

La teledetección espacial como herramienta de apoyo a los estudios de la erosión del suelo en el SE de España

CARPINTERO-SALVO, I¹; RIGOL-SANCHEZ, J.P²; RODRÍGUEZ-GALIANO, V¹; CHICA-OLMO, M¹; PARDO-IGUZQUIZA, E¹;
 1. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Dpto. de Geodinámica. Avda. Fuentenueva s/n, 18071 Granada
 2. Universidad de Jaén. Facultad de Ciencias. Dpto. de Geología. Campus Universitario Las Lagunillas s/n, 23071 Jaén

INTRODUCCIÓN

Los procesos de transformación del medio ambiente debidos a la actividad humana son cada vez de mayor amplitud e intensidad. Entre ellos podemos señalar a la desertificación y a la erosión de los suelos como problemas medioambientales y socioeconómicos de especial relevancia en nuestro país. El desarrollo de trabajos orientados al estudio de la susceptibilidad a la erosión en regiones extensas, es de gran ayuda para evaluar las consecuencias ambientales y, así, facilitar la toma de decisiones y planificar estrategias de mitigación. En este trabajo se desarrolla una metodología de integración de técnicas de teledetección espacial y SIG, para el estudio de la susceptibilidad a la erosión en el SE de España, concretamente en la cuenca del Almanzora, provincia de Almería. La metodología se ha desarrollado en varias etapas, comenzando con la caracterización litológica y geomorfológica de los materiales mediante reales y transformaciones de las imágenes de satélite, apoyada en medidas de espectrorradiometría de campo. Con posterioridad, se ha definido un conjunto de clases erosivas y se ha obtenido un Mapa de Clases Erosivas aplicando clasificación digital supervisada. Por último, en función de la susceptibilidad a la erosión de cada clase, se ha elaborado un Mapa de Niveles Erosivos para analizar tanto la intensidad de los procesos erosivos como la distribución espacial de los mismos, ligada a patrones litológicos. En la actualidad, el estudio está siendo complementado con la integración (SIG) de datos socioeconómicos con la finalidad de establecer las bases de un sistema de apoyo a la toma de decisiones en el área de estudio afectada por el proceso de desertificación.

METODOLOGÍA

CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA

La imagen ETM+ fue corregida para reducir el efecto de la atmósfera mediante el método de sustracción del objeto oscuro. Se ha construido una máscara (imagen binaria) partiendo del mapa de poblaciones en formato vectorial y del cálculo de la imagen Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) (corte a 0,35 para la imagen ASTER y 0,3 para la imagen ETM+). Se han aplicado diversos procedimientos de reales y transformaciones de las imágenes para la fotointerpretación de la litología y geomorfología. El que ha proporcionado mejores resultados es la transformación decorrelación stretch de la composición RGB 751 de la imagen ETM+, dado que permite una clara diferenciación de los materiales. Otro realce con resultados interesantes es el filtro laplaciano (ventana de 3x3) de la imagen ASTER. En la imagen resultante se observan no sólo los contactos entre los materiales sino también la red de drenaje, permitiendo comparar las diferencias de densidad en la misma. A partir de los espectros de campo, se ha realizado una clasificación digital de la imagen ETM+, aplicando el algoritmo Spectral Angle Mapper (SAM). Este algoritmo mide la similitud entre dos espectros (la medida de campo y la imagen de satélite) en función del ángulo que forman si son tratados como vectores, en un espacio de dimensión el número de bandas espectrales de la imagen.



CLASIFICACIÓN DIGITAL SUPERVISADA Y POSTERIOR RECLASIFICACIÓN

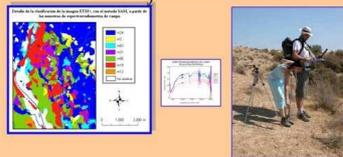
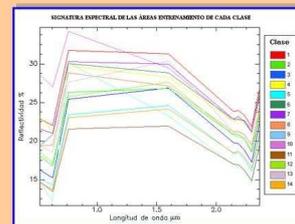
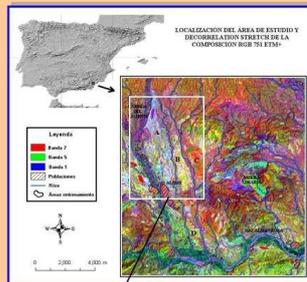
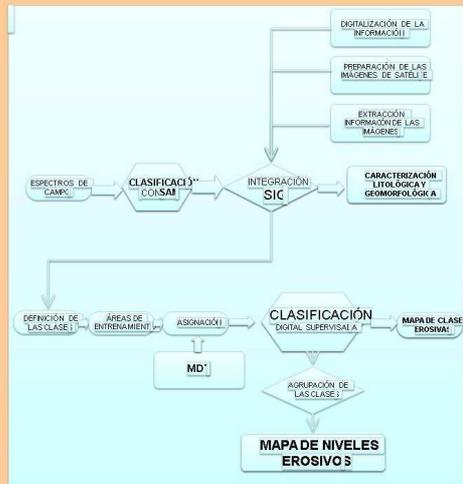
Para este trabajo se han definido, en base al trabajo de campo, 14 clases erosivas, que vienen determinadas en función de la litología y la geomorfología de la zona, como se indica en la tabla A.

La definición de las áreas de entrenamiento se ha llevado a cabo en función de las clases anteriormente determinadas. Se han seleccionado regiones lo suficientemente homogéneas como para no introducir mezclas de clases, pero con cierta heterogeneidad que permita definir bien cada clase.

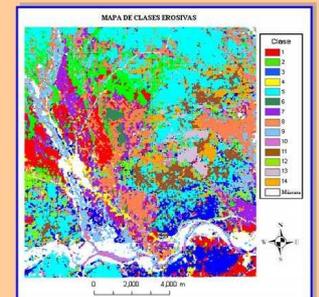
Se ha realizado un análisis textural del MDT mediante un filtro de tipo ocurrence y se ha utilizado como información de contexto en la fase de asignación.

El método de asignación utilizado es el de máxima verosimilitud o máxima probabilidad. Este método considera que los valores de los píxeles de la imagen (ND, radiancia, reflectancia, etc.) se ajustan a una distribución multinomial. Así, un píxel (x) será asignado a una clase siempre y cuando su probabilidad de pertenencia a esa clase (p.e. A) sea mayor que la de pertenencia a cualquier otra (p.e. B).

La imagen clasificada se ha suavizado con un filtro de moda (3x3 píxeles).



Finalmente, se ha procedido a la definición de los niveles de susceptibilidad a la erosión (niveles erosivos) de cada una de las clases erosivas anteriormente establecidas, en función de la intensidad y frecuencia de los procesos erosivos.



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la caracterización litológica de la región a partir de la fotointerpretación de la imagen ETM+ realizada proporciona una información de gran valía para la posterior clasificación, permitiendo diferenciar zonas identificadas erróneamente en la cartografía de base. En el sector situado al este de la rambla del Saliente, se ha podido discriminar entre los diferentes abanicos aluviales. Esta caracterización también ha sido fundamentada en los resultados de la clasificación de la imagen ETM+, con el método SAM, a partir de las muestras de espectrorradiometría de campo. Pero esta clasificación presenta una serie de limitaciones, relacionadas con la medida de campo en sí, dado que ésta se toma de una pequeña porción del terreno (máximo 15x15cm) y sin embargo un píxel de la imagen, representa el promedio de una superficie de 30x30m. Además, se debe tener en cuenta que la clasificación no se realiza con todo el espectro tomado en campo, sino que sólo se seleccionan las medidas que coinciden con las bandas de la imagen, por lo que sólo se utiliza una parte muy pequeña de la información tomada en campo, lo cual limita los resultados. Se espera que se obtengan resultados más satisfactorios al trabajar con imágenes aerotransportadas hiperspectrales. La aplicación del filtro laplaciano ha sido de gran interés para la localización de los contactos entre los materiales, y para una primera interpretación de la relación existente entre la densidad de la red de drenaje y el material por el que discurre: la densidad de la red es mayor en el material de pie de monte: coluvial y conglomerados, gravas, arenas y arcillas del Cuaternario; y es algo menor en las margas y margocalizas del Mioceno superior. Esto es debido a la diferencia de permeabilidad entre los materiales observados. Los resultados obtenidos en la clasificación digital supervisada de la imagen ASTER pueden considerarse satisfactorios, dado que la matriz de confusión arroja un Coeficiente de Kappa de 0,88, y un porcentaje de acierto del 90%. En este punto se debe tener en cuenta que el método desarrollado no es una clasificación de una variable directa, sino de una variable indirecta (Clases Erosivas), que integra información litológica y geomorfológica, y que en el proceso no sólo se tiene en cuenta la radiometría de las 9 bandas de la imagen ASTER, sino también la información de contexto derivada del MDT. La reclasificación del mapa de Clases Erosivas en el mapa de Niveles Erosivos, supone la creación de una herramienta de gran utilidad para la ordenación del territorio, dado que se establecen 7 niveles de erosión, en orden decreciente, que aportan una síntesis de los factores que son determinantes en el desarrollo de los procesos erosivos. Si se establecen únicamente 3 niveles erosivos, se deduce que la superficie con alta susceptibilidad a la erosión es muy grande, lo cual se traduce en que estamos en una región muy delicada, con serios problemas de erosión, en la que hay que tomar medidas lo antes posible. Estas medidas estarán enfocadas principalmente a frenar la desertificación del Norte de la provincia de Almería.

