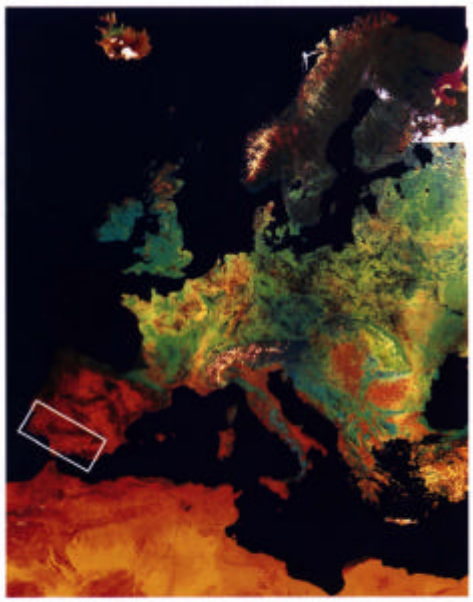
(19) - EVALUACIÓN DE RIESGOS DE EROSIÓN EN ANDALUCÍA.

La erosión constituye uno de los problemas ambientales más graves que se ciernen sobre Andalucía, ya que a su situación en un clima mediterráneo, en el que los factores de riesgo son elevados, hay que añadir una actuación milenaria del hombre que ha favorecido la desaparición de la cubierta vegetal originaria aumentando notablemente estos factores de riesgo.

Por otra parte, desde hace bastantes años, se conocen cuáles son las diferentes variables que intervienen en el desencadenamiento de la erosión y en qué grado lo hacen. A través de su estudio pormenorizado se han llegado a establecer modelos físicos que, en esencia, y para la llamada erosión laminar y en regueros (la producida por el agua de lluvia), combinan: la actuación de la energía cinética de la lluvia, la pendiente (como variable que condiciona la mayor o menor escorrentía del agua), la erodibilidad del suelo (parámetro que define su mayor o menor capacidad para ser disgregado) y la cubierta vegetal (como variable capaz de proteger al suelo de la actuación de la energía cinética de la lluvia).



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

En este sentido, si se desea conocer la distribución espacial de la erosión, será preciso disponer de estas variables básicas expresadas cartográficamente, de forma que mediante modelos más o menos complejos se puedan relacionar los pesos con que cada variable actúa en un espacio concreto. Normalmente un proceso de este tipo implica una superposición cartográfica de variables de modo que, de la superposición de dos mapas, cada uno de los cuales presenta una leyenda, con unos "pesos" determinados, se obtiene un tercero de síntesis, el cual es, a su vez, combinado con una nueva variable hasta la finalización del proceso. Este tipo de tareas que, hasta no hace mucho

tiempo se realizaba manualmente, se ve facilitada en la actualidad mediante el uso de la información espacial a través de un Sistema de información geográfica (S.I.G.), el cual consiste en una serie de programas de ordenador capaces de almacenar información espacial (cartográfica) y establecer la relación de una variable con su entorno, dando a sus usuarios una posibilidad de análisis en el espacio y permitiendo operaciones aritméticas con dicha información.

Para poder trabajar con un S.I.G. es preciso considerar que la información espacial puede ser utilizada bajos dos enfoques diferentes. La información puede ser introducida en el ordenador bajo una estructura de malla regular (información "raster"), como ocurre con las imágenes de satélite de modo que cada "píxel" tendrá un código asignado. Pero la información espacial puede ser introducida también bajo un formato "vectorial", de forma que cada mancha (regular o irregular), delimitada por un contorno, se caracterizará por un código que la diferencia del resto de recintos. El S.I.G. analiza la información y crea las relaciones espaciales entre elementos o "topología".

Teniendo en cuenta estos conceptos previos, las imágenes de satélite pueden integrarse en un S.I.G., de dos formas diferenciadas. Por una parte, al ser una información de tipo raster, sus datos, una vez clasificados y convertidos en información con significado para el usuario, pueden ser combinados con mapas que hayan sido introducidos en ordenador con el mismo concepto de información raster, discretizando los mapas mediante el uso de mallas regulares. Para poder casar ambos tipos de información (mapas e imágenes), es preciso, previamente, corregir geométricamente a un único sistema de referencia ambas informaciones. Sólo así se podrá proceder a realizar procesos de análisis y modelización.

Por otra parte, la información cartográfica convencional puede ser introducida en ordenador bajo un concepto vectorial y para poder combinar esta información con los datos procedentes de imágenes de satélite (raster" en su origen), será preciso convertir primero los datos en información, mediante un proceso de clasificación y, posteriormente, proceder a una conversión de la estructura "raster" de la imagen en una estructura vectorial, compatible con el resto de información. Este proceso de conversión de estructuras no está exento de complicaciones, pero es, hoy en día, ya posible.

Volviendo a retornar a la problemática de la erosión y contemplándola bajo la perspectiva de su evaluación, haciendo uso de modelos tradicionales desarrollados en un S.I.G. (el SinambA), vamos a describir dos procesos de integración de información de imágenes de satélite para evaluar los riesgos de erosión en Andalucía, planteando un enfoque de integración en formato raster y otro en formato vectorial. En este sentido, es importante señalar que las imágenes de satélite permiten

obtener una visión actual de la capacidad de protección que la vegetación ofrece sobre el suelo, siendo, pues, esta información la que se extrae de los datos obtenidos por los satélites de reconocimiento de recursos naturales, mientras las otras variables (suelo, relieve y clima) son obtenidos a partir de procedimientos convencionales (cartografías temáticas).

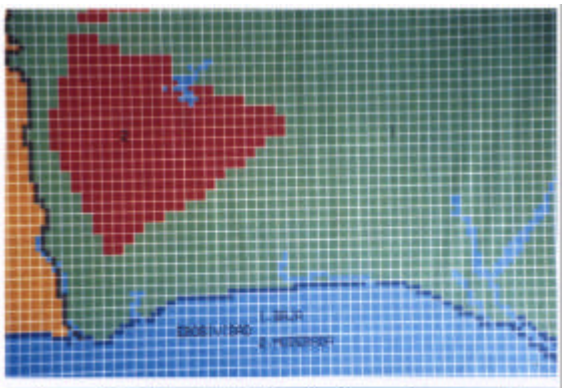


Figura 19.1.: Erosividad de la lluvia en el suroeste de la provincia de Huelva.

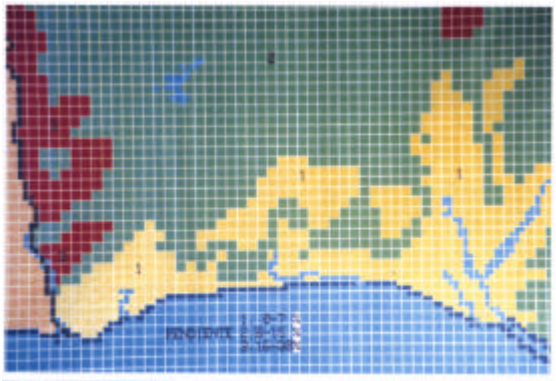


Figura 19.2.: Factor grado de pendiente.

Figura 19.3.: Erodibilidad de los suelos.

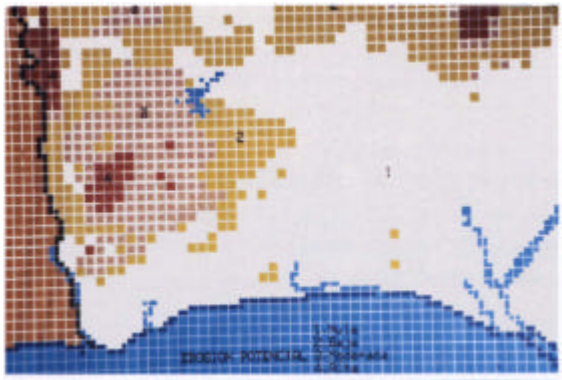


Figura 19.4.: Riesgos de erosión potencial.

Para un nivel de reconocimiento general y centrándose en el suroeste de Huelva, podemos hacer uso de una discretización territorial a unidades determinadas por las cuadrículas de 1 Km^2 de la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM). Cada una de estas unidades territoriales dispone en el S.I.G. de múltiples cargas informativas, entre las cuales destacan todas aquellas necesarias para la aplicación de un modelo de evaluación cualitativa de los riesgos de erosión. De esta forma, podemos extraer mapas elaborados, a través del S.I.G., en los que se plasman las variables consideradas como determinantes del problema de la erosión. Siendo estas variables el clima, bajo la forma de energía cinética de la lluvia (Figura 19.1), el relieve, bajo la forma de los grados de pendiente (Figura 19.2) y el suelo, bajo la forma de su susceptibilidad a ser disgregado (Figura 19.3), podemos hacer uso de la capacidad de análisis del S.I.G., en formato raster, para definir el riesgo de erosión potencial* de la zona (Figura 19.4).

* Entendiendo por riesgo potencial el que se produciría si no existiese una cubierta vegetal protectora del suelo.

No obstante, la cubierta vegetal y los usos del suelo existentes dan lugar a que este riesgo potencial se modifique, dando lugar al concepto de riesgo actual, que, evidentemente, será más alto que el potencial en zonas de intensa actuación humana (erosión acelerada) y más bajo en las zonas de adecuada cubierta vegetal. Conocer la cubierta vegetal y el uso del suelo actuales, se convierte, así en una tarea primordial, la cual es facilitada mediante el tratamiento de imágenes de satélite Landsat-MSS, con fechas de verano e invierno (Figura 19.5). De este modo, se efectuaron clasificaciones de tipos de coberturas vegetales y usos del suelo. Se corrigieron las imágenes con respecto a la proyección cartográfica U.T.M., superponiendo a las imágenes clasificadas la cuadrícula de 1 Km^2 (Figura 19.6), asignándose los valores medios de clases y fechas a cada una de estas cuadrículas de referencia para construir un mapa de clases de protección por la cubierta vegetal (Figura 19.7), compatible con el resto de variables. De su superposición se obtiene el mapa de riesgos de erosión actual (Figura 19.8), el cual permite observar las variaciones que la vegetación introduce en la anterior cartografía potencial.

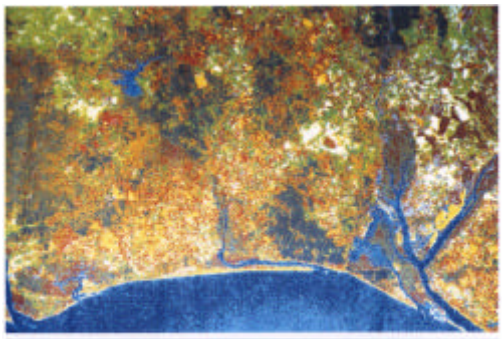


Figura 19.5.: Imagen de satélite Landsat-MSS clasificada según cobertura vegetal.

Figura 19.7.: Simplificación de información procedente de imagen de satélite. Factor de protección de la vegetación.

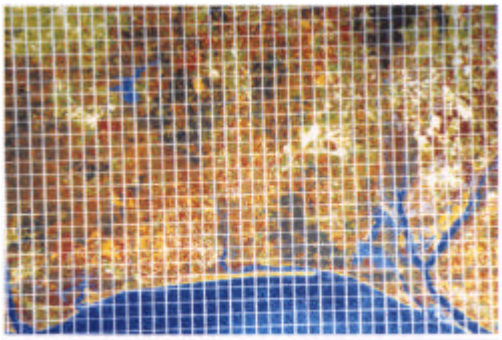


Figura 19.6.: Malla U.T.M. sobre imagen de satélite Landsat-MSS clasificada.

Figura 19.8.: Mapa de riesgos de erosión actual.

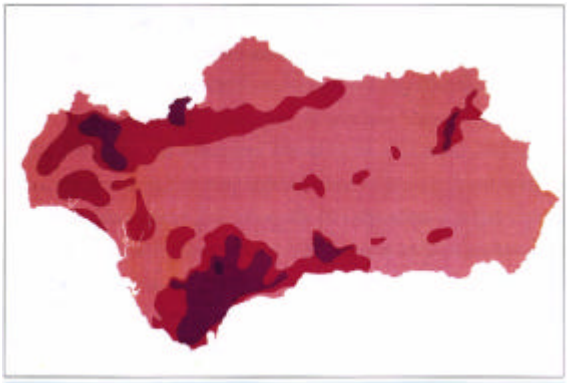


Figura 19.9.: Mapa de erosividad de la lluvia.

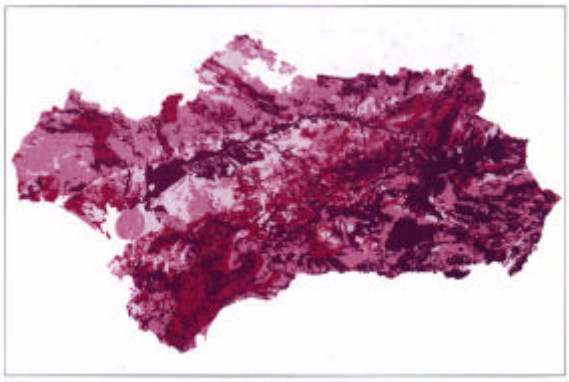


Figura 19.12.: Mapa de riesgos de erosión potencial.

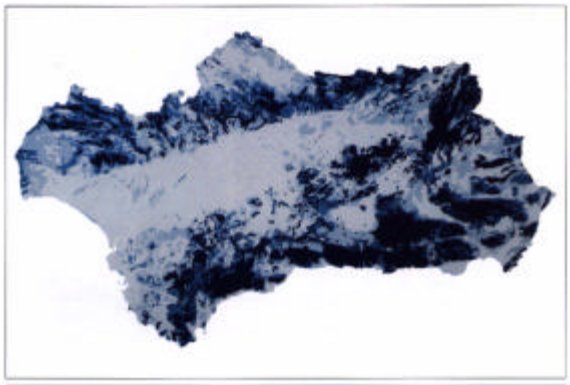


Figura 19.10.: Mapa de grados de pendiente.

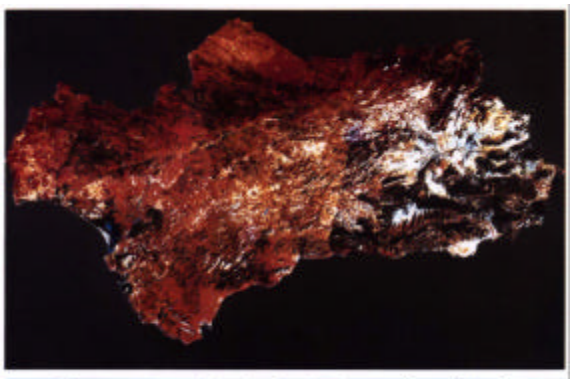


Figura 19.13.: Mosaico de imágenes de satélite de Andalucía.

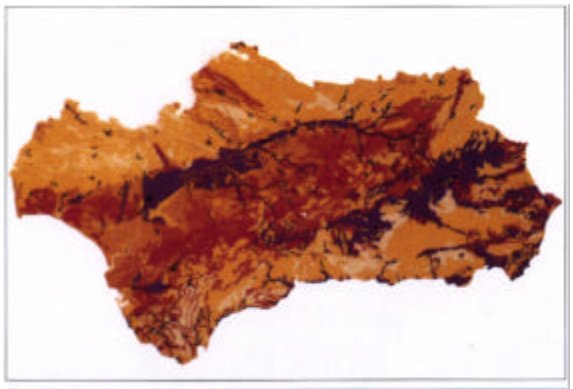


Figura 19.11.: Mapa de erodibilidad de los suelos.

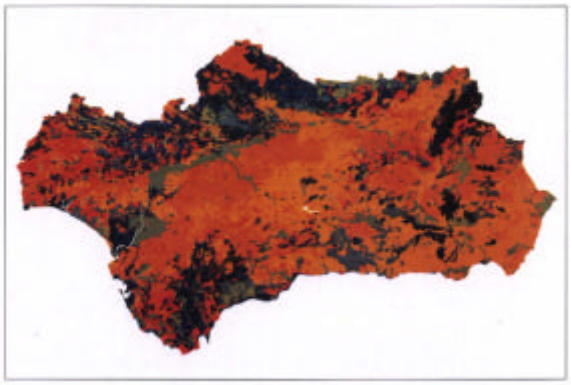


Figura 19.14.: Mapa de cubierta vegetal.

En definitiva, este simple sistema permite, de una parte, integrar informaciones aportadas por imágenes de satélite, sobre usos actualizados del territorio y, de otra, conseguir una evaluación cualitativa de los riesgos de erosión expresados en documentos cartográficos de modo automático, si bien, para escalas de 1.000.000 a 1/100.000.

Para un nivel de aproximación de semidetalle al problema de la erosión, con un planteamiento similar al anterior, de evolución cualitativa, se puede utilizar un enfoque de información expresada en forma vectorial. En este caso, y para el conjunto de Andalucía se muestran las variables básicas que condicionan la erosión, erosividad de la lluvia (Figura 19.9), pendiente (Figura 19.10) y erodibilidad de los suelos (Figura 19.11). De su superposición y ponderación mediante un modelo en el S.I.G., se define el mapa de riesgos de erosión potencial para la región (Figura 19.12). Por otra parte, el uso de las imágenes de satélite en formato raster (Figura 19.13), permite extraer clasificaciones simplificadas de coberturas vegetales, las cuales son convertidas de estructuras "raster" a estructuras "vectoriales" (Figura 19.14), para ser combinadas con el resto de variables y ofrecer, así, un mapa de los riesgos actuales de erosión en Andalucía (Figura 19.15).

Estos sencillos ejemplos muestran dos niveles de aproximación al problema de la erosión, permitiendo un conocimiento del mismo a un nivel cualitativo en el que se integran informaciones procedentes de datos convencionales, introducidos en S.I.G., y de informaciones obtenidas mediante el tratamiento digital de imágenes de satélite, ofreciéndosenos esta integración como una herramienta esencial para la toma de decisiones acertadas sobre el uso y manejo más adecuado de las tierras en Andalucía.

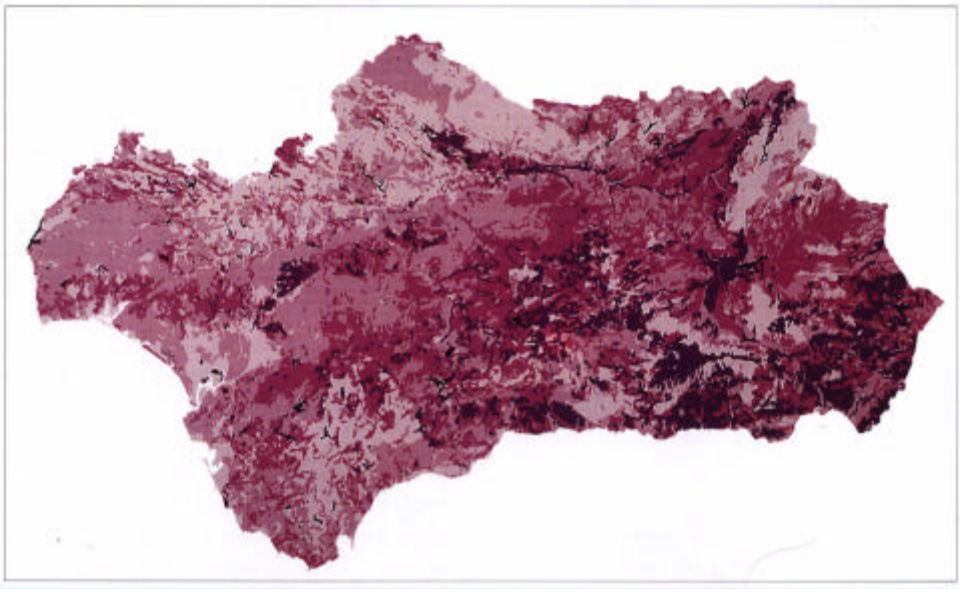


Figura 19.15.: Mapa de riesgos de erosión actual.