Cuadernos Geográficos
ISSN: 0210-5462
cuadgeo@ugr.es
Universidad de Granada
España

Jiménez Olivencia, Yolanda; Moreno Sánchez, Juan José
Los SIG en el análisis y el diagnostico del paisaje. El caso del río Guadix (Parque Nacional de Sierra Nevada)
Cuadernos Geográficos, núm. 39, 2006, pp. 103-123
Universidad de Granada
Granada, España

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17103907

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

LOS SIG EN EL ANÁLISIS Y EL DIAGNÓSTICO DEL PAISAJE. EL CASO DEL RÍO GUADIX (PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA)

YOLANDA JIMÉNEZ OLIVENCIA*, JUAN JOSÉ MORENO SÁNCHEZ**

Recibido: 1-11-06. Aceptado: 15-01-07. BIBLID [0210-5462 (2006-2); 39: 103-123].

PALABRAS CLAVE: SIG, Análisis Espacial, Geosistemas, Paisaje, Río Guadix.
KEY WORDS: GIS, Spatial Analyst, Geosystem, Landscape, Guadix River.
MOTS-CLEFS: SIG, Analyse Spatiale, Géosystèmes, Paysage, Río Guadix.

RESUMEN

El paisaje, considerado desde la perspectiva sistémica, se concibe como un complejo territorial que puede ser sometido a análisis siguiendo distintas fórmulas de aproximación al mismo. A pesar de las diferencias que se observan entre estos modelos de acercamiento, todos ellos se fundamentan en el análisis integrado de los componentes del paisaje y de sus mutuas relaciones.

Las técnicas de integración conducentes a la obtención de unidades sistémicas de paisaje y a la delimitación espacial de las mismas encuentran un aliado excepcional en los SIG. Tanto en el procedimiento de «superposición» como en el de «combinación cartográfica» el empleo de los Sistemas de Información Geográfica representa un avance sustantivo en la instrumentalización del método.

En esta comunicación pretendemos concretar el uso de esta herramienta de análisis espacial para cada una de las fases que componen la secuencia metodológica de identificación y cartografía de geosistemas o geocomplejos y, para ello, presentaremos su aplicación a la cuenca vertiente del río Guadix.

ABSTRACT

The landscape, considered from the sistemic perspective, is conceived like a complex territorial system and all the formulas of approach to the same one, in spite of the differences that are observed among them, are based on the integrated analysis of their components.

The conducive techniques of integration to the obtaining of sistemic units of landscape and to the space boundary of the same ones, find an exceptional ally in the SIG. As much in the procedure of «superposition» as in the one of «cartographic combination» the use of the GIS represents an advance noun in the instrumentalizacion of the method.

In this paper we try to make specific the use of this tool of space analysis for each one of the phases that compose the methodologycal sequence of identification and cartography of «geosistemas or geocomplejos» and, for it, we will present/display its application to the flowing river basin of the Guadix river.

* Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Granada. yjimenez@ugr.es.
** Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Granada.

RÉSUMÉ

Le paysage, considéré de la perspective de sistemic, est conçu comme un système territorial complexe et toutes les formules d'approche à pareil l'un, en dépit des différences qui sont observées parmi eux, sont basé l'analyse intégrée de leurs composants. Les techniques favorables d'intégration à l'obtenir d'unités de sistemic de paysage et à la frontière spatial d'une pareille, trouver un allié exceptionnel dans le SIG. Comme beaucoup de dans la procédure de « superposition » comme dans l'un de « la combinaison cartographique » l'usage du GIS représente un substantif d'avance dans le instrumentalizacion de la méthode. Dans ce papier que nous essayons de faire spécifique l'usage de cet outil d'analyse spatial pour chaque une des phases qui composent la séquence de methodologycal d'identification et de cartographie de « geosistemas ou geocomplejos » et, pour lui, nous la présente/exposition son application au bassin de rivière coulant de la rivière de Guadix.

1. INTRODUCCIÓN

Partimos de la idea de que el paisaje es una porción del territorio en el que se dan cita multitud de elementos de distinta naturaleza que interactúan entre sí formando una estructura dinámica que evoluciona en el tiempo. Desde este posicionamiento teórico, el paisaje es un concepto que nos permite integrar conjuntamente todas las

Figura 1. *Mapa de situación*



FUENTE: Elaboración propia a partir de otras fuentes.

variables del territorio, tanto naturales como antrópicas, considerando además la dimensión espacial de las mismas. Es decir, nos permite definir unidades cartografiables que en terminología de George Bertrand reciben el nombre de Geosistemas.

En este trabajo analizaremos de qué manera el paisaje, desde un punto de vista sistémico, puede ser analizado con la ayuda de un SIG, más en particular con la herramienta Spatial Analyst, que nos permitirá realizar superposiciones en raster.

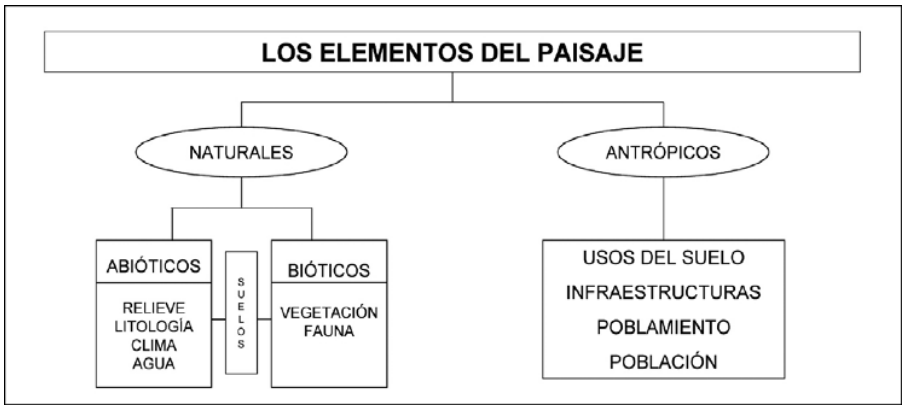
Para ello tomaremos el caso de la cuenca vertiente del Río Guadix, cuya cabecera se sitúa en las cumbres del Parque Nacional de Sierra Nevada (Granada) descendiendo luego por la ladera norte de dicha sierra y alcanzando después la depresión intrabética de Guadix.

2. METODOLOGÍA

El método consiste, por tanto, en la definición y cartografía de los Geosistemas que se conforman en el marco de un territorio diverso. Para proceder a la identificación y posterior delimitación en el espacio de los sistemas de un área cualquiera debemos tener en cuenta algunas cuestiones básicas:

A. Cuáles son los elementos que conforman el geosistema (Figura 2).

Figura 2. *Elementos del paisaje*



FUENTE: Elaboración propia.

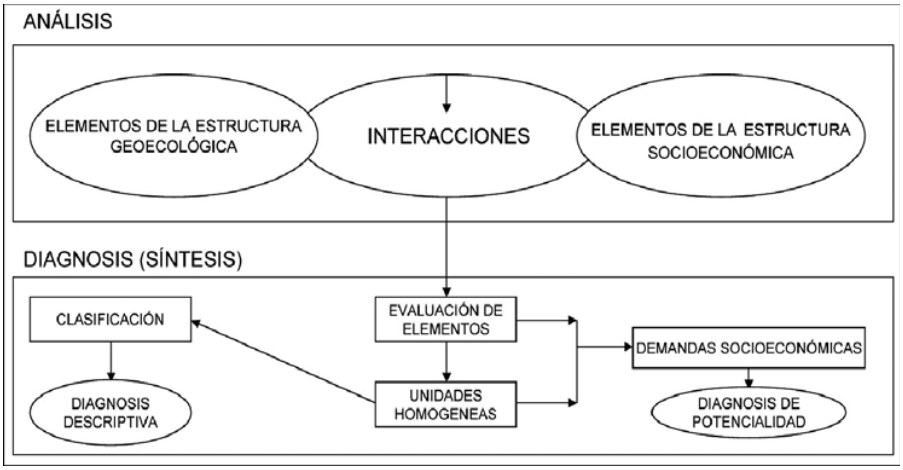
B. Tipo de organización que mantienen dichos elementos entre sí y qué determina su estructura y su dinámica

Siguiendo a George Bertrand, la organización de los elementos del geosistema se produce a tres niveles:

1. La combinación de los elementos naturales del medio inerte (físico-químico) conforma el llamado «potencial abiótico» del sistema.
2. Las comunidades vivas (vegetales y animales) ligadas al medio abiótico constituyen la «explotación biológica».
3. El uso que el hombre hace del medio abiótico y biótico y los impactos que les ocasiona corresponde a la «utilización antrópica».

La secuencia metodológica del análisis sistémico del paisaje consta de dos grandes fases: una de carácter analítico (el análisis) y otra de carácter sintético (el diagnóstico), tal como puede verse en la figura 3, extraída del esquema más amplio propuesto por María de Bolós i Capdevila (1992).

Figura 3. *Secuencia metodológica del análisis sistémico del paisaje*



FUENTE: María de Bolós i Capdevila (1992).

2.1. *Análisis*

En un primer momento se procede al análisis temático, individual de cada uno de los componentes del paisaje.

En general se comienza por los elementos o variables del medio natural abiótico, se continúa por los de naturaleza biótica y se termina por aquellos que tienen que ver con la estructura socioeconómica del territorio.

Como el número de variables es muy grande es importante hacer una buena selección de las mismas en función de la trascendencia que cada una tenga en la configuración del paisaje y, sobre todo, considerando prioritariamente a aquellas que de alguna forma presenten un carácter sintético respecto de otras variables o paráme-

tros. También es importante evaluar las características específicas del territorio concreto del que se trate. Por ejemplo podríamos hacer un análisis específico del relieve, otro de las pendientes, otro de la litología y otro de la morfodinámica, generando paralelamente cuatro mapas temáticos, o bien, se podría considerar como única variable la geomorfología aunando todas las informaciones anteriores y generando únicamente una cartografía.

Como norma general se podrían seleccionar los siguientes temas que se abordarían y en el siguiente orden:

1. Para el subsistema abiótico:
   – Clima
   – Geomorfología
   – Agua (dependiendo del caso)

2. Para el subsistema vivo:
   – Vegetación potencial
   – Vegetación actual
   – Suelos
   – Fauna (dependiendo del caso)

3. Para el uso antrópico:
   – Usos del suelo
   – Asentamientos
   – Infraestructuras (dependiendo del caso)
   – Población (dependiendo del caso)

El análisis de estos temas nos permite, en casi todos los casos, una diferenciación de áreas homogéneas más o menos contrastadas entre sí a causa de diferencias de comportamiento relativas al elemento o parámetro del que se trate. Es decir obtenemos zonas climáticas homogéneas, formaciones edáficas, áreas de vegetación, unidades de uso antrópico, etcétera, que se plasman en una cartografía a escala determinada según la variable de que se trate.

Estos mapas temáticos del análisis sectorial deben de tener una estructura homogénea y han de mantener, en lo posible, una escala o nivel de definición semejante.

2.2. *Síntesis*

En la primera etapa dentro de la fase de síntesis se estudian de forma simultánea los resultados del análisis y se cotejan los mapas temáticos entre si. Esto nos permite vislumbrar el modelo de relaciones que mantienen unos elementos con otros a partir de sus coincidencias en el espacio y de su participación en determinados tipos de procesos.

De la combinación de elementos surgen distintas estructuras espaciales que son identificadas por el investigador como áreas en las que los diferentes componentes del

territorio se mueven dentro de unos parámetros determinados y presentan un funcionamiento concreto. Dicho funcionamiento es resultado del modelo de relación que se establece entre los elementos, así como del tipo de procesos que ello genera. Todo esto las diferencia a unas de otras como sistemas independientes.

Concretar los límites de estos sistemas o unidades de paisaje sobre el espacio (delimitación cartográfica) corresponde a un ejercicio en el que es preciso un gran esfuerzo de síntesis.

El proceso de síntesis de la información o diferenciación de unidades territoriales complejas, no se aborda utilizando de modo simultáneo todas las variables analizadas, sino que se procede paulatinamente cotejando los mapas temáticos según una jerarquía que posiciona a cada elemento en un nivel diferente.

En primer lugar se consideran los componentes o variables más independientes que se manifiestan a mayor escala dimensional y resultan más estables en el tiempo (mayor inercia), y se continúa avanzando ordenadamente hasta el de los componentes o variables más dependientes con una manifestación más reducida y matizada en el espacio y una menor estabilidad en el tiempo.

Según esto, se contemplarían los componentes macroestructurales abióticos (Clima y morfoestructura); después los mesoestructurales abióticos (Geomorfología); y por último los mesoestructurales bióticos y antrópicos (usos del suelo, vegetación y suelos).

De este modo la integración de capas de información temática cualitativa nos conduce a la definición de unidades integradas de paisaje o geosistemas y dentro de estos sistemas quedaría inscritas las llamadas geofacies o unidades menores que corresponden a cada uno de los estados en los que se encuentra un sistema. Estas geofacies tienen también la característica de una gran homogeneidad que trasciende incluso en lo fisonómico.

3. LOS SIG EN EL ANÁLISIS DEL PAISAJE

3.1. *Introducción*

Podemos considerar el Análisis Espacial como un conjunto de procedimientos operativos en el estudio de datos geográficos, en los que en función de alguna o algunas de sus características espaciales podemos obtener nuevos datos.

Para aplicación de los SIG en esta tarea nos hemos apoyado en el empleo de la herramienta Spatial Analyst de ArcGis 9.0. La posibilidad de producir nueva información, aplicando diferentes tipos de operadores espaciales, es una de las características más importantes de los Sistemas de Información Geográfica.

En este sentido, cabe destacar la necesidad de la utilización de datos en modelo raster para poder realizar superposiciones y análisis espaciales y estadísticos, generación de modelos derivados (pendientes, sombreados, etc.). Si bien la información de la que se dispone inicialmente es de distinta naturaleza (cartografía digital vectorial, raster, cartografía en papel, etc.), se hará necesario sistematizar y uniformizar, por tanto, todas estas fuentes para su posterior tratamiento. De esta manera, en una prime-

ra fase tendremos que realizar una conversión en raster de aquellos datos que dispongamos en formato vectorial, basándonos en el atributo sobre el cuál nos apoyaremos a la hora de realizar futuros análisis.

Nuestra zona de estudio, la cuenca vertiente del río Guadix, se extiende sobre un área de 25.768,5 has., por lo que se ha decidido trabajar con una resolución en raster de 10 m, lo que nos permite discriminar elementos de manera sobradamente exhaustiva.

3.2. *Información de partida*

La información de partida necesaria, y disponible para nuestro caso de estudio, ha estado constituida por:

- Ortofotografía B/N de 2001, con resolución de 0,5 m, de la Junta de Andalucía.
- Mapa topográfico vectorial a escala 1/10.000, de la Junta de Andalucía
- Mapa Geológico, serie MAGNA a escala 1/50.000.
- Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo, vectorial, de 1999, a escala 1/ 25 000, de la Junta de Andalucía
- Mapa de vegetación de los Parques Naturales, vectorial, de 1999, a escala 1/ 10.000, de la Junta de Andalucía.
- Mapa de vegetación potencial de RIVAS-MARTÍNEZ, S., «Memoria del mapa de Series de Vegetación de España. I.C.O.N.A.
- Datos del Instituto Meteorológico Nacional y de las Confederaciones Hidrográficas.
- Fuentes Bibliográficas.
- Datos obtenidos en el campo.

3.3. *Sistematización de la información*

1. procesos de digitalización (en los casos necesarios)
2. procesos de definición de atributos
3. procesos de conversión
4. procesos de modelado
5. procedimiento de análisis visual y de análisis espacial mediante análisis estadísticos (estadísticas de celda-estadísticos de vecindad-reclasificaciones)

La necesidad de sistematizar la información para poder realizar superposiciones y análisis de modelos, nos obliga, en función de la naturaleza de las fuentes, a desarrollar diferentes tareas para poder conseguir que las capas de información de las que se dispone sean equiparables en cuanto a formato y escala.

En primer lugar tendremos que digitalizar la información en formato «papel», como en el caso del mapa de vegetación potencial o el mapa geológico.

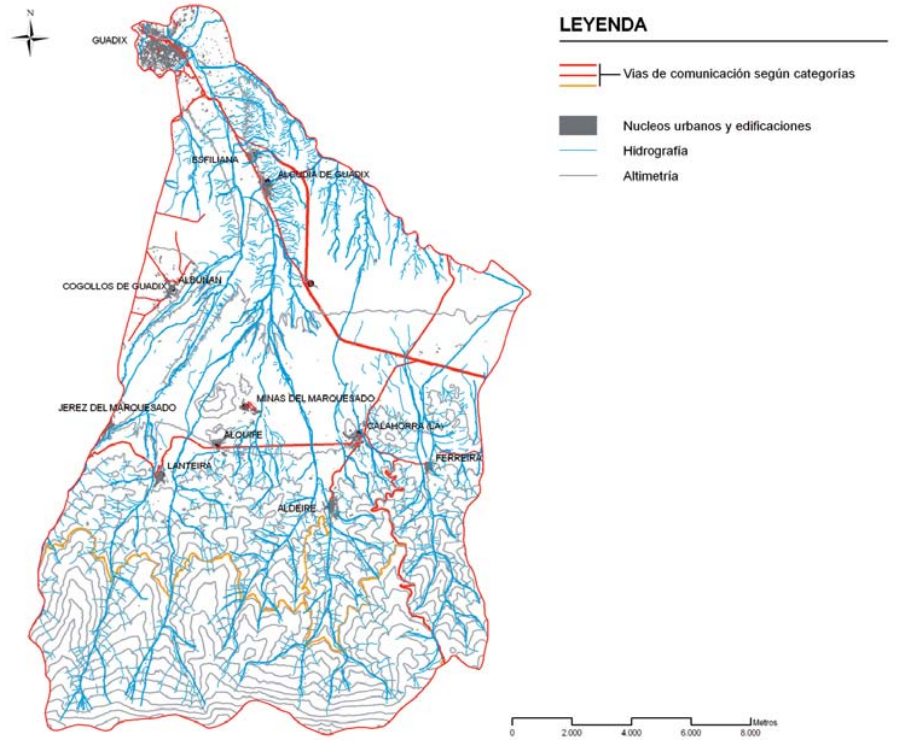
Por otra parte, del Mapa topográfico vectorial a escala 1/10 000, de la Junta de Andalucía, obtendremos, entre otra información, la altimetría en formato shapefile y de tipo polilinea que nos permitirá crear el TIN.

Una vez llegados a este punto, procederemos a convertir, mediante Spatial Analyst, toda la información de la que disponemos a formato raster, con una resolución de 10 metros.

3.4. *Análisis y síntesis de la información*

Expondremos en este apartado la secuencia integrada del proceso de análisis y síntesis progresiva de la información, lo que nos permitirá observar las interacciones de los componentes o variables a lo largo de todo el proceso.

Figura 4. *Mapa corológico*



FUENTE: Mapa topográfico vectorial a escala 1/10 000, de la Junta de Andalucía.

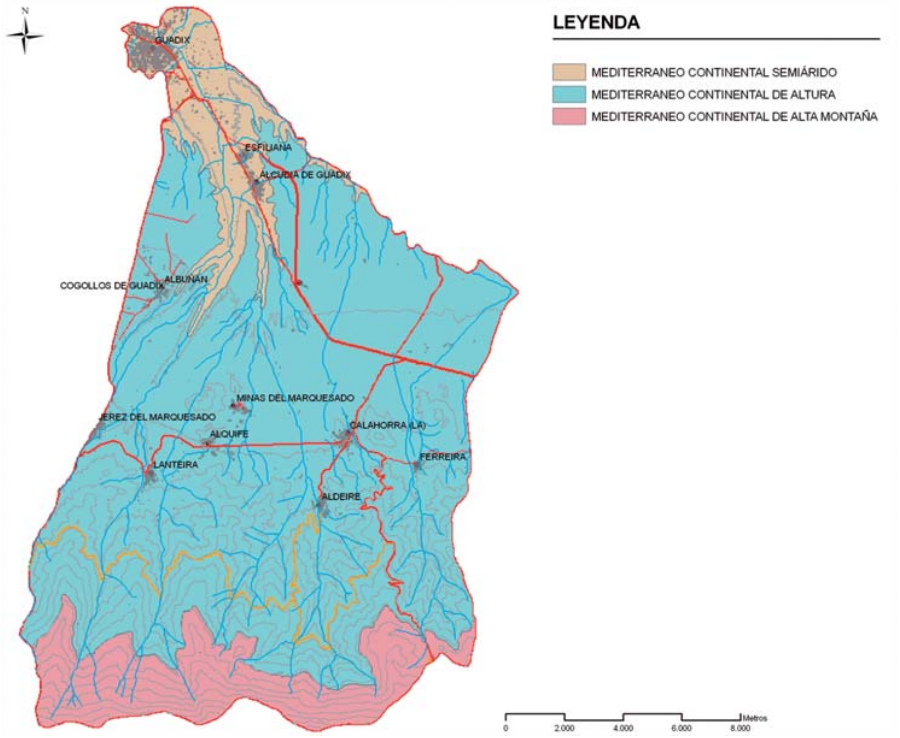
Como paso previo, elaboramos un mapa corográfico que funciona a modo de presentación del ámbito y de orientación general en relación con las características del mismo.

Como la secuencia metodológica, tal como ya dijimos, viene marcada por la jerarquización de los elementos comenzaremos por tomar en consideración en primer lugar al clima, ya que este constituye la variable más independiente, estable y de mayor escala dimensional.

3.4.1. Mapa climático

A partir de los datos climáticos, de las diferentes aportaciones bibliográficas y del análisis de los factores geográficos, obtenemos un MAPA CLIMÁTICO, con tres áreas diferenciadas, en las que el protagonismo del factor altitudinal en la zona se

Figura 5. Mapa de unidades climáticas



FUENTE: Elaboración propia a partir de otras fuentes.

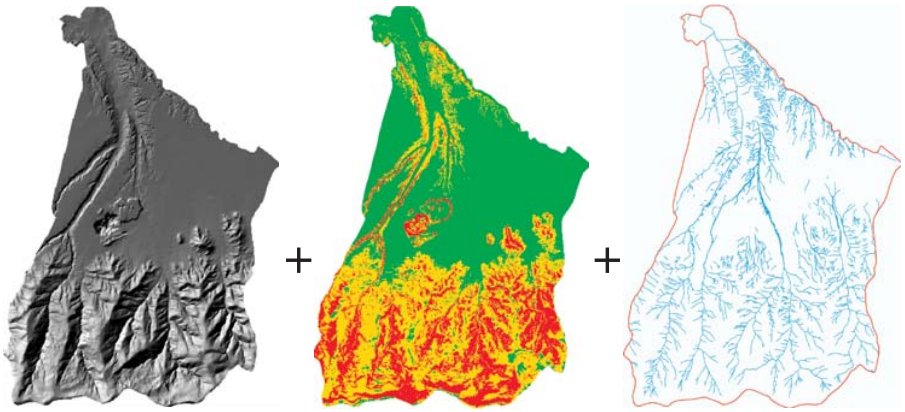
muestra determinante en el reconocimiento de grandes discontinuidades termopluviométricas.

3.4.2. Mapa geomorfológico

A continuación procedemos a la elaboración del MAPA GEOMORFOLÓGICO que se manifiesta a una escala dimensional intermedia y que deriva de la consideración simultánea de otras cartografías previamente elaboradas por nosotros a partir de la documentación básica proporcionada por las fuentes y del trabajo de campo.

Como primer paso utilizamos el mapa topográfico vectorial a escala 1/10 000, de la Junta de Andalucía, del cual poseemos la altimetría en formato «.shp» de tipo polilinea, con equidistancia de 10 metros con objeto de generar, mediante el módulo 3DAnalyst, el MDE, modelo de sombras y modelo de pendientes.

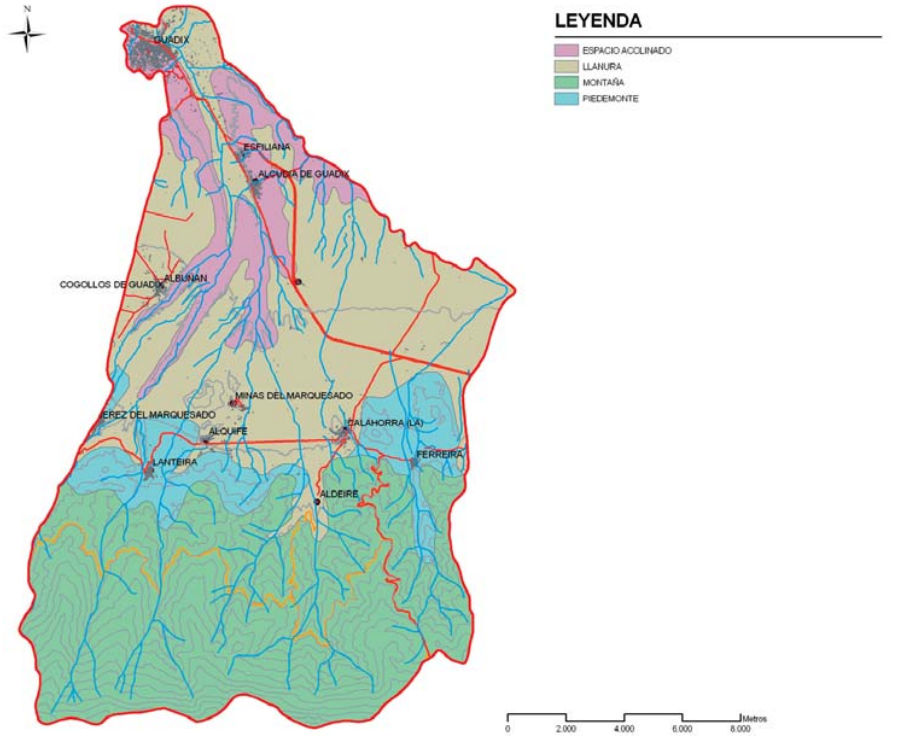
Mediante la SUPERPOSICIÓN y análisis visual del modelo de sombras y del modelo de pendientes, así como del mapa hidrográfico, identificaremos las grandes UNIDADES FISIOGRÁFICAS que pueden ser discriminadas en la cuenca.



Tras dicho análisis visual, las unidades resultantes serían las siguientes:

i. Montaña: Cuenca de recepción y laderas de fuerte pendiente disecadas por numerosos barrancos.
ii. Pié de monte: Zona de transición con pendientes suaves.
iii. Llanura: Planicie extensa remarcada por el uso antrópico y escasa densidad de la red hidrográfica.
iv. Espacio acolinado: Incremento de las pendientes y fuerte densidad de la red de ríos y ramblas.
v. Estrecha llanura: Planicie en torno al cauce del curso principal.

Figura 6. *Mapa fisiográfico*

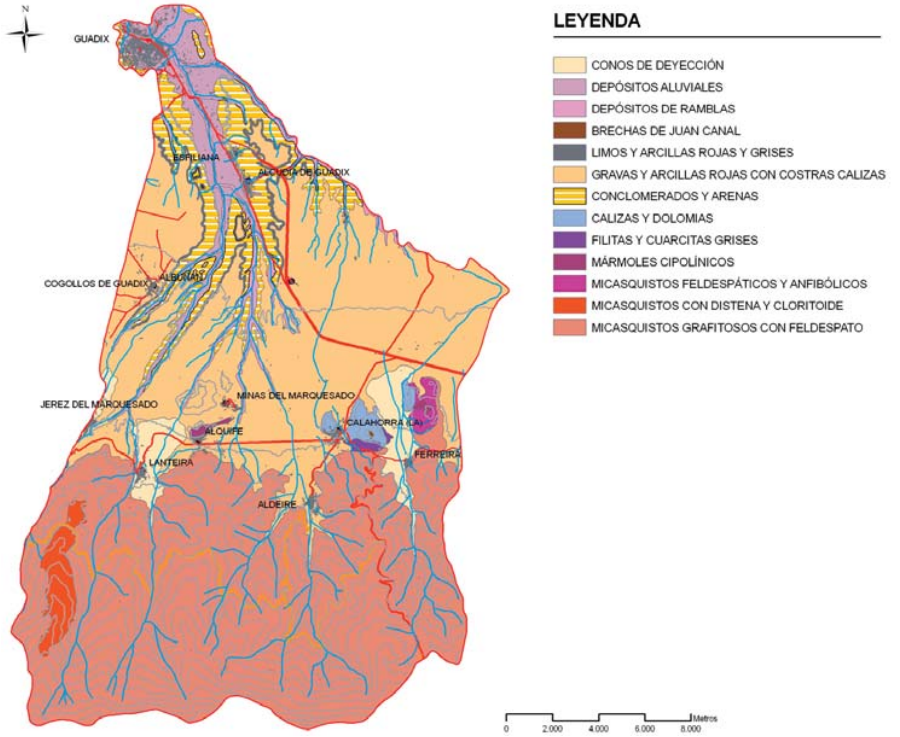


FUENTE: Elaboración propia.

Una vez obtenido el mapa fisiográfico, es preciso analizar las características geológico-litológicas de la zona a partir de la lectura y digitalización del mapa serie MAGNA a escala 1/50.000, obteniendo así el MAPA GEOLÓGICO de la cuenca.

La SUPERPOSICIÓN del mapa fisiográfico y del mapa geológico más la inclusión de otras informaciones obtenidas en campo y en referencias bibliográficas, nos permitirá elaborar una cartografía de UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS o unidades homogéneas en cuanto a formas y procesos de modelado.

Figura 7. Mapa geológico



FUENTE: Elaboración propia a partir del MAGNA.

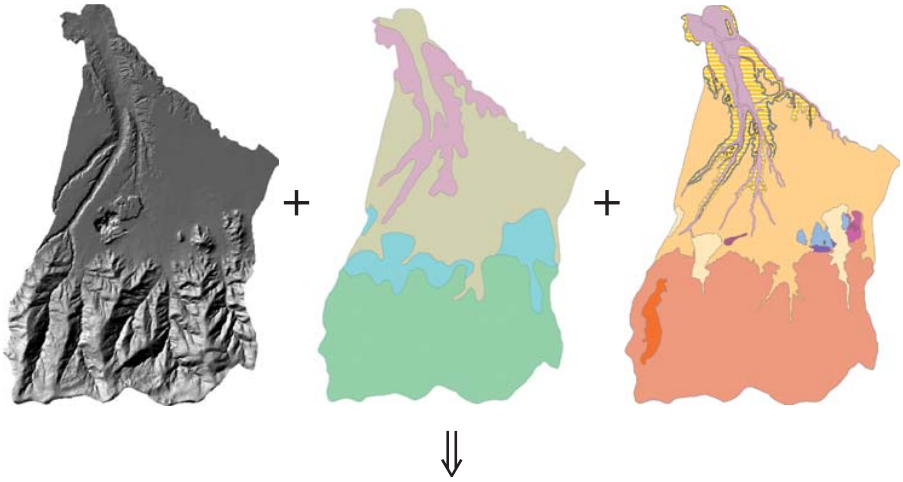
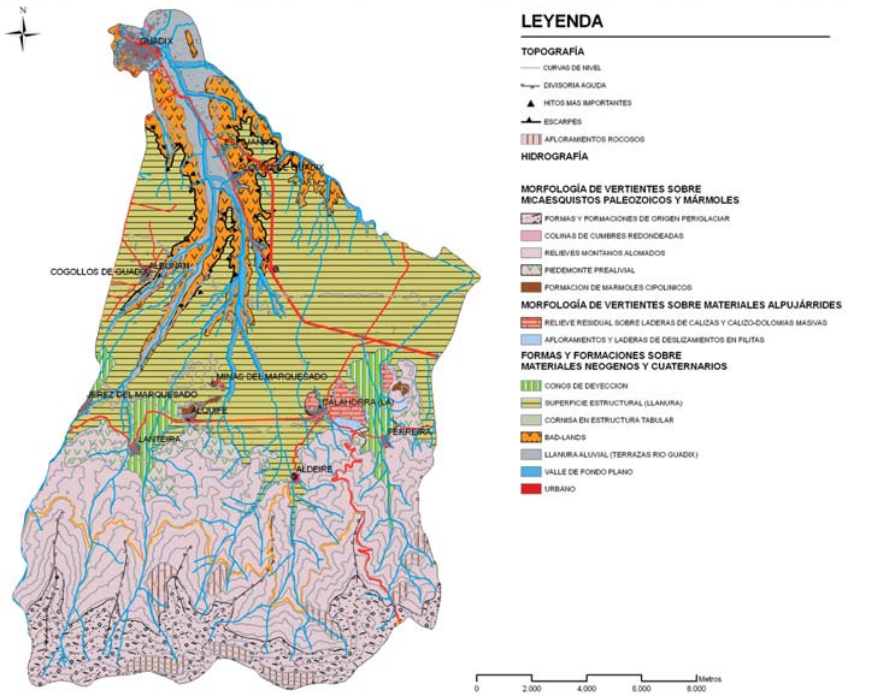


Figura 8. Mapa geomorfológico



FUENTE: Elaboración propia.

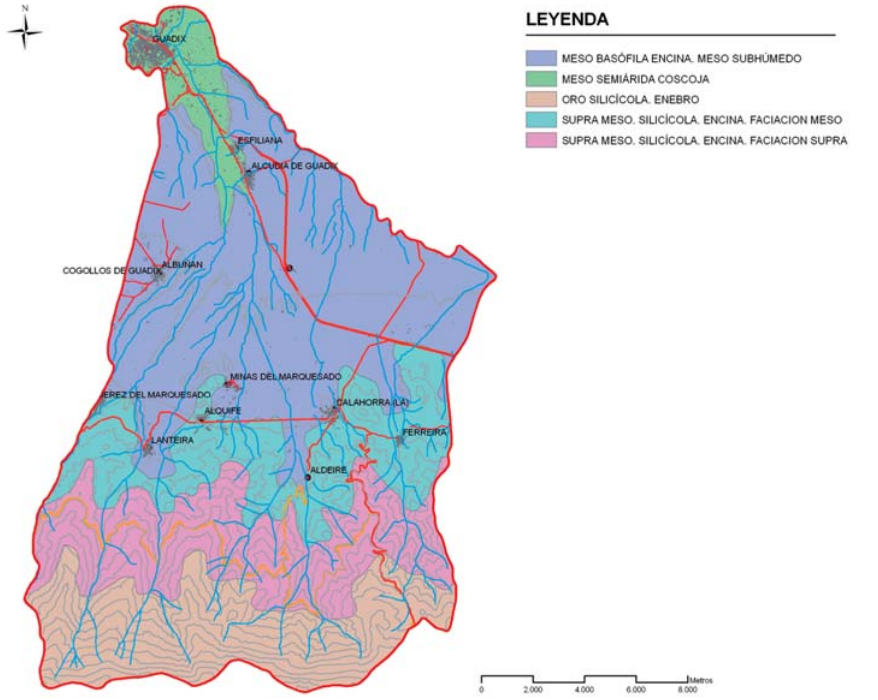
3.4.3. Mapa de vegetación potencial

Esta tercera gran variable es dependiente directamente del clima, del tipo de roca, de la humedad del suelo y, más localmente, de la posición topográfica.

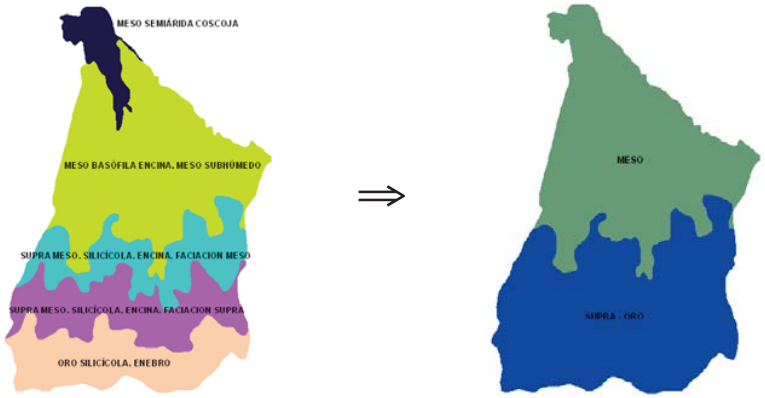
La SUPERPOSICIÓN de este mapa con el de áreas climáticas nos permitirá crear un mapa mixto Bioclimático, que recogerá las discontinuidades más profundas que resulten coincidentes en ambas cartografías y que puedan afectar de forma relevante al potencial ecológico, delimitando por tanto ámbitos diferentes a la hora de establecer los distintos Geosistemas.

A las tres unidades diferenciadas en el mapa climático por sus parámetros pluvio y termométricos contrastados, habrá que añadir la diferenciación más sutil Meso-Supramediterránea que, marcada por el dominio de unas u otras especies vegetales, nos aporta el mapa de vegetación potencial. Esta nueva matización debe ser trasladada al mapa mixto bioclimático.

Figura 9. Mapa de vegetación potencial



FUENTE: Elaboración propia a partir de otras fuentes.



Para ello, hemos hecho uso de la herramienta «reclasificación» de Spatial Analyst de ArcGis 9.0. De esta forma, las dos series de vegetación «Meso» quedarían reducidas a una sola unidad, al igual que las series del «Supra» y del «Oro», que quedarían simplificadas en una segunda unidad.

En segundo lugar realizaremos una superposición de capas mediante la «calculadora de raster» de Spatial Analyst con lo que añadiremos el límite Meso-Supra a los límites marcados en el mapa de unidades climáticas.

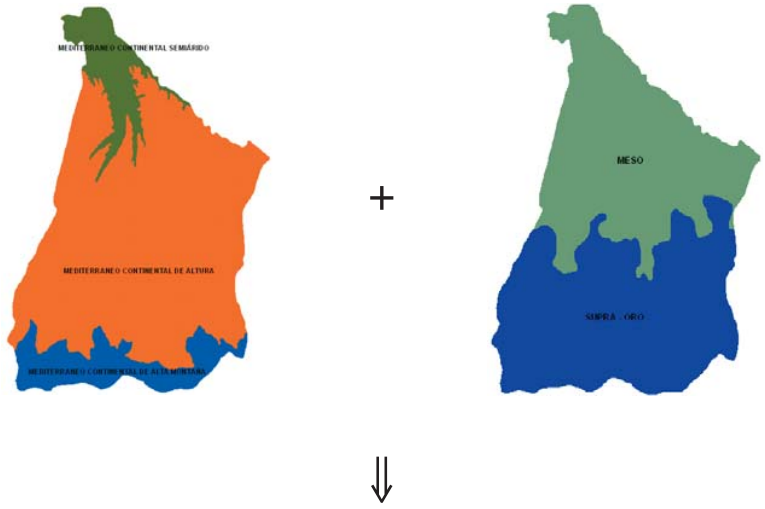
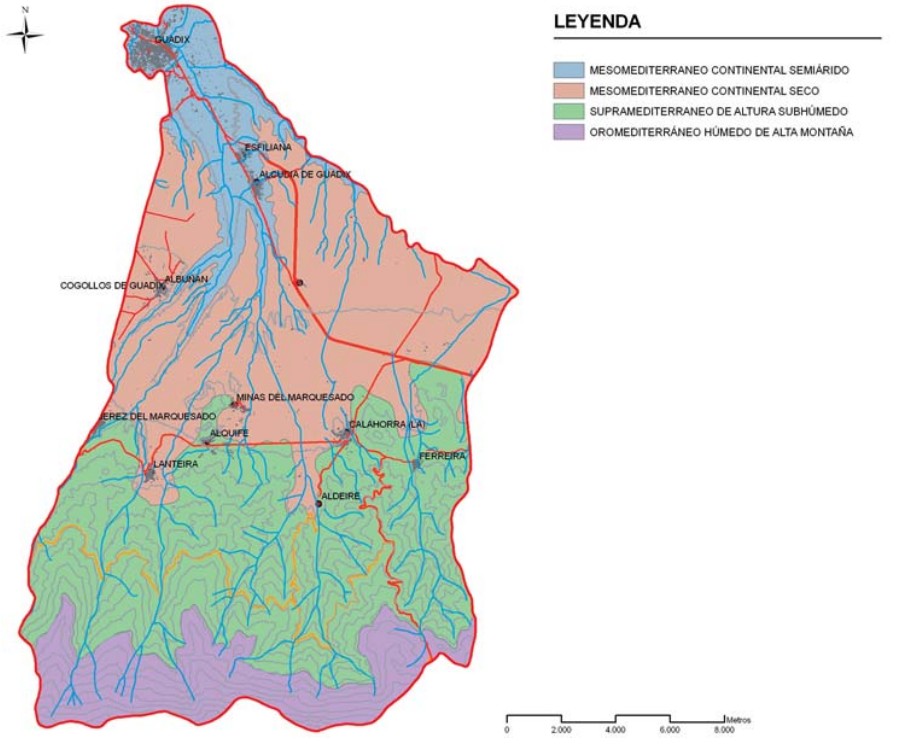


Figura 10. Mapa bioclimático



FUENTE: Elaboración propia a partir de otras fuentes.

3.4.4. Mapa de geosistemas potenciales

En este punto, avanzamos sobre la síntesis de los tres componentes anteriores (Clima, Vegetación Potencial y Geomorfología) con objeto de obtener los Geosistemas Potenciales que no son más que unidades homogéneas desde el punto de vista de su potencial ecológico.

De los dos mapas iniciales (Bioclimático y Geomorfológico) tomaremos el segundo como punto de partida en el proceso de identificación de las discontinuidades más notables del territorio que son las que marcan la transición de unos sistemas potenciales a otros.

Existen ámbitos geomorfológicos que condicionan sustantivamente las características del medio abiótico general, de modo que contribuyen definitivamente a la

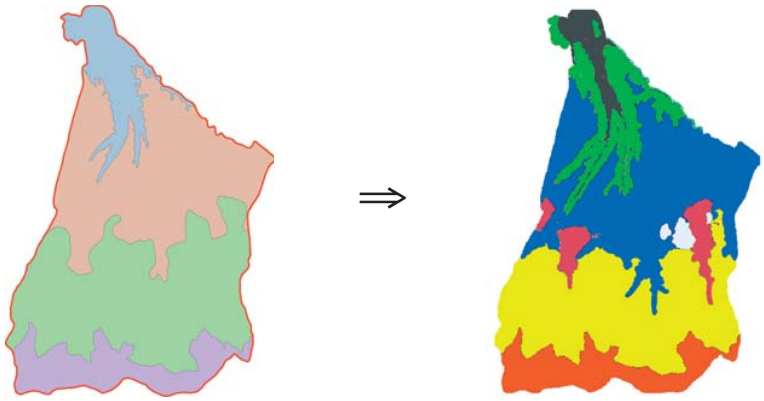
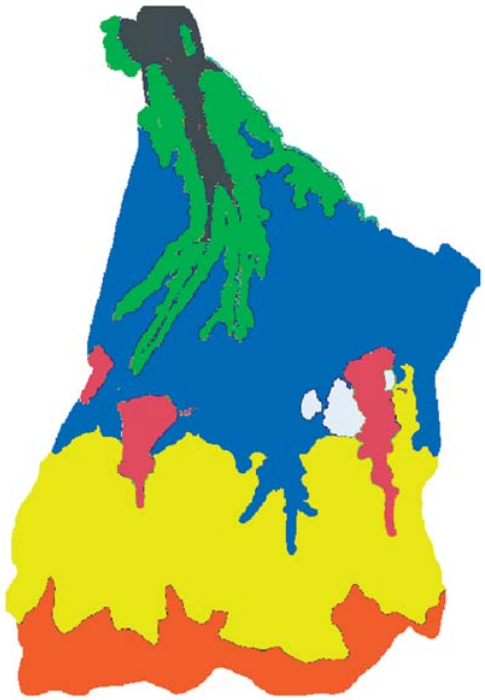


Figura 11. *Mapa de geosistemas potenciales*



FUENTE: Elaboración propia.

configuración de un potencial ecológico particular e, indirectamente, de un geosistema independiente. Otros sin embargo, no condicionan características netamente diferentes del medio abiótico y por tanto no son fundamento sustantivo en la creación de sistemas.

Por esta razón, en el proceso de elaboración del MAPA DE GEOSISTEMAS POTENCIALES, a partir de las unidades geomorfológicas, hemos otorgado valores superiores a aquellos ámbitos cuya contribución a la configuración de geosistema independiente es superior a la de los ámbitos vecinos.

Tras esta valoración cuantitativa y mediante un análisis de vecindad, obtendremos un mapa en el que se observa cómo aquellos ámbitos, cuyo condicionamiento sobre el medio abiótico es sustancialmente menor que el de otros ámbitos vecinos, pierden entidad o incluso desaparecen a favor de aquellos otros cuya influencia es superior.

En un posterior análisis de coincidencias entre los límites del Mapa Bioclimático y los Geosistemas Potenciales obtenidos observamos cómo los tres límites de las áreas del primero de ellos son prácticamente coincidentes con los grandes geosistemas obtenidos. La diferencia o desfase de la línea que separa los pisos Meso y Supra puede ser explicable debido a la escala de la fuente original, «Memoria del mapa de Series de Vegetación de España», para toda España.

3.4.5. Mapa de vegetación actual y usos del suelo

Una vez obtenidos los Geosistemas Potenciales debemos trabajar con el resto de las variables o elementos del paisaje, aquellos de orden biótico y antrópico. Para ello elaboramos un documento cartográfico sintético que reúne la vegetación actual y al conjunto de las actividades antrópicas con una expresión material sobre el territorio, usos agrarios, explotación ganadera y forestal, distribución del doblamiento, usos urbano-industriales e infraestructuras. Se trata de un mapa en donde se definen las Meso y Microestructuras a partir de las variables más dependientes, de manifestación más reducida y de menor estabilidad.

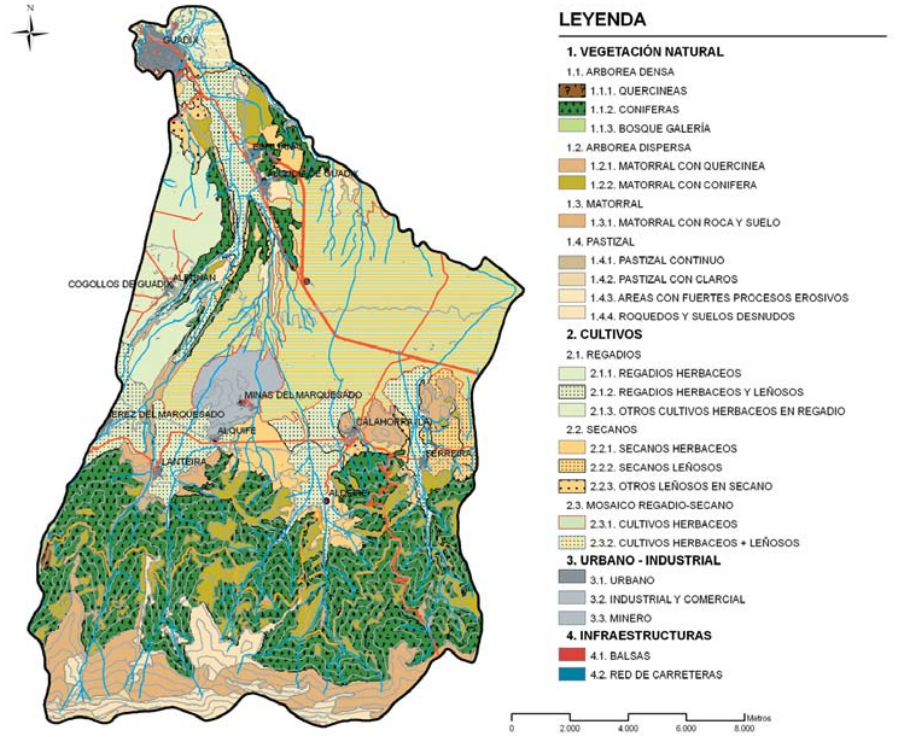
La inserción por SUPERPOSICIÓN y ajuste de esta nueva información en el mapa de los Geosistemas Potenciales nos permite observar las distintas alternativas de explotación vegetal o uso antrópico de cada Geosistema pudiendo identificar así las Geofacies que se insertan en los mismos.

Finalmente obtenemos el mapa de GEOSISTEMAS Y GEOFACIES en donde cada sistema queda identificado por el concurso de todos sus componentes y en donde se muestran la diversidad de situaciones o estados en los que se encuentra.

4. CONCLUSIONES

El uso de los SIG nos ofrece importantes ventajas en la elaboración de cartografías del paisaje por varias razones. En primer lugar nos facilita el trabajo con un gran número de mapas de distinta naturaleza y escala pudiendo practicar de forma rápida y

Figura 12. *Mapa de usos del suelo*



FUENTE: Elaboración propia a partir de otras fuentes.

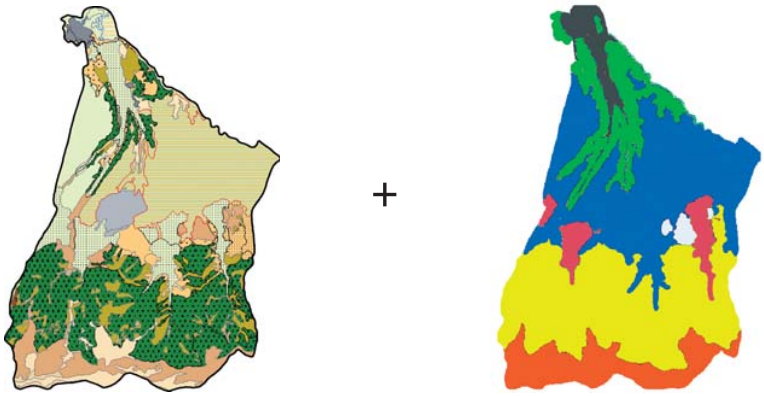
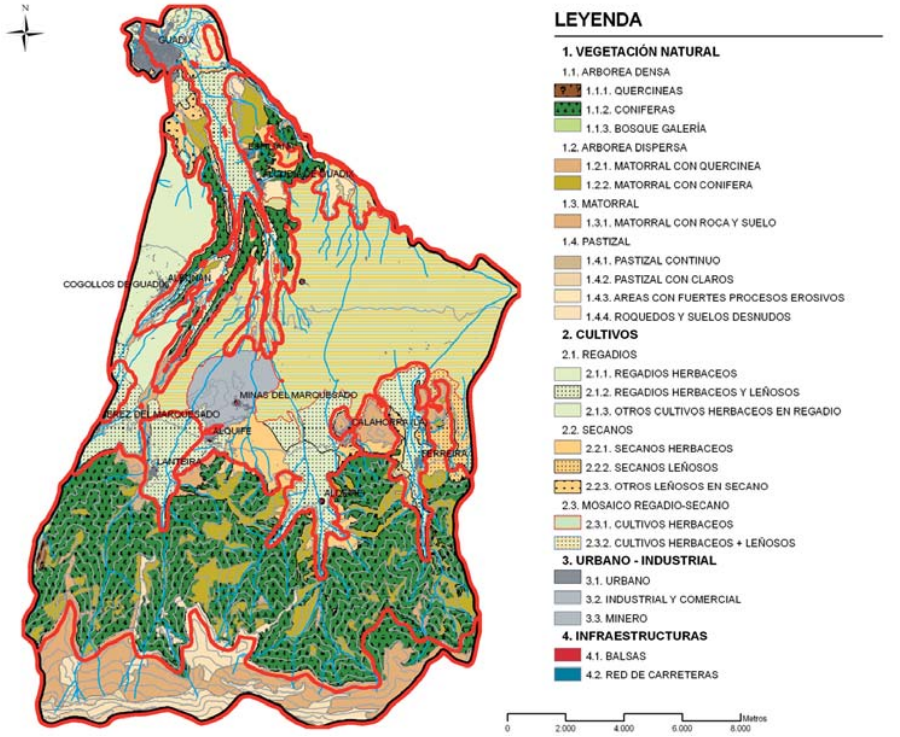


Figura 13. *Mapa de geosistemas y geofacies*



FUENTE: Elaboración propia.

sencilla el análisis comparativo de dichos mapas entre sí. Además esto puede hacerse de manera permanente a lo largo de todo el proceso.

Por otra parte, el procedimiento de lectura e interpretación de las fuentes primarias de información, principalmente la Ortofotografía, permanece abierto hasta el final, apoyando tanto la elaboración de los mapas temáticos del análisis, como las decisiones intermedias y finales sobre la síntesis.

Por último, distintas herramientas de Análisis Espacial nos han permitido efectuar el cotejo de los distintos mapas temáticos, a partir de un análisis de diferencias y coincidencias, de forma automática. Es preciso señalar que en nuestro caso, los resultados de la superposición de información temática han sido siempre supervisados a posteriori. Esta herramienta facilita pues el proceso de síntesis de la información, especialmente cuando el área de trabajo es extensa, pero pensamos que sus resultados finales deben ser supervisados.

BIBLIOGRAFÍA

BOSQUE SENDRA, J. (2000): Sistemas de información geográfica. Ed. Rialp.

CASTILLO REQUENA, J. M. (1989): Los climas de Andalucía: Clasificación y análisis regional de los tipos de tiempo. Almería, I. E. A. L.

ESRI (1996): ArcView Spatial Analyst. Advanced Spatial Analysis Using Raster and Vector Data. Environmental Systems Research Institute. Redlands.

JIMÉNEZ OLIVENCIA, Y. (1991): Los Paisajes de Sierra Nevada. Cartografía de los sistemas naturales de una montaña mediterránea.

MORENO, A., y Otros (2005): Sistemas y análisis de la información geográfica. RAMA

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987): Memoria del mapa de Series de Vegetación de España. I.C.O.N.A. Serie técnica. Madrid. págs. 268.