, recoja la mayor información posible sobre las respuestas espectrales contenidas en la imagen. Para ello se han utilizado el Optimum Index Factor (OIF) (Jensen, 1996) y el método del elipsoide de máximo volumen (Sheffield, 1985).

El OIF se basa en considerar la combinación de bandas más adecuada para la clasificación como aquella que presente la máxima varianza. La expresión matemática para su cálculo es la siguiente:

$$OIF = \frac{\sum_{k=1,3} s_k}{\sum_{j=1,3} |r_j|}$$

siendo:

s_k = desviación típica de cada una de las tres bandas,

r_j = coeficiente de correlación entre cada par de esas mismas bandas.

Dado que una imagen multispectral se representa en un espacio tridimensional asignando una banda a uno de los tres colores primarios, se propone para la selección de la composición idónea, la utilización del elipsoide de *máximo volumen* (Sheffield, 1985), calculado a partir del determinante de las submatrices de 3x3 de la matriz de varianza-covarianza del conjunto de bandas existente en la imagen. La asignación de las bandas seleccionadas a los cañones RGB se realiza de la siguiente forma: al verde la de mayor varianza, para el rojo la siguiente y por último al azul la de menor varianza de entre las tres.

A partir de la selección del conjunto de bandas idóneo, los procedimientos de clasificación implican: la clasificación espectral, la determinación del tamaño y relaciones de vecindad para los segmentos creados en la imagen clasificada, y la clasificación basada en reglas de decisión externa (Johnsson, 1994).

Los sistemas expertos consideran la utilización de datos distintos a las características espectrales a fin de mejorar los resultados de la clasificación. Por ello los sistemas expertos proporcionan un entorno donde pueden integrarse en el proceso de clasificación de imágenes distintos algoritmos, modelos e información facilitada por los GIS. Esta metodología va más allá de procesar el valor de reflectancia del píxel, al incluir otros parámetros alternativos como la forma, el contexto, datos GIS, etc. (Lidov *et alii*, 2000).

La utilización de sistemas expertos en la clasificación de imágenes de satélite ha sido utilizada por diversos autores (Johnsson, 1994; Lobo, 1997; Stefanov *et alii*, 2001; Heyman, 2002).

MATERIAL Y MÉTODOS.

En este trabajo se ha utilizado una escena Landsat5-TM de la zona de Antequera (Málaga) del 14 de Junio de 1995. En la fase de preparación de la imagen se realizó la georreferenciación en coordenadas UTM con error medio cuadrático menor que 0,8 píxeles y se recortó de la escena el

área de interés, que cubre una superficie aproximada de 2.550km².

El procedimiento aplicado en este trabajo se ha desarrollado en las siguientes etapas:

1. Obtención del triplete de bandas que contuviera la mayor información posible.
2. Clasificación supervisada.
3. Evaluación de la clasificación.
4. Reclasificación de la imagen a través de clasificación experta.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos (Tablas 1 a 5), se aprecia que el mejor triplete de bandas tanto para el índice OIF como para el método propuesto por Sheffield (1985), es la combinación 451 (Figura 1), con la ventaja de que el segundo método establece el criterio de asignación de las bandas seleccionadas a los colores primarios RGB.

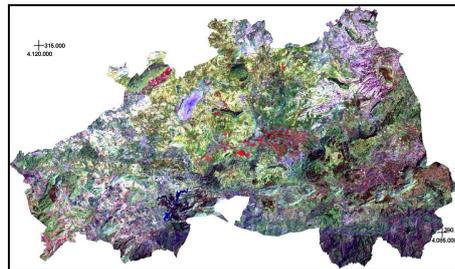


Figura 1. Composición TM 451, Antequera.

Para evaluar la clasificación supervisada, basada en la mínima distancia espectral (Figura 2), se han calculado la matriz de error y el índice kappa, a partir de 250 puntos de verdad-terreno con distribución aleatoria, procedentes del Mapa de Usos del Suelo de Andalucía del mismo año.

Los resultados muestran que las clases Regadío (90,91%) y Agua (83,33%) presentan los mejores valores en la clasificación. Las zonas de cultivos en Secano (37,50%) y Suelos Desnudos (44,44%) no mostraron buenos resultados debido a la confusión con otras clases y que podrían ser atribuidos a la época del año de la imagen (Tabla 6).

Después de la clasificación supervisada la imagen fue reclasificada utilizándose las siguientes capas procedentes del GIS de Andalucía: Embalses, Ríos, Zonas Urbanizadas y Lagunas Continentales; según el esquema de la clasificación experta diseñado en ERDAS IMAGINE 8.5 (Figura 3). El objetivo de esta reclasificación ha sido añadir clases

de baja separabilidad en la clasificación espectral previa y que están disponibles en el GIS (Figura 4).

Bandas	Min.	Máx.	Media	σ
TM 1	1	198	38,864	19,246
TM 2	1	106	30,497	13,476
TM 3	1	151	53,652	21,541
TM 4	1	151	69,255	20,467
TM 5	1	252	132,575	38,065
TM 7	1	154	67,965	22,091

Tabla 1. Estadísticas de la imagen utilizadas en la selección de bandas.

Bandas	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
TM 1	1,000	0,967	0,902	0,810	0,778	0,778
TM 2	0,967	1,000	0,969	0,882	0,836	0,835
TM 3	0,902	0,969	1,000	0,914	0,880	0,872
TM 4	0,810	0,882	0,914	1,000	0,866	0,808
TM 5	0,778	0,836	0,880	0,866	1,000	0,957
TM 7	0,778	0,835	0,872	0,808	0,957	1,000

Tabla 2. Matriz de Correlación.

Bandas	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
TM 1	372,37	251,75	374,54	319,94	575,55	333,55
TM 2	251,75	182,19	281,43	243,54	432,58	250,69
TM 3	374,54	281,43	463,33	402,64	726,19	417,29
TM 4	319,94	243,54	402,64	418,91	679,31	367,68
TM 5	575,55	432,58	726,19	679,31	1470,13	815,66
TM 7	333,55	250,69	417,29	367,68	815,66	494,19

Tabla 3. Matriz de Varianza-Covarianza.

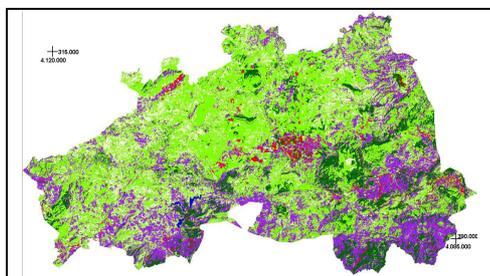


Figura 2. Resultados de la clasificación supervisada.

RGB	OIF	RGB	OIF
1,4,5	31,70	1,4,7	25,80
1,5,7	31,60	3,4,7	24,71
1,3,5	30,81	1,3,7	24,65
4,5,7	30,65	1,3,4	23,33
3,5,7	30,16	2,4,7	22,19
3,4,5	30,11	2,3,7	21,34
2,5,7	28,02	1,2,7	21,25
2,4,5	27,88	2,3,4	20,07
1,2,5	27,43	1,2,4	20,01
2,3,5	27,22	1,2,3	19,13

Tabla 4. Valores del OIF.

RGB	Sheffield	RGB	Sheffield
1,4,5	18.416.791,18	2,5,7	3.193.774,78
1,3,5	10.643.462,80	2,4,7	2.345.393,93
3,4,5	9.534.610,03	1,3,4	2.211.099,86
1,5,7	8.705.896,43	1,2,5	1.888.322,05
1,4,7	8.031.004,48	2,3,5	1.696.809,59
4,5,7	6.305.051,24	1,2,7	636.257,36
3,5,7	6.101.190,94	2,3,7	613.498,49
2,4,5	5.675.127,30	1,2,4	366.777,26
1,3,7	3.810.716,62	2,3,4	359.232,60
3,4,7	3.772.684,36	1,2,3	90.328,19

Tabla 5. Método de Sheffield (1985) para la selección de bandas.

Clase	Precisión	Kappa
Olivar	70,00%	0,640
Agua	83,33%	1,000
Suelo Desnudo	44,44%	0,294
Secano	37,50%	0,192
Regadío	90,91%	1,000
Matorral	60,00%	0,520
Total	66,67%	0,600

Tabla 6. Precisiones e índice kappa para la clasificación supervisada.

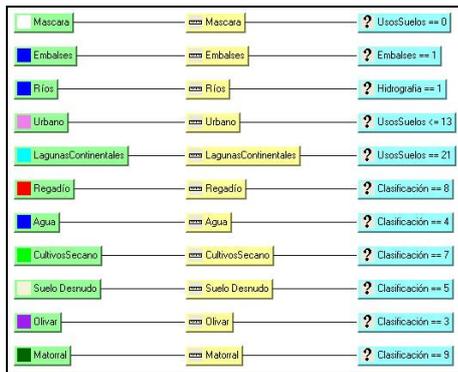


Figura 3. Esquema del algoritmo de clasificación experta.

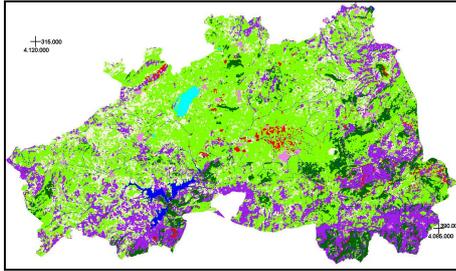


Figura 4. Imagen resultante de la clasificación experta.

Los resultados obtenidos demuestran el interés de la utilización de los GIS en los sistemas de clasificación experta para la mejora de las clasificaciones temáticas. Por otro lado, se trata de resultados preliminares que deberán ser corroborados sobre imágenes disponibles de distintas fechas, con el fin de establecer una metodología adecuada para su posterior integración en el modelo de evaluación de impactos y riesgos del cambio climático contemplados en el proyecto CCIREA.

BIBLIOGRAFÍA.

Gibson, P. J. y Power, C. H. 2000. *Introductory Remote Sensing: Digital Image Processing and Applications*. Routledge – Taylor & Francis Group, New York, NY.

Heyman, O. 2003. Automatic Extraction of Natural Objects form 1-m Remote Sensing Images. Vía: <http://www.cobblestoneconcepts.com/ucgis2summer/heyman/heyman.htm>. (24/03/03).

Jensen, J. R. 1996. *Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective*. (2nd ed.), Prentice Hall, Upper Saddle River N. J.

Johnsson, K. 1994. Segment-Based Land-Use Classification from SPOT Satellite Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 60(1):47-53.

Lidov, L., Miller, R., Wormer, D. M. and Tilley, K. A. 2000. Interview: Understanding the Future of Commercial Remote Sensing. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 66(1):5-14.

Lobo, A. 1997. Image segmentation and discriminant analysis for the identification of land cover units in ecology. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 35(5):1136-1145.

Sheffield, C. 1985. Selecting Band Combinations from Multispectral Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 51(6):681-687.

Stefanov, W. L., Ramsey, M. S. and Christensen, P. R. 2001. Monitoring urban land cover change: An expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 77:173-185.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo se basa en datos obtenidos en el desarrollo del proyecto CCIREA, en que participan la Universidad Politécnica de Madrid (L. Ambrosio, R. García, A. Garrido, C. González, L. Iglesias, C. Marín, J. P. del Monte Díaz, A. Valverde, R. de la Vega, E. Sebem), la Junta de Andalucía (B. Lucena, J. A. Montañés, C. de Pablos, L. A. Rubio), el Instituto Nacional de Meteorología (L. Balairón, D. Gil, J. M^a Martín, S. E. Petisco) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C. López-Fando).

Las imágenes han sido proporcionadas por TRAGSATTEC y del Joint Research Centre (JRC).