

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus* (Artículos), nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETECCIÓN DE ÁREAS SINGULARES DE VEGETACIÓN Y FLORA EN LAS ÁREAS NO PROTEGIDAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

MIGUEL VÍA GARCÍA, M^a CARMEN MUÑOZ MUNICIO y BEATRÍZ MARTÍN CASTRO.

Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid

"Fernando González Bernáldez"

C/ San Sebastián 71 – 28791 Soto del Real (Madrid)

miguel.via@madrid.org, carmen.mmunicio@madrid.org, bmartinc@bio.ucm.es

RESUMEN

La valoración de la flora y la vegetación constituye una de las herramientas básicas para la gestión del medio natural, al constituir un indicador del estado de conservación del territorio. Se propone una metodología para la valoración de la flora y la vegetación basada en técnicas de evaluación multicriterio de tipo no compensatorio e implementada en los SIG. Debido al marcado carácter agrario que tiene la zona de estudio, la mayor parte del ámbito no presenta un valor de vegetación y flora relevante. Destacan únicamente algunos espacios próximos a la Sierra de Guadarrama y algunas áreas de coscojares y matorrales gipsícolas del sureste de la región. Este trabajo forma parte de un proyecto de valoración ambiental global de aquellos territorios actualmente no protegidos en la región de Madrid, con el fin de detectar posibles espacios susceptibles de ser protegidos por su calidad ambiental y estado de conservación.

Palabras clave: SIG, toma de decisiones multicriterio, valoración ambiental, vegetación y flora singular.

DELIMITING UNIQUE VEGETATION AREAS IN NON PROTECTED ZONES OF THE MADRID REGION: A METHODOLOGICAL PROPOSAL

ABSTRACT

Assessment of flora and vegetation constitutes one of the basic tools for the management of the natural environment, as this is an indicator of the state of conservation of the territory. A methodology is proposed for the assessment of flora and vegetation based upon non-compensatory type multicriteria evaluation techniques implemented within GIS. Due to its marked agricultural character, the study area presents no significant value for flora and vegetation. We can only highlight some areas close to the Guadarrama Mountains and some areas where *Ilex coccifera* and gypsiferous shrublands are present at the southeast part of the region. This study is part of a global

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

environmental assessment project of currently unprotected territories in the Madrid region and attempts to reveal spaces that are eligible for protection due to their environmental quality and state of conservation.

Keywords: GIS, multicriteria decision making, environmental assessment, unique vegetation and flora.

1. Introducción

La gestión del medio natural en la Comunidad de Madrid no se limita únicamente a las zonas protegidas bajo alguna de las muchas figuras existentes -Espacios Naturales Protegidos, Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección de Aves, Embalses y Humedales catalogados, Reserva de la Biosfera, ámbito del Plan de Ordenación de Recursos Naturales de la Sierra de Guadarrama- sino que se extiende a todo el territorio regional. La Ley 4/1989, de 27 de Marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, establece que las Administraciones Públicas competentes "velarán por el mantenimiento y conservación de los recursos naturales existentes en todo el territorio nacional" y "adoptarán las medidas necesarias para garantizar la conservación de las especies, de la flora y la fauna que viven en estado silvestre en el territorio español, con especial atención a las especies autóctonas". La Ley también establece que tendrán que preservar, mantener y restablecer superficies de suficiente amplitud y diversidad como hábitats para las especies de animales y plantas silvestres no comprendidas en regímenes específicos de protección.

El hecho de que estas zonas no formen parte de ninguno de los actuales espacios protegidos no significa que no tengan ningún interés, pudiendo albergar valiosos recursos que es necesario conocer para garantizar su conservación mediante su inclusión en nuevos Espacios Naturales Protegidos o en futuras ampliaciones de los actuales. Sin embargo, estas zonas no sólo son importantes debido a la existencia de hábitats o especies relevantes sino que también son fundamentales en la conservación de los espacios naturales ya declarados, ya que la gestión que se haga de estos territorios influye sobre las áreas protegidas adyacentes. Las zonas no protegidas también juegan un importante papel en la preservación de la conectividad ecológica en el territorio, siendo éste uno de los objetivos de las políticas actuales de conservación de la naturaleza.

Además de estas potencialidades que presentan los espacios naturales no protegidos, se ha de tener en cuenta que el modelo actual de desarrollo urbano está causando importantes cambios de los usos del suelo, afectando especialmente a estas zonas. Estos cambios pueden constituir una seria amenaza sobre enclaves valiosos y afectar a la capacidad de dispersión de las especies, lo que provoca la fragmentación de las poblaciones y dificulta su conservación.

Por lo tanto, consideramos importante tener un conocimiento más preciso de estos territorios, siendo por ello necesario desarrollar una metodología de valoración de los recursos naturales como apoyo a la planificación y gestión del medio ambiente. De los recursos naturales, la valoración de la flora y la vegetación constituye una de las herramientas básicas al constituir un indicador del estado de conservación del territorio.

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

En este artículo se propone una metodología para la valoración de la flora y la vegetación, basada en técnicas de evaluación multicriterio de tipo no compensatorio. Esta metodología se ensayó en el ámbito del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Sierra de Guadarrama (Gil *et al.*, 2003) como base para el establecimiento de una figura de protección. Este trabajo se enmarca en un proyecto más amplio sobre la valoración ambiental global de aquellos territorios actualmente no protegidos en la región madrileña.

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es detectar zonas con vegetación y flora de alto valor en los espacios que actualmente no se encuentran protegidos en la Comunidad de Madrid. Para ello, se propone una metodología para realizar la valoración en el entorno de los modelos de evaluación multicriterio (EMC) y los Sistema de Información Geográfica (SIG).

3. Metodología

Para la realización de este estudio se ha seguido una sistemática de trabajo estructurada en varias fases. Tras una primera fase de delimitación del ámbito de estudio, se ha realizado el inventario de toda la información disponible sobre vegetación y flora. A partir de esta información y del objetivo concreto del trabajo, se han seleccionado los indicadores de valoración que se han considerado más importantes a la hora de valorar la vegetación y la flora singular.

Estos indicadores conforman los factores del modelo, los cuales precisan de una ponderación para su posterior integración multicriterio. El modelo se apoya en la tecnología de los SIG y se utiliza la metodología multicriterio denominada Medias Ordenadas Ponderadas (MPO), que tras una serie de ajustes en sus parámetros, funciona como una metodología de tipo no compensatorio.

Antes de introducir los factores o indicadores en el modelo, es necesario estandarizar las variables en una misma escala para hacerlos comparables, debido a que el rango de valores finales de cada indicador es diferente. Para ello se ha realizado un ajuste de tipo lineal, utilizando un rango de estandarización de 10 categorías. La fórmula del ajuste de tipo lineal es la siguiente (Eastman, 1999):

$$f_i = (v_i - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min}) * c$$

siendo: f_i = valor del factor normalizado, v_i = valor origen del factor, $v_{\max}$ = valor máximo, $v_{\min}$ = valor mínimo, c = rango de estandarización

La normalización o estandarización de las variables es un paso de gran importancia tanto para el desarrollo metodológico de los modelos multicriterio, como para una correcta valoración en cada indicador. En ocasiones, hay factores en los que la relación de su valor respecto al del impacto

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

no es lineal. A las diferentes funciones de correlación entre los valores del indicador y el valor real, se las denomina funciones de transformación o funciones de valor. Son una herramienta de tratamiento de la información, que dota de valor o significado a los puntos del territorio con el objeto de definir la calidad, fragilidad, capacidad de acogida e impactos ambientales. Estas funciones permiten homogeneizar las diferentes unidades de medida de los indicadores de los factores afectados por el proyecto y expresarlas en unidades abstractas de valor ambiental (Conesa, 1997). Es muy importante desarrollar de forma adecuada esta fase del trabajo, ya que un ajuste preciso de esa relación facilitará una correcta valoración, y por tanto, una aproximación más real al valor ambiental del recurso natural analizado, en nuestro caso, la vegetación y flora. En este trabajo, siguiendo un criterio de operatividad, se ha utilizado un ajuste similar para todas las variables utilizadas.

La normalización nos permite tener los factores preparados para su integración multicriterio, a falta de la ponderación de los mismos. Para asignar los pesos se ha optado por utilizar el método de las jerarquías analíticas o comparación por pares (Saaty, 1977). Este método consiste en la elaboración de una matriz de comparación por pares, en la que se especifica la importancia relativa de cada indicador respecto a los demás. La escala de medida que se usa a la hora de cuantificar la importancia relativa es una escala de tipo continuo o de razón.

Estas comparaciones por pares se analizan a través de un algoritmo matemático capaz de generar una serie de pesos para los indicadores cuya suma es igual a 1. Este método se encuentra implementado en el software IDRISI, lo que ha facilitado su uso.

Una vez se dispone de los factores y los pesos, se puede ejecutar el algoritmo matemático de la metodología seleccionada. En nuestro caso concreto, nos encontramos ante un problema cuyo objetivo es la valoración de la vegetación y flora, por lo tanto, ante un problema de objetivo único. Existen muchas otras situaciones en las que el objetivo ante un problema de índole espacial es múltiple, optando en ese caso por la utilización de metodologías de evaluación multiobjetivo, entre las que se encuentran como más conocidas y utilizadas, la extensión jerárquica, cuando los objetivos son complementarios y cuando están en conflicto, la solución priorizada y solución compromiso (Barredo, 1996). Al ser un objetivo único, se ha optado, lógicamente, por la utilización de metodologías de evaluación multicriterio. Se ha escogido para realizar el análisis una metodología de tipo no compensatorio. En estas técnicas, en general, no se produce ningún tipo de compensación entre criterios, y el resultado final se obtiene a partir de la relevancia de un criterio frente a los demás, partiendo de un punto de vista que defina tal criterio. En la metodología utilizada en este trabajo, las Medias Ponderadas Ordenadas, que se incluyen dentro de las técnicas de superposición o agregación borrosa (Malczewski, 1999), la compensación se puede producir con mayor o menor intensidad en función de la elección del centro decisor, a través de la selección de los pesos de los órdenes. Por lo tanto, en este método intervienen junto a los pesos de los factores otorgados por los expertos, un peso de los órdenes, siendo estos últimos un conjunto de pesos asignados no a los factores en sí, sino a la posición en el rango ordenado de los valores del factor para una localización (píxel) dada. En nuestro caso, el criterio con la puntuación de valoración más alta, una vez aplicados los pesos del factor, será el primer peso ordenado, el factor con el siguiente valor más alto tendrá el segundo peso ordenado y así sucesivamente. Si se da el mismo peso a todos los órdenes, la MPO funciona como una metodología totalmente compensatoria, ya que no importa que un criterio tenga un valor más alto que otro.

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

$$a = \sum x_i \left(\frac{w_i * o_i}{\sum (w * o)_i} \right) * \prod r_j$$

siendo: a = valor de aptitud o impacto, x_i = valor de la celda i en el factor i , w = es el peso de los factores, w_i = es el peso del factor i , o = peso de los órdenes, o_i = es el peso ordenado del factor i en la celda i , r_j = son las restricciones

El funcionamiento del algoritmo de esta metodología es el siguiente: primero multiplica el peso del criterio por el peso que le corresponde a cada criterio en función del orden y lo divide por la suma de los productos, generando unos nuevos pesos normalizados. Estos pesos multiplican para cada alternativa sus valores en cada criterio, y se suman. Si existen, se multiplica el resultado por el producto de las restricciones, obteniendo así, el resultado final.

En la naturaleza, el alto valor ambiental en un lugar determinado, no siempre se corresponde con un alto valor en todos los factores o indicadores, ya que el hecho de que un sólo factor sea muy positivo, puede convertir a ese espacio en un lugar singular y por lo tanto, de alta calidad ambiental. Por ello, se ha seleccionado para este trabajo una metodología de EMC no compensatoria, ya que evita que valores bajos de algunos indicadores compensen a los que presentan valores altos, destacando la información sobre la singularidad de un lugar.

Se han elegido unos pesos de órdenes que suponen una importante reducción de la compensación, aunque existe, ya que se establece para cada alternativa o píxel un orden de importancia de cada factor o indicador. Una falta total de compensación supondría que el resultado final para cada alternativa o localización sería el valor del factor con un valor mayor, obviando los valores del resto de criterios, algo que implicaría una pérdida importante de información.

A partir de un análisis comparativo teórico ([Tabla 1](#)) de diferentes metodologías EMC, se observa con mayor claridad la lógica de funcionamiento de la metodología MPO. En este análisis, se compara la metodología utilizada en este trabajo, con una de las metodologías compensatorias más utilizada en el entorno de los modelos de evaluación multicriterio, denominada Suma Lineal Ponderada (SLP). Se comprueba con claridad el marcado carácter compensatorio de la metodología SLP, como se puede apreciar comparando las celdas 2 y 3, en las que a igual suma de valores, el valor final se ve compensado en la celda más heterogénea, obteniendo al hacer una media, el mismo valor final en ambas alternativas. En cambio, utilizando la metodología MPO, se valora en mayor medida la celda 3, debido a que presenta valores más altos en uno o dos factores, siendo estos valores altos los que en cada alternativa tienen un mayor peso en el resultado final. Esto se debe al peso de los órdenes utilizado, en el que se reduce claramente la compensación, otorgando un mayor peso a aquellos valores más altos en cada alternativa.

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

4. Caso de estudio

En este apartado se presenta de forma detallada la metodología propuesta, aplicándola al caso concreto de la valoración de la Vegetación y Flora de las áreas actualmente no protegidas en la Comunidad de Madrid.

4.1. Ámbito de estudio

La zona de estudio ([Figura 1](#)) comprende aquellos territorios no protegidos en la Comunidad de Madrid, a excepción de las áreas urbanas y urbanizables. Esta área supone el 40 % del territorio y aunque se extiende por todas las comarcas madrileñas, es la zona sureste la que aporta mayor superficie al ámbito de estudio. El territorio que se encuentra bajo alguna figura de protección (Espacios Naturales Protegidos, Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección de Aves, Reserva de la Biosfera y ámbito del Plan de Ordenación de Recursos Naturales de la Sierra de Guadarrama exceptuando las zonas de transición) supone el 45 % de la Comunidad mientras que los terrenos urbanos o urbanizables suponen el 15 % restante.

Según el mapa de vegetación y usos (Comunidad de Madrid, 1997), la unidad más extensa son los cultivos de secano y los pastos xerofíticos, seguidos por los cultivos de regadío y los encinares arbóreos y arbustivos. Un porcentaje elevado del territorio presenta, por tanto, un importante uso agrario, lo que condicionará en gran medida, la valoración de sus recursos naturales, entre los que se encuentra la flora y la vegetación.

4.2. Desarrollo metodológico

Para la aplicación del modelo de integración multicriterio, ha sido necesario seleccionar unos indicadores de valoración para la vegetación y para la flora (Gil, *et al.*, 2003).

Una vez seleccionados y creados los indicadores, se han realizado tres modelos de evaluación multicriterio aplicando la metodología de Medias Ponderadas Ordenadas (MPO) con un peso de órdenes específico que otorgan al método una escasa compensación, buscando con ello, destacar en la integración las singularidades de cada zona o píxel en concreto. Con el primer modelo se obtiene el mapa de valoración de la vegetación, con el segundo, el mapa de valoración de la flora singular, y por último, fruto de la integración de los dos mapas de valoración previos, se obtiene el mapa de valoración final.

Los pesos de cada indicador se han obtenido mediante la aplicación de la metodología denominada comparación por pares en una consulta a 12 especialistas en vegetación y flora.

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

4.2.1. Valoración de la Vegetación

Los indicadores empleados para valorar la vegetación han sido ([Figura 2](#)):

- Representatividad: se consideran formaciones vegetales representativas aquellas propias de los ecosistemas a proteger según la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid. Estas formaciones se refieren a las masas arbóreas, arbustivas y subarbustivas de encinar, alcornocal, enebreal, sabinar, coscojal y quejigal y las masas arbóreas de castaño, robledal y fresnedal, que son declarados según la referida Ley, Montes Preservados.
- Naturalidad: se consideran formaciones vegetales naturales aquellas cuyo origen no es de repoblación según el mapa de vegetación y usos del suelo (Comunidad de Madrid, 1997).
- Rareza a nivel local: calculado en función de la superficie de la formación vegetal en el ámbito de estudio respecto al área total de la Comunidad de Madrid.
- Rareza a nivel nacional: calculado en función de la superficie de la formación vegetal respecto al área de distribución a nivel nacional.

Estos índices se han aplicado a las 47 unidades de vegetación y usos del suelo identificadas en el área de estudio según el mapa de vegetación y usos del suelo de la Comunidad de Madrid (1997).

Para generar el mapa de valoración de la vegetación ([Figura 3](#)) se han utilizado los siguientes pesos en los cuatro indicadores seleccionados:

- | | |
|--------------------------------|------|
| ▪ Rareza a nivel nacional..... | 0,52 |
| ▪ Rareza a nivel local..... | 0,23 |
| ▪ Representatividad..... | 0,15 |
| ▪ Naturalidad | 0,10 |

Los pesos de órdenes utilizados en la metodología MPO son los siguientes: [1er orden: 0.55; 2º orden: 0.25; 3er orden: 0.15; 4º orden: 0.05]

4.2.2. Valoración de la Flora

Los indicadores empleados para valorar la flora han sido ([Figura 4](#)):

- Flora endémica: taxones endémicos de la Península Ibérica (Moreno Saiz & Sainz Ollero, 1992; Sainz Ollero & Hernández Bermejo, 1981).
- Flora amenazada a nivel regional: taxones incluidos en la propuesta de modificación del Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid que se realizó para el Plan Forestal de La Comunidad de Madrid 2000-2019 (Blanco *et al.*, 1999).
- Flora amenazada a nivel nacional: taxones incluidos en la Lista Roja Española de Plantas Vasculares (VV.AA., 2000).

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

- Flora protegida a nivel regional: taxones incluidos bajo alguna categoría de protección en el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid (BOCM, 1992).
- Flora protegida a nivel europeo: taxones incluidos en los Anexos de la Directiva Hábitats (DOCE, 1992; 1997).

La localización de estas especies singulares en el ámbito de estudio se ha obtenido de las Bases de Datos de la Biodiversidad de la Comunidad de Madrid (Martín *et al.*, 2006) que han proporcionado datos de presencia de los taxones en cuadrículas UTM de 10x10 km.

Para generar la cartografía de estos indicadores se ha optado por utilizar los centroides de las cuadrículas de 10x10 km., para obtener a partir de ellos, y mediante un proceso de interpolación, un mapa raster continuo con una gradación de la valoración. La interpolación se ha realizado con el módulo de análisis espacial de ArcGIS, optando por el método de Interpolación Inversa a la Distancia (IDW), que estima los valores del mapa mediante la media de los valores de los centroides más próximos, estando estos valores matizados por la mayor o menor distancia a la que se encuentra el punto en cuestión. Serán los centroides más próximos los que pesarán o influirán más en el cálculo de la media.

Para generar el mapa de valoración de la flora singular ([Figura 5](#)) se han utilizado los siguientes pesos en los cinco indicadores seleccionados:

▪ Flora amenazada a nivel nacional	0,45
▪ Flora amenazada a nivel regional.....	0,19
▪ Flora protegida a nivel europeo.....	0,17
▪ Flora protegida a nivel regional	0,10
▪ Flora endémica.....	0,09

Los pesos de órdenes utilizados en la metodología MPO son los siguientes: [1er orden: 0.45; 2º orden: 0.25; 3e orden: 0.15; 4º orden: 0.10; 5º orden: 0.05]

4.2.3. Valoración Final

Para generar el mapa de valoración final ([Figura 6](#)) se han utilizado los siguientes pesos en los dos indicadores sintéticos de valoración generados con anterioridad:

▪ Vegetación.....	0.57
▪ Flora Singular.....	0.43

Los pesos de órdenes utilizados en la metodología MPO son los siguientes: [1er orden: 0.70; 2º orden: 0.30]

En esta integración final multicriterio, se ha decidido no normalizar de nuevo los resultados de los modelos de valoración previos, ya que la diferencia de valores resultantes entre los dos mapas, indican que no se encuentra ningún lugar con valoración máxima de flora (el valor máximo

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

obtenido ha sido 8), mientras que sí se encuentran espacios de máximo valor en vegetación (valor máximo de 10). En el caso de haber normalizado de nuevo las dos variables a valores entre 0 y 10, este dato se habría obviado, con la consecuente pérdida de información en el modelo y en la valoración final.

4.3. Resultados

A raíz de la valoración de la vegetación destaca, en el ámbito de la Sierra, una zona amplia de piedemonte serrano entre los municipios de San Lorenzo del Escorial, Guadarrama, Los Molinos y Collado Mediano, caracterizada fundamentalmente por la presencia de fresnedas. Aparecen en esta zona serrana otros enclaves de valoración alta, más puntuales y dispersos. Además de fresnedas, existen pequeñas áreas de coscojares y quejigares, que dotan también de un alto valor a zonas de los términos municipales de Navarredonda y San Mamés, Lozoyuela, El Berrueco y Cabanillas de la Sierra.

En el ámbito de la cuenca sedimentaria aparecen áreas de valoración alta al sureste de la región. Se encuentran en zonas de cortados, cuestras, cantiles y otras zonas de relieve quebrado en las proximidades de la vega del río Tajuña y del Torote. Ha sido esta irregularidad del terreno la que ha permitido la conservación de coscojares, quejigares y matorrales gipsícolas en una comarca en la que los cultivos son el uso del suelo dominante.

Respecto a la flora, se puede indicar que aquellas zonas más próximas a la Sierra de Guadarrama, generalmente en el piedemonte, son las que presentan valores más altos. La cuenca sedimentaria presenta, en líneas generales, valores bajos.

En general, se puede apreciar que la mayor parte de las zonas actualmente no protegidas en la región de Madrid, no presentan amplias extensiones de vegetación y flora de gran valor. La expansión de los cultivos y el intenso proceso urbanizador de una región claramente urbana como es Madrid, ha condicionado la existencia de espacios de alto valor en el ámbito de estudio.

Respecto al mapa final que integra la flora y la vegetación, se puede destacar que las zonas más valoradas se encuentran en el ámbito de la Sierra de Guadarrama, en donde coinciden altos valores tanto de vegetación como de flora. Con valores medios o medio-altos aparecen las superficies de coscojares, quejigares y matorrales gipsícolas del sureste de la región, que tenían cierta relevancia en cuanto a la vegetación, pero que no tienen valores altos de flora, lo que hace disminuir su valor final.

Analizando las superficies del ámbito de estudio por intervalos de valor final ([Figura 7](#)), sólo hay aproximadamente un 1% con valores mayores o iguales a 5. Si se considera que con valores de 3, ya se puede hablar de espacios de cierta singularidad de vegetación y flora, tendríamos aproximadamente un 5,5% del ámbito de estudio en ese rango de valoración.

Esta escasa presencia de enclaves valiosos en cuanto a vegetación y flora se debe al alto grado de humanización de este espacio, en el que las superficies de cultivo suponen cerca de un 30% del ámbito de estudio. Si se elimina del cálculo esta superficie cultivada se obtendría que un

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

13% del territorio tendría una vegetación con una cierta singularidad (valores de 3 o por encima). El valor aún subiría aproximadamente un 5% más, si excluyésemos del cálculo, además de los cultivos, los pastizales, que en su mayoría han ido reemplazando formaciones vegetales naturales en favor de espacios aptos para la ganadería.

5. Conclusiones

La valoración de los recursos naturales es lógicamente subjetiva, pero es posible disminuir o al menos conocer el grado de coherencia de esta subjetividad mediante el uso de herramientas y metodologías como las aplicadas y propuestas en este trabajo. El uso de metodologías multicriterio de tipo no compensatorio es de utilidad para la valoración de los recursos naturales en general y de la vegetación y de la flora en particular. Esto se debe a la capacidad que tiene esta metodología de detectar singularidades, algo que no consiguen detectar y valorar las metodologías de tipo compensatorio.

La correcta normalización de los indicadores de valoración, así como la utilización de métodos sencillos y efectivos en la consulta a expertos, son cuestiones fundamentales para la obtención de buenos resultados finales. Se ha comprobado en este trabajo un alto grado de eficiencia del método de consulta a expertos denominado de comparación por pares, al reducir la dificultad en el procesos de asignación de pesos por parte de los expertos, así como por la precisión de los resultados.

La valoración está condicionada por la información disponible sobre la distribución corológica de los taxones singulares y la calidad del mapa de vegetación. Disponer de datos lo más completos y precisos posibles, es asegurarse en gran medida la obtención de un buen resultado en el trabajo.

Las zonas más valoradas se encuentran en el piedemonte serrano y están caracterizadas por fresnedas con valores altos de flora. Las zonas con valores medios se sitúan en el sureste de la región y están constituidas, fundamentalmente, por coscojares, quejigares y matorrales gipsícolas, con altos valores de vegetación y bajos valores de flora. Debido al alto grado de humanización del ámbito de estudio, en el que las superficies de cultivo suponen cerca de un 30% de la superficie total, sólo un 5,5% presenta valores altos de vegetación y flora.

6. Agradecimientos

Queremos agradecer la colaboración en el proceso de ponderación de los factores de los modelos de EMC a: Miguel Ángel Casado, Oscar Schwendtner, Rubén Milla, Helios Sainz Ollero, Marta Fernández, Paloma de las Heras, François Tapia, David Galicia, Luis Balaguer y Alfonso Garmendia.

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

7. Referencias Bibliográficas

- Barredo, J.I. (1996): *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación multicriterio en la Ordenación del Territorio*. Madrid. Ed. Ra-ma
- Blanco, E. (coord.). (1999): "Revisión del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora Silvestre de la Comunidad de Madrid" En: *Plan Forestal de la Comunidad de Madrid (2000-2019)*. Comunidad de Madrid, pp. 751-779.
- BOCM. (1992): "Decreto 19/92, de 26 de marzo, por el que se aprueba el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y se crea la categoría de árboles singulares". *BOCM*, 85:5-11.
- BOCM. (1995): "Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid". *BOCM*, 127: 2-23.
- BOE. (1989): "Ley 4/89, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres". *BOE*, 74: 8262-8269.
- Comunidad de Madrid. (1997): *Mapa de vegetación y usos del suelo de la Comunidad de Madrid*. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional, Comunidad de Madrid.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (1997): *Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. 3ª Edición. Madrid. Ed. Mundi-Prensa.
- DOCE. (1992): "Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres". *DOCE*, L206: 7-50.
- DOCE. (1997): "Directiva 97/62/CE del Consejo, de 27 de octubre, por la que se adapta al progreso científico y técnico la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de fauna y flora silvestres". *DOCE*, L 305:42-65.
- Eastman, J. (1999): *Guide to GIS and Image processing*. Idrisi 32. Clarck Labs. Worcester, MA.
- Gil, T.; Vía, M. & Muñoz, C. (2003): "Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la valoración de la vegetación y flora", *VII Congreso de la Asociación Española de Ecología Terrestre*. Universidad de Barcelona.
- Malczewski, J. (1999): *GIS and multicriteria decision analysis*. New York. John Wiley and Sons. Inc
- Martín Castro, B., Gil Gil, T., Jiménez Escobar, M. D., Jiménez Bailón, L. & Casado M. A. (2006): *Bases de Datos de la Biodiversidad de la Comunidad de Madrid*, UCM- CIAM. Archivo Digital Inédito.
- Moreno Saiz, J.C. y Sainz Ollero, H. (1992): *Atlas corológico de las monocotiledóneas endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares*, ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 354 pp.
- Saaty, T.L., (1977): "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures", *J. Math. Psychology*, 15: 234-281.
- Sainz Ollero, H. y Hernández-Bermejo, J.E. (1981): *Síntesis corológica de las dicotiledóneas endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Ministerio de Agricultura y Pesca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, 111 pp.
- VV.AA. (2000): "Lista Roja de Flora Vascular Española", *Conservación Vegetal*, 6 (extra): 11-18.

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

TABLAS

Tabla 1. Análisis comparativo de Metodologías de E.M.C.

Alternativas	Factores				EMC	
	A	B	C	D	MPO	SLP
Celda 1	5	5	6	7	6,70	5,75
Celda 2	3	3	3	3	3,00	3,00
Celda 3	6	1	0	5	5,70	3,00
<i>Pesos iguales para los criterios</i>						
<i>Pesos de órdenes utilizados: Orden 1 =0,7; Orden 2 =0,3; Orden 3 =0,0; Orden 4 = 0,0</i>						

Fte: Elaboración propia

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

FIGURAS

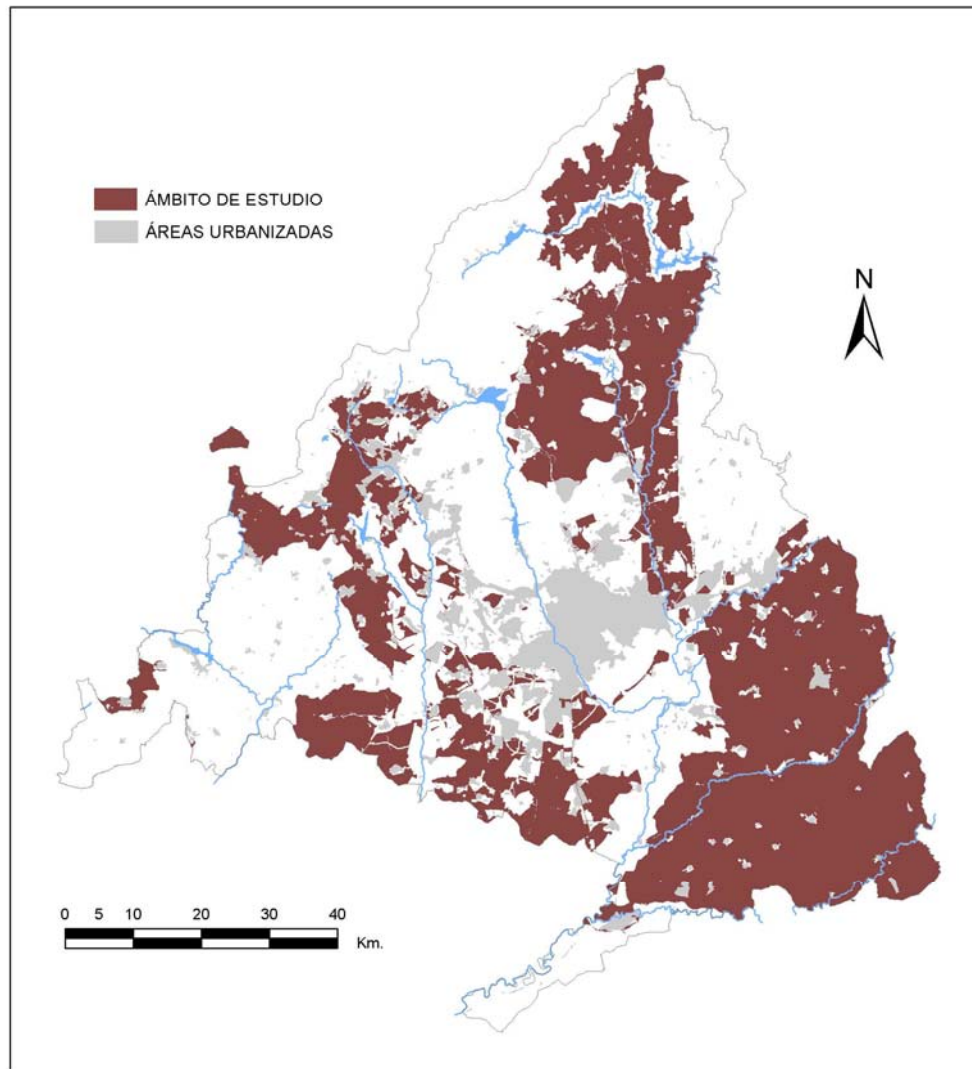


Figura 1. Ámbito de estudio

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, nº 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

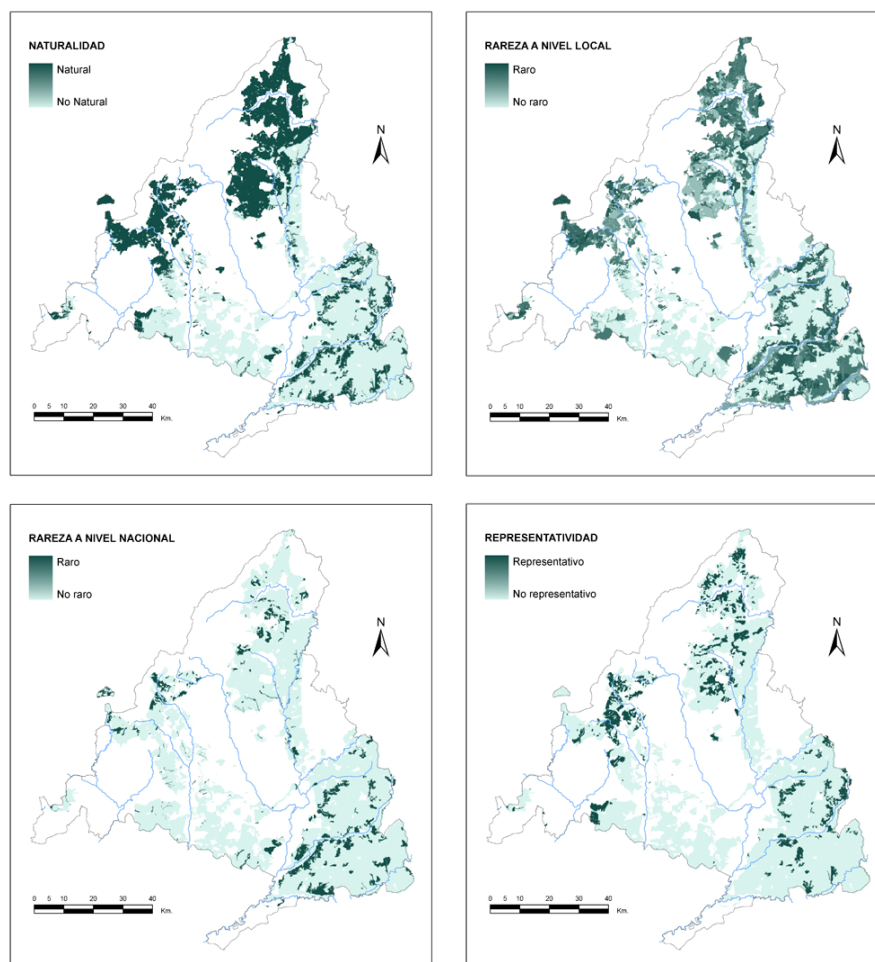


Figura 2. Indicadores de valoración para la vegetación

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

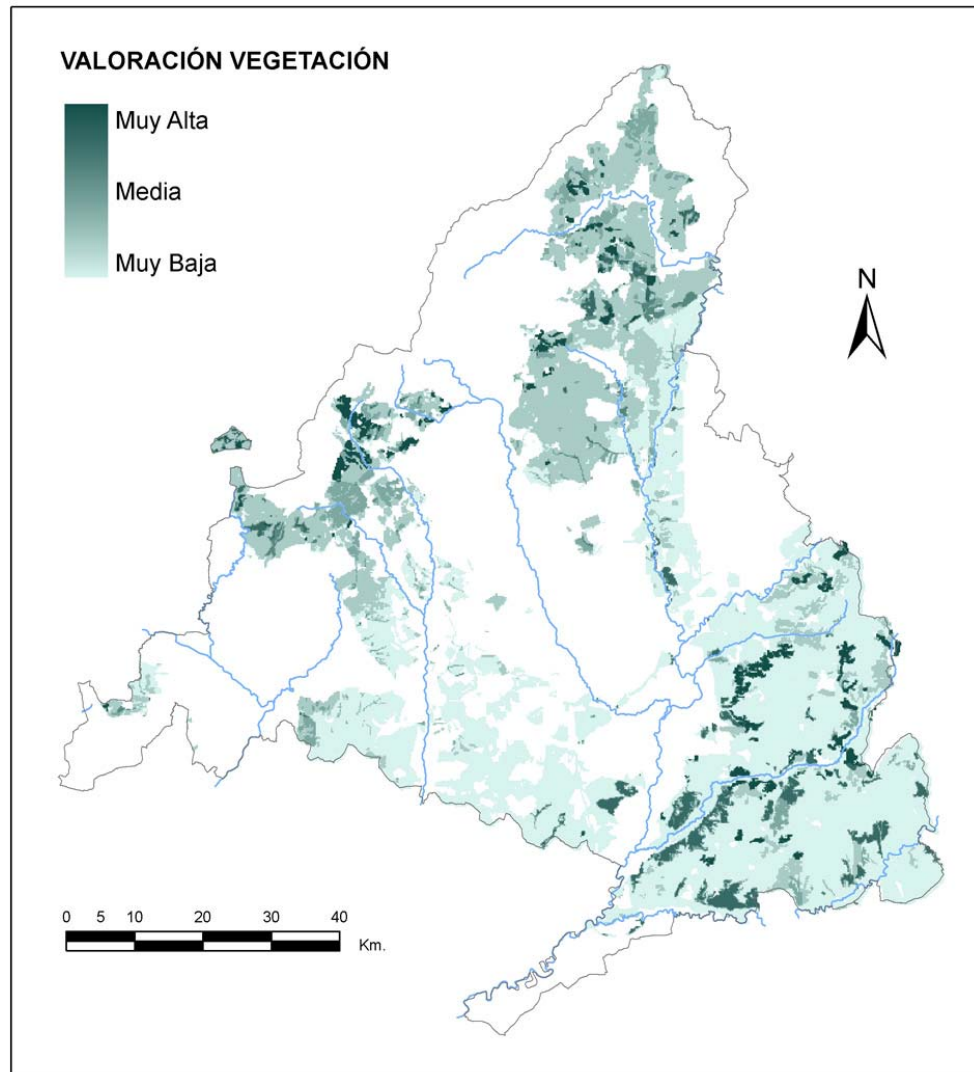


Figura 3. Mapa de valoración de la vegetación

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

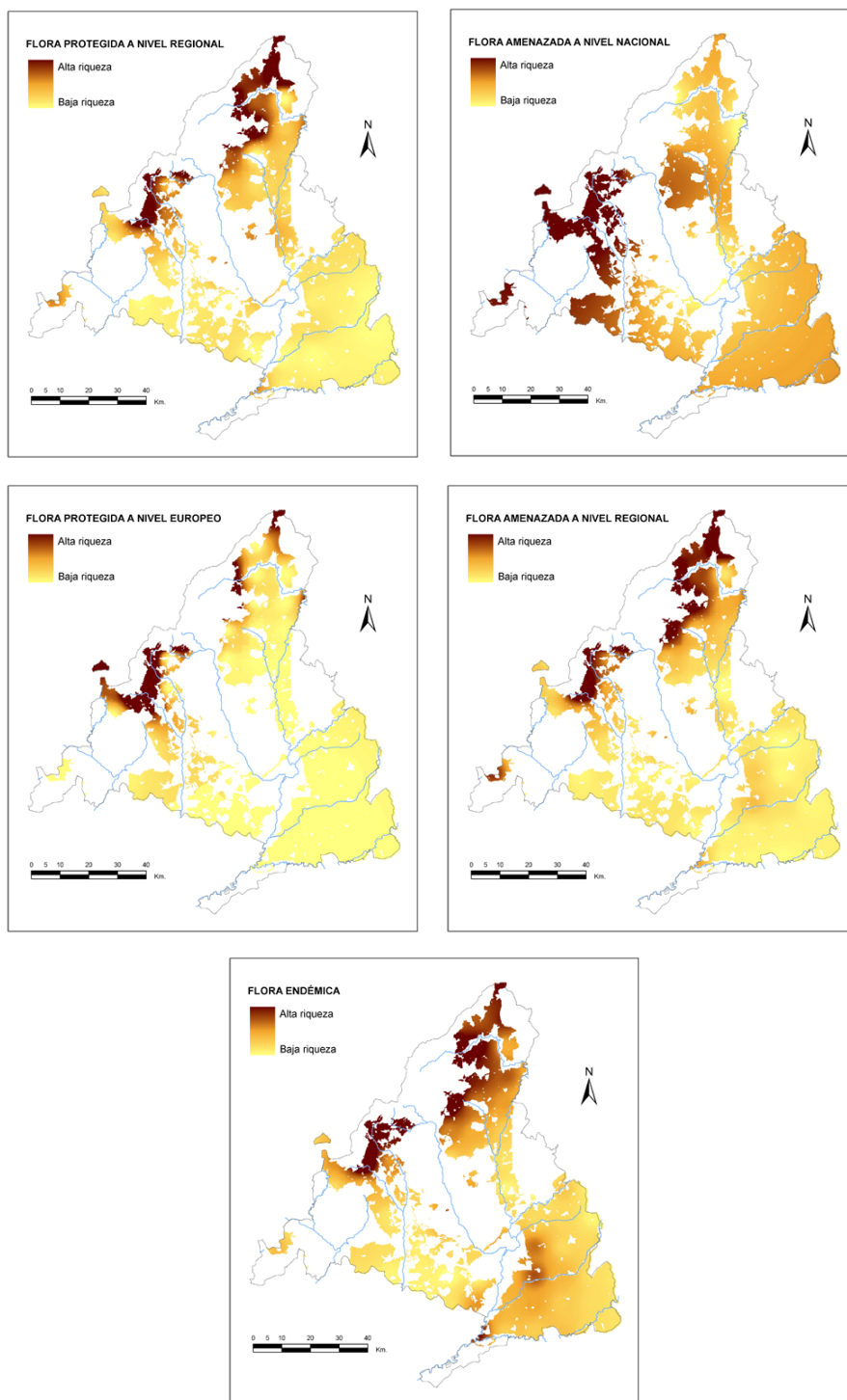


Figura 4. Indicadores de valoración para la flora

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

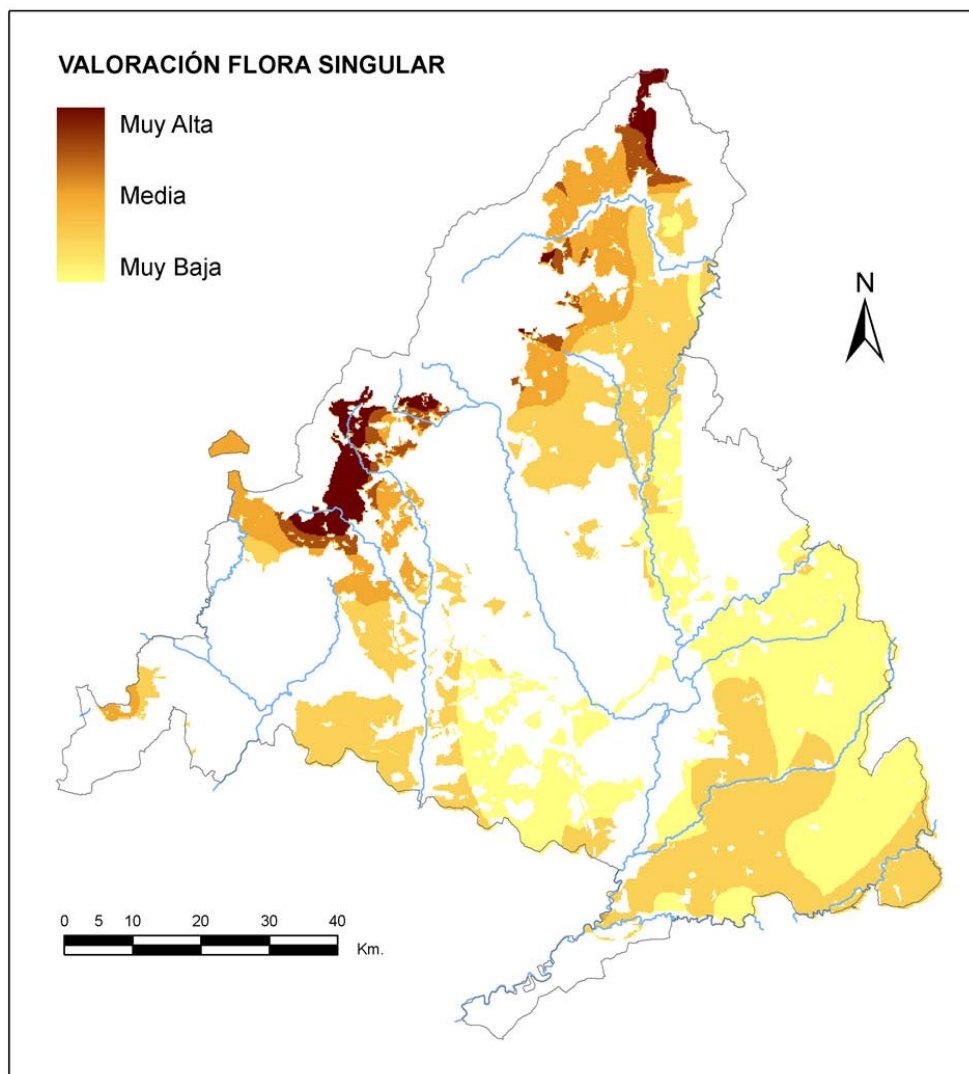


Figura 5. Mapa de valoración de la flora singular

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

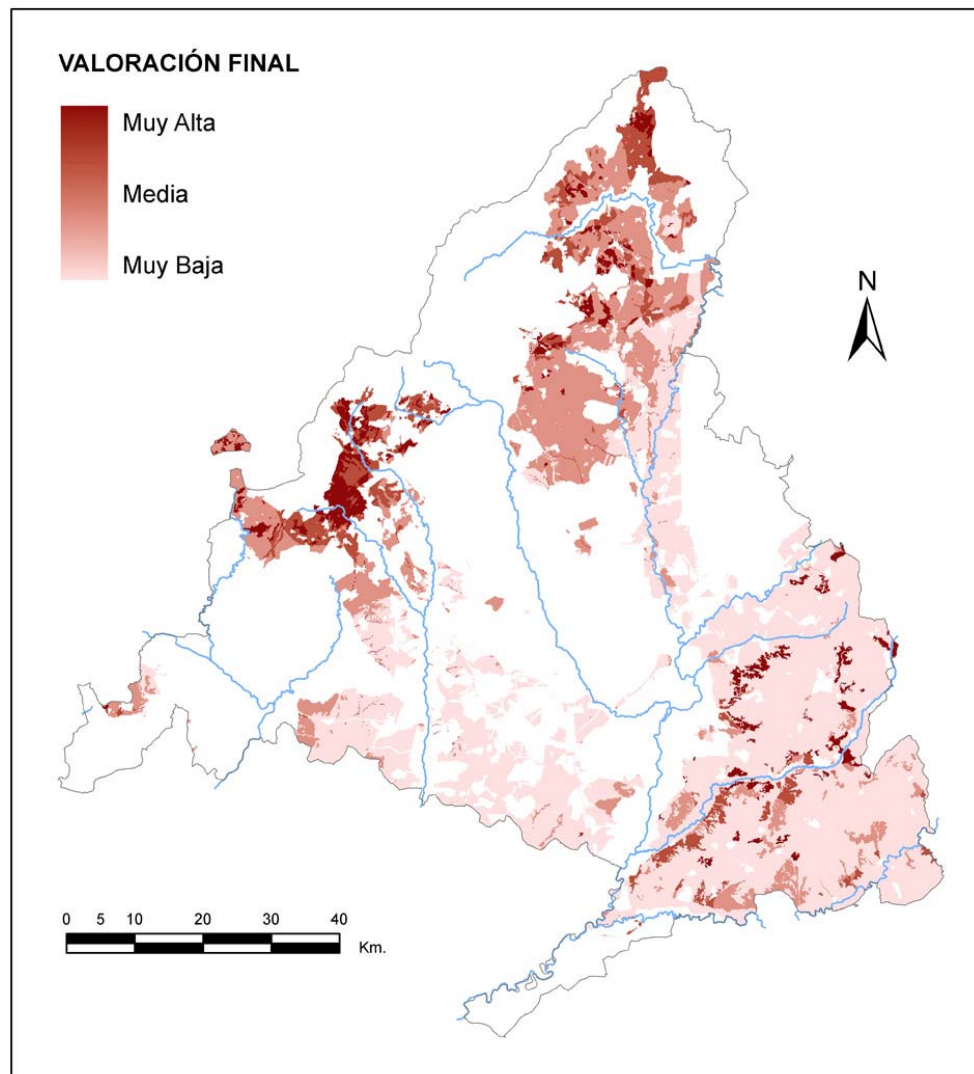


Figura 6. Mapa de valoración final

Vía García, M., Muñoz Municio, M^a C. y Martín Castro, B. (2007): "Propuesta metodológica para la detección de áreas singulares de vegetación y flora en las áreas no protegidas de la Comunidad de Madrid", *GeoFocus (Artículos)*, n^o 7, p. 37-55. ISSN: 1578-5157

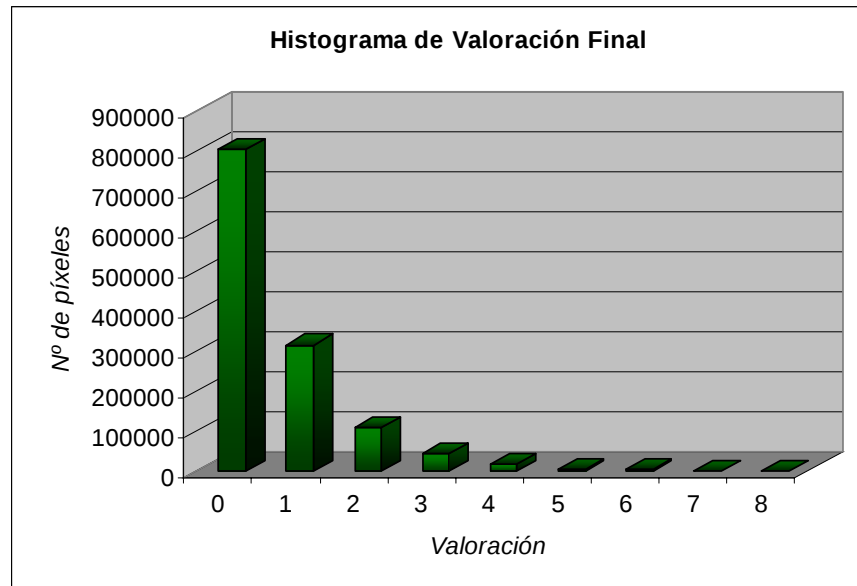


Figura 7. Histograma de frecuencias por valores del mapa final de valoración