

ZUBÍA

REVISTA DE CIENCIAS



32

ier

Instituto de Estudios Riejanos

ZUBÍA
REVISTA DE CIENCIAS.
Nº 32 (2014). Logroño (España).
P. 1-159, ISSN: 0213-4306

DIRECTORA

Purificación Ruiz Flaño

CONSEJO DE REDACCIÓN

Luis Español González

Rubén Esteban Pérez

Rafael Francia Verde

Juana Hernández Hernández

Luis Miguel Medrano Moreno

Patricia Pérez-Matute

Enrique Requeta Loza

Rafael Tomás Las Heras

CONSEJO CIENTÍFICO

José Antonio Arizaleta Urarte

(Instituto de Estudios Riojanos)

José Arnáez Vadillo

(Universidad de La Rioja)

Susana Caro Calatayud

(Instituto de Estudios Riojanos)

Eduardo Fernández Garbayo

(Universidad de La Rioja)

Rosario García Gómez

(Universidad de La Rioja)

José M^a García Ruiz

(Instituto Pirenaico de Ecología)

Javier Guallar Otazua

(Universidad de La Rioja)

Teodoro Lasanta Martínez

(Instituto Pirenaico de Ecología)

Joaquín Lasierra Cirujeda

(Hospital San Pedro, Logroño)

Luis Lopo Carramiñana

(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)

Fernando Martínez de Toda

(Universidad de La Rioja)

Alfredo Martínez Ramírez

(Centro de Investigación Biomédica de La Rioja -CIBIR-)

Juan Pablo Martínez Rica

(Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC)

José Luis Nieto Amado

(Universidad de Zaragoza)

José Luis Peña Monné

(Universidad de Zaragoza)

Félix Pérez-Lorente

(Universidad de La Rioja)

Diego Troya Corcuera

(Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, Estados Unidos)

Eduardo Viladés Juan

(Hospital San Pedro, Logroño)

Carlos Zaldívar Ezquerro

(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Instituto de Estudios Riojanos

C/ Portales, 2

26071 Logroño

publicaciones.ier@larioja.org

Suscripción anual España (1 número y monográfico): 15 €

Suscripción anual extranjero (1 número y monográfico): 20 €

Número suelto: 9 €

Número monográfico: 9 €

INSTITUTO DE ESTUDIOS RIOJANOS

ZUBÍA

REVISTA DE CIENCIAS

Núm. 32

ier

Gobierno de La Rioja
Instituto de Estudios Riojanos
LOGROÑO
2014

Zubía –N. 3 (1985)– . –Logroño : Instituto de Estudios Riojanos, 1985-v.; il.; 24 cm. Anual
D.L. Lo 56-1986
Es suplemento de esta publicación : Zubía. Monográfico, ISSN 0213-4306
Es continuación de : Berceo. Ciencias
ISSN 0213-4306 = Zubía
5/6

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse ni transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de los titulares del copyright.

- © Logroño 2014
Instituto de Estudios Riojanos
C/ Portales, 2
26001-Logroño, La Rioja (España)
- © Diseño de cubierta e interior: ICE Comunicación
- © Cubierta: Prado aprovechado por vacas y ladera cubierta de matorrales en Vadillos.
Foto: David Lasanta Santolaya.
Contracubierta: Ladera de campos abandonados y desbrozados de matorral en Jalón de Cameros. Foto: David Lasanta Santolaya.

Producción gráfica: kbcreativos.com

ISSN 0213-4306
Depósito Legal LO-56-1986

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

RUBÉN ESTEBAN PÉREZ

- Actuaciones para la eliminación del tapiz algal presente en los espeleotemas en la rehabilitación de las grutas visitables de La Paz y de La Viña en Ortigosa de Cameros – La Rioja
Removing the algal mats from the speleothems for the restoration of La Paz and La Viña touristic caves (Ortigosa de Cameros – La Rioja)..... 7-32
-

NIEVES HERNÁNDEZ-MEDRANO, CARLOS PASCUAL ARRIBAS, FÉLIX PÉREZ-LORENTE, RAÚL SESMA

- Ícnitas terópodos, ornitópodos y de pterosaurio en la formación Aguilar del Río Alhama. Grupo de Oncala, cuenca de Cameros
Theropod, ornithopod and pterosaur ichnites from the Aguilar del Rio Alhama Formation. Oncala Group, Cameros Basin 33-71
-

YERAY MONASTERIO LEÓN, JUAN CARLOS VICENTE ARRANZ, ÓSCAR MORENO IRIONDO, RUTH ESCOBÉS JIMÉNEZ, BEATRIZ PARRA ARJONA, VLAD DINCĂ, ROGER VILA

- Tres nuevas especies de mariposas diurnas (Lepidoptera, Papilionoidea) para la comunidad autónoma de La Rioja y confirmación de la presencia de *Heteropterus morpheus* (Hesperiidae)
Three new butterfly species (Lepidoptera, Papilionoidea) for La Rioja region (Northern Spain) and confirmation of the presence of Heteropterus morpheus (Hesperiidae) 73-84
-

CARMEN RODRÍGUEZ-DELGADO, LARA GARCÍA-ÁLVAREZ, PATRICIA PÉREZ-MATUTE

- Adicción a las drogas: estado de la cuestión y papel de las enfermeras en nuestra comunidad
Drug addiction: state of art and the role of nurses in our community 85-102
-

RAFAEL FRANCIA VERDE

- Detección del cambio climático en España. Una investigación con alumnos de bachillerato en La Rioja
The detection of climatic change in Spain. An investigation with secondary school students..... 103-132
-

TEODORO LASANTA, M^a PAZ ERREA ABAD, ESTELA NADAL-ROMERO

- La estructura del paisaje del Valle del Leza (Sistema Ibérico) en función de la escala de análisis: una aproximación al papel que representa la extensión del territorio analizado
Landscape structure in the Leza Valley (Iberian System) according to scale analysis: an approach to study the role that represents the extension of the analysed landscape..... 133-153
-

LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE DEL VALLE DEL LEZA (SISTEMA IBÉRICO) EN FUNCIÓN DE LA ESCALA DE ANÁLISIS: UNA APROXIMACIÓN AL PAPEL QUE REPRESENTA LA EXTENSIÓN DEL TERRITORIO ANALIZADO*

TEODORO LASANTA¹
M. PAZ ERREA ABAD¹
ESTELA NADAL-ROMERO²

RESUMEN

En los últimos años, el análisis científico del paisaje ha adquirido una vertiente claramente aplicada, al considerar que el paisaje tiene un alto interés ecológico (grado de biodiversidad), económico (fuente de empleo) y social (mantenimiento de la población en áreas marginales). Además, recientemente, el paisaje forma parte esencial de las políticas territoriales de la Unión Europea, por lo que resulta de gran interés aportar información sobre su estructura y heterogeneidad. En este trabajo se estudia la estructura y heterogeneidad del paisaje en el Valle del Leza (Sistema Ibérico) a tres escalas espaciales: valle, mancomunidad de tres municipios y los municipios por separado. A partir de la cartografía de ocupación del suelo (SIOSE, 2006) se calculan índices de ecología del paisaje, utilizando el programa VLate (ArcGis, 10.0), para conocer la fragmentación, la heterogeneidad, los bordes y las formas del paisaje. Los resultados ponen de relieve que la extensión es un factor que influye más en la composición y en la diversidad del paisaje que en la fragmentación y en las formas de las manchas.

Palabras clave: *Índices de paisaje, fragmentación del paisaje, campos abandonados, sucesión vegetal, montaña mediterránea, España*

In the last decades, scientific analysis of the landscape has been used in applied studies, because it has been considered that the landscape has a high ecological value (biodiversity degree), economic (source of employment) and social (maintaining population in marginal areas). Moreover, recently, the landscape is an essential part of the territorial policies of the European Union; in that way, it is of great interest to provide information on the structure and landscape heterogeneity. We study the landscape structure in the

* Recibido el día 18 de octubre de 2014 . Aprobado el día 14 de noviembre de 2014.

1. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). fm@ipe.csic.es y paz@ipe.csic.es

2. Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics. University of Amsterdam.

M.E.NadalRomero@uva.nl

Leza Valley (Iberian System) at three spatial scales: valley, commonwealth of three municipalities and municipalities separately. From the land cover mapping (SIOSE, 2006), landscape ecology indices are calculated, using the VLate program (ArcGIS, 10.0), to evaluate the fragmentation, heterogeneity, edges and landscape forms. The results remark that the extension is a more influential factor in the composition and diversity than in fragmentation and forms.

Key-words: Landscape indices, landscape fragmentation, land abandonment, vegetal succession, Mediterranean Mountain, Spain

1. INTRODUCCIÓN

Los paisajes son el resultado de numerosos procesos que interactúan a escalas espacial y temporal; ofrecen un análisis integrado de los componentes naturales, los usos del suelo y la gestión humana pasada y actual de un territorio (Thomas *et al.*, 2008). El término “paisaje” se acuñó en Europa a finales del siglo XV por los primeros pintores paisajistas holandeses (*Landschip*), traducándose en Alemania por *Landschaft*, en Inglaterra por *Landscape* y en Francia por *Paysage*, con el significado de obra que representa una escena del entorno natural. En las lenguas romances, el término paisaje procede del latín “pagus” (campiña rural). A partir de entonces sus significados se han multiplicado según el interés de los nuevos usuarios (Tesser Obregón, 2000; Puigdefábregas y Pérez García, 2004). En la literatura científica el paisaje forma parte fundamental de la Geografía desde hace dos siglos y de la Ecología desde los años sesenta del siglo pasado (Forman, 1995; Farina, 2006).

En este largo recorrido su estudio ha evolucionado, pasando de la simple descripción a la comprensión y la explicación, tanto de los procesos dinámicos existentes como de las estructuras resultantes, concluyendo en la formulación de modelos más o menos formales (Gerasimov, 1983). En los últimos años, el análisis científico del paisaje ha adquirido una vertiente claramente aplicada, al considerar que tiene un alto interés ecológico (grado de biodiversidad), económico (fuente de empleo) y social (mantenimiento de la población en áreas marginales). Por otro lado, el Convenio Europeo del Paisaje, impulsado por el Consejo de Europa y aprobado en Florencia el 20 de octubre de 2000, ha contribuido a introducir el paisaje en las políticas territoriales de todos los Estados miembros de la Unión Europea, que lo ratificaron poco después. La ratificación comporta un salto cualitativo muy importante en el tratamiento del paisaje por la administración, especialmente en los aspectos territoriales y urbanísticos, y también en el debate social y cultural.

Conviene recordar que el Convenio Europeo del Paisaje señala: “que el paisaje desempeña un papel importante de interés general en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social, y que constituye un recurso favorable para la actividad económica y que su protección, gestión y ordenación pueden contribuir a la creación de empleo”. Por ello, dispone que los

paisajes deben: 1) *protegerse*, es decir deben realizarse acciones para conservar y mantener los aspectos significativos o característicos de un paisaje, justificados por su valor patrimonial derivado de su configuración natural y/o la acción del hombre, 2) *gestionarse*, lo que lleva a impulsar el desarrollo sostenible y a garantizar el mantenimiento regular de un paisaje, con el fin de guiar y armonizar las transformaciones inducidas por los procesos sociales, económicos y medioambientales, y 3) *ordenarse*, lo que se entiende como llevar a cabo acciones que presenten un carácter prospectivo particularmente acentuado con vistas a mejorar, restaurar o crear paisajes.

Lo cierto es que nunca como ahora se había hablado tanto de paisaje, ya sea en ámbitos especializados o en los medios de comunicación, a lo que contribuye el crecimiento urbano desmesurado en un corto periodo de tiempo, la progresiva concienciación por el medio ambiente y la conservación, el riesgo de pérdida de paisajes culturales, una mayor sensibilización estética por parte de determinados grupos y colectivos capaces de crear opinión en los medios de comunicación, o el papel del territorio y el paisaje en la formación y consolidación de identidades territoriales (Nogué y de San Eugenio Vela, 2011).

La gente se siente, por lo general, parte de un paisaje, con el que establece múltiples y profundas complicidades. A pesar de la globalización, se sigue actuando, en buena medida, como una cultura con fundamentos próximos al territorio, en la que el paisaje ejerce un rol social y cultural destacado, lo que se explica porque cada enclave del territorio ha sido modelado, percibido e interiorizado a lo largo de décadas o de siglos por las sociedades que viven en su entorno. Nuestros paisajes tienen, pues, mucho de construcción social y cultural de un territorio anclado en un substrato material, físico (Nogué y de San Eugenio Vela, 2011). La gran mayoría de definiciones y acepciones del término paisaje incluye el elemento perceptivo, la dimensión cultural, y así lo hace también el Convenio Europeo del Paisaje, que define al mismo como “un área, tal y como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la interacción de factores naturales y humanos”.

El paisaje tiene, pues, mucho de percepción personal (Lowenthal, 1961), pero también tiene un valor intrínseco (vinculado a su capacidad de producción) y externo: su aportación medioambiental. No todos los paisajes tienen el mismo valor, sino que su calidad es diferente en función de sus cualidades estéticas (“expresión espacial y visual del medio” o “características perceptuales del medio”), de su nivel de organización (“mosaico de comunidades que cubre una unidad del terreno”) y de su aportación a la sociedad, lo que nos introduce en los conceptos de heterogeneidad y funcionalidad paisajística (González-Bernáldez, 1981; Forman y Godron, 1981; Romme y Knight, 1982). Tales conceptos cobran especial relevancia desde el momento en que se aprueban políticas sobre el paisaje, lo que exige tener información cuantitativa de las características y del valor de dicho paisaje.

Para medir la calidad de un paisaje se utilizan, desde la década de los ochenta del siglo pasado, métodos cuantitativos que se agrupan en los

denominados “índices de paisaje” o “métricas espaciales”. Estos aportan datos numéricos sobre la estructura de un paisaje, la proporción de cada cubierta del suelo, la superficie y forma de los elementos del paisaje. Además, permiten comparar entre paisajes o la evolución temporal de los parámetros del paisaje en el mismo territorio (Burel y Baudry, 2002; Vila Subirós *et al.*, 2006). La aplicación de índices del paisaje se ha testado en numerosos estudios y en muy diversas regiones, abarcando superficies de pocos Km² a miles de Km². Cuando se trata de áreas pequeñas la base cartográfica suele ser la fotografía aérea, mientras que para grandes superficies se utilizan imágenes de satélite, sabiendo que la resolución espacial (la escala utilizada) es muy importante a la hora de interpretar los resultados (Herzog y Lausch, 2001).

Los resultados de la cuantificación del paisaje dependen mucho de la escala de análisis. Ella condiciona el tipo y número de clases que se incluyen en la leyenda utilizada para calcular los índices de paisaje (Turner *et al.*, 2001); de ahí, que algunos autores aconsejen análisis multiescalares (Burnett y Blaschke, 2003; Wu, 2004). Ahora bien, la escala de trabajo depende de dos variables: 1) el espacio representado, es decir: la *extensión*, y 2) la *resolución*: nivel de detalle o grano de información.

Hasta ahora la mayoría de los estudios interesados en el tema se han encaminado a estudiar el papel de la resolución, comprobando que un paisaje analizado a escala de detalle o grano fino presenta un grado mayor de fragmentación y heterogeneidad que cuando se estudia a una escala de menor resolución (Burel y Baudry, 2002). En este sentido, Liu *et al.*, (2011), por ejemplo, muestran que el análisis del mismo espacio a distintas escalas (1:50.000, 1:100.000, 1:250.000 y 1:500.000) modifica la proporción que ocupan los usos y cubiertas del suelo. Señalan también que el número de clases que se pueden identificar es muy superior cuando la cartografía se realiza a escalas grandes. Sin embargo, apenas existen trabajos que tengan en cuenta la extensión del área analizada (Browning *et al.*, 2011). En este trabajo se aporta información de la estructura y heterogeneidad del paisaje en el Valle del Leza (Cameros Viejo, Sistema Ibérico, La Rioja) a varias escalas espaciales: valle, mancomunidad de tres municipios (Jalón, Muro y San Román) localizados en el sector central del Valle, y los tres municipios por separado.

2. ÁREA DE ESTUDIO

Se eligió el Valle del Leza (Sector Noroccidental del Sistema Ibérico) como área de estudio. Ocupa una extensión de 274,2 Km² e incluye 12 municipios (Figura 1), que reunían un censo de 678 habitantes en 2012. El Valle del Leza es representativo de la media montaña mediterránea, con altitudes comprendidas entre 600 y 1800 m s.n.m, respecto a los cambios de ocupación del suelo y dinámica de su paisaje: abandono de tierras, relajación en la presión ganadera sobre las laderas y revegetación de éstas (Lasanta, 2014).

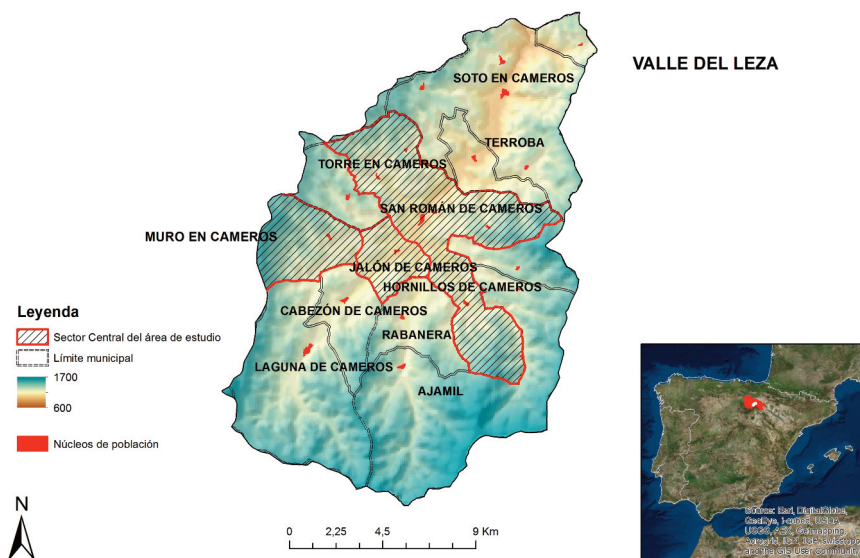


Figura 1. Área de estudio con delimitación del sector central

La litología dominante incluye cuarcitas, areniscas y calizas del Mesozoico. El relieve se caracteriza por cimas alomadas y vertientes suaves, que sólo en las proximidades de los cauces incrementan su pendiente. Cuadrat y Vicente-Serrano (2008) clasifican el clima del Valle del Leza como Mediterráneo de montaña. Las precipitaciones anuales oscilan entre 600 y 1000 mm en función de la altitud y la exposición, registrándose más del 60% de la lluvia en primavera y otoño; el verano es una estación seca. La temperatura media es de 11°C a 600 m. de altitud y de 6°C a 1800 m. de altitud.

En las cimas dominan los bosques de *Fagus sylvatica* y *Quercus pyrenaica*, mientras que a altitudes más bajas aparece *Quercus rotundifolia* sp. *Valota*. Algunas laderas están cubiertas por pinos, como consecuencia de la reforestación entre los años sesenta y ochenta del siglo XX (Ortigosa, 1991). Los matorrales de *Genista scorpius*, *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis* y *Buxus sempervirens* dominan en suelos calizos, mientras que en los silíceos *Cistus laurifolius* es la especie más representativa (Arnáez *et al.*, 2009) (Foto 1).

Desde el siglo XII se deforestaron tierras para favorecer las áreas de pastoreo con las que alimentar a los rebaños trashumantes en verano (Gil-García *et al.*, 1996). En los siglos XVIII y XIX se roturaron muchas laderas para el cultivo de cereales con el fin de alimentar a la población local y sustituir a la economía ganadera y textil, ya en crisis tras el inicio de la decadencia de la trashumancia (Lasanta y Errea, 2001). Desde mediados del siglo XX la mayor parte de la población emigra, se abandona el espacio agrícola y los censos de ovino se terminan de hundir mientras que los de vacuno se incrementan en



Foto 1. Perspectiva general del área de estudio donde se puede observar las cimas alomadas, las laderas de pendiente suave, la presencia de campos abandonados y laderas cubiertas de matorrales. Al fondo se observan campos desbrozados. Foto: David Lasanta Santolaya

las últimas décadas (Foto 2). La importante superficie de campos abandonados y un sistema de pastoreo con escasa vigilancia por parte de los pastores y basado en el ganado vacuno ha favorecido un extenso proceso de sucesión vegetal que ha llevado a que los matorrales de sucesión constituyan la matriz del paisaje (Errea *et al.*, 2009). Con el fin de regenerar pastos y disminuir el riesgo de incendio el gobierno regional desbroza matorrales en antiguos campos abandonados, preferentemente, lo que constituye una destacada impronta en el paisaje (Lasanta *et al.*, 2013).

Estudiamos, pues, un espacio de media montaña mediterránea utilizado de forma intensiva hasta mediados del siglo XX y marginado desde entonces; un territorio donde los procesos de sucesión vegetal, tan solo interrumpidos por el desbroce mecánico de matorrales, y las repoblaciones dominan superficialmente (Lasanta, 2014).

3. MÉTODOS

Para conocer las clases de cubiertas y usos del suelo se utilizó como fuente de información el SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España), disponible en www.larioja.org. El SIOSE constituye la cartografía

que integra la información sobre cubiertas y usos del suelo de la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas. Se elaboró con el fin de tener un documento cartográfico que sirva como herramienta básica para la planificación y gestión de recursos medioambientales. Para elaborar los mapas ofrecidos por el SIOSE se utilizaron imágenes de referencia SPOT5, resultantes de la fusión de imágenes pancromáticas y multiespectrales de 2,5 m de resolución espacial del año 2005, conjuntamente con dos cubiertas (primavera y otoño) de imágenes Landsat5TM del año 2005 y ortofotos PNOA de los años 2004 y 2006 de alta resolución (tamaño de píxel \leq a 1 m), como complemento. La información resultante se presenta a escala 1:25000, siendo 2006 el año de referencia.

La entidad de trabajo del SIOSE es el polígono, que es la unidad espacial del terreno que presenta una ocupación del suelo con cubierta homogénea. Dentro de cada polígono se definen dos categorías: uso y cubierta. La última se refiere al tipo de superficie del terreno o a los elementos que aparecen sobre dicha superficie; puede ser obtenida por sus propiedades biofísicas. El uso es un concepto relativo a las actividades socioeconómicas que se realizan sobre dicho terreno. El modelo de datos SIOSE permite asignar uno o más usos y una cubierta a un polígono único. Los polígonos tienen una cubierta simple cuando ésta es única, y una cubierta compuesta cuando está formada por dos o más cubiertas simples y/o compuestas a su vez. En función del tipo de combinación, la cubierta compuesta puede dar lugar a una asociación o a un mosaico. La asociación es la combinación de cubiertas sin distribución fija; se encuentran entremezcladas. El mosaico es una combinación de distintas cubiertas con una organización interna, de forma que se puede delimitar cada una de ellas. En el Valle del Leza se diferencian 276 clases, la mayoría de ellas asociaciones y mosaicos.

Con el fin de facilitar el análisis y la interpretación de los resultados se optó por simplificar la leyenda, de forma que las 276 clases iniciales las agrupamos en 26 (ver Tabla 1). Se consideró como cubierta única cuando dicha cubierta ocupa una superficie \geq al 80% de su polígono. El resto de las combinaciones se denominaron en función de las cubiertas o usos que las componían, siendo la primera cubierta la que ocupa al menos el 50% del polígono, salvo en dos clases de la leyenda: i) Coníferas con matorral y frondosas y ii) Pastizal con matorral y frondosas; en ambas ninguna de las tres cubiertas alcanza el 50% del polígono.

Para analizar la estructura del paisaje se utilizaron métricas espaciales o índices de ecología del paisaje (Forman y Godron, 1986; Weng, 2007). En concreto, se emplearon aquellos índices que miden el grado de fragmentación, la heterogeneidad y las formas y bordes de los fragmentos. Tales índices parecen los más adecuados en ambientes mediterráneos, como el del área de estudio, donde su dilatada ocupación humana y su fuerte heterogeneidad climática, intra e inter anual, han dado lugar a paisajes complejos y heterogéneos (Farina, 2000).

Para conocer la organización espacial de los usos y cubiertas del suelo, así como la fragmentación, se aporta información sobre el número de fragmentos o manchas, la superficie que ocupan y el tamaño medio de dichas manchas; también se da información sobre los bordes de las manchas (longitud de bordes y tamaño medio). Para el cálculo de la heterogeneidad se utilizaron los índices de diversidad, equitatividad y dominancia de Shannon y Weaver (1962).

Para el estudio de las formas se analiza la dimensión fractal (F), lo que permite conocer la complejidad del paisaje en relación con la forma del perímetro del conjunto de sus manchas (Mandelbrot, 1983; Kienast, 1993). Para llevar a cabo este análisis se ha utilizado el método perímetro-área, según el cual la dimensión fractal se calcula mediante la regresión de $\ln(A)$ frente a $\ln(P/4)$, para cada uno de los tipos de paisaje incluidos en la unidad de análisis. La dimensión fractal se relaciona con la pendiente de la ecuación de ajuste de la regresión (m), según Lovejoy (1982), $F = 2 + m$. Los resultados dan valores entre 1 (polígono totalmente regular) y 2 (polígono completamente irregular). Se calcula también el índice medio de formas (IMF), que aporta información sobre la forma de la mancha, dando valores entre 1 (mancha totalmente circular) y 3 (mancha en forma de línea recta).

La forma de los fragmentos o manchas está condicionada por la actividad humana y las condiciones naturales: pendiente, geoforma, litología, forma de la ladera,.. El dominio de las condiciones naturales favorece las formas curvilíneas e irregulares, mientras que en las áreas muy intervenidas por las actividades humanas hay mayor presencia de formas rectilíneas. Por lo general, si el hombre interviene de manera moderada existe una amplia gama de formas en el paisaje. Por el contrario, una actividad intensa genera una simplificación en la variedad de formas. Las manchas con formas compactas facilitan la conservación de los valores naturales; las formas irregulares facilitan los intercambios con el entorno y las formas en red o laberínticas proporcionan una fácil conducción o transporte (Vila Subirós *et al.*, 2006).

Para el cálculo de los índices de paisaje se empleó el programa V-LATE (*Vector-Based Landscape Analysis Tools*; extensión de ArcGis 10.0). Una síntesis de la formulación aplicada para el cálculo de los distintos parámetros y para la interpretación de los valores obtenidos puede consultarse, por ejemplo, en Vila Subirós *et al.*, 2006 y Errea *et al.* (2007).

Los índices de paisaje se obtuvieron para el valle del Leza, la mancomunidad formada por los municipios de Jalón de Cameros, Muro en Cameros y San Román de Cameros, localizada en el sector central del área de estudio (Figura 1), y para cada uno de los tres municipios por separado. En definitiva, se analizaron cinco unidades muy diferentes en extensión.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 2 y 3 muestran la distribución de cubiertas y usos del suelo en el Valle del Leza y en el conjunto de los tres municipios estudiados. La primera impresión que obtenemos pone de relieve que se trata de un espacio con elevada diversidad en la ocupación del suelo, con la presencia de muy distintas formaciones agrupadas en coberturas únicas (matorral, pastizal, prados, área agrícola, cascos urbanos y cursos de agua), entremezcladas y en mosaico. Llama la atención que no haya ninguna clase de bosque mono-específico, sino que las manchas boscosas se clasifican en asociaciones o mosaicos. Este hecho, al igual que la complejidad de la leyenda, son consecuencia del intenso proceso de sucesión vegetal al que se asiste en el Valle del Leza, tras el abandono progresivo del espacio agrícola durante el siglo pasado (Ruiz-Flaño *et al.*, 2009), y de los cambios en la gestión ganadera del territorio (Lasanta, 2009). Lo cierto es que la fertilidad del suelo, la localización topográfica de cada enclave, la edad de abandono y la gestión en la fase de cultivo y tras su cese condicionan la sucesión secundaria, dando lugar a un paisaje con cubiertas vegetales en distintos estadios del proceso (Sobrón y Ortiz, 1989; Arnáez *et al.*, 2009). De ahí, que Lasanta *et al.* (2011) identifiquen 231 combinaciones de cubiertas y usos del suelo en el espacio agrícola abandonado de Cameros Viejo, de las que 13 presentaban una cobertura o uso único, 135 eran asociaciones, 58 mosaicos y 26 clases forman parte ahora de los cascos urbanos.

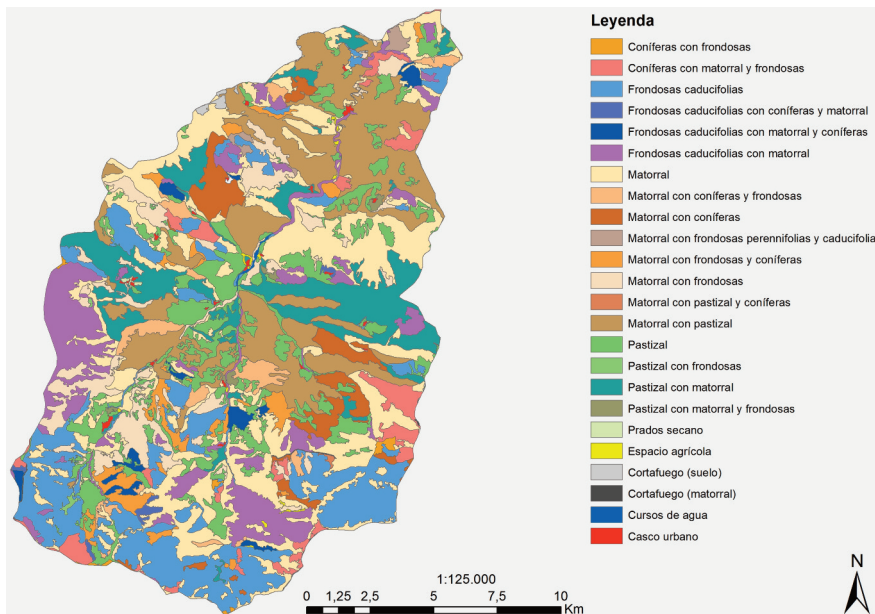


Figura 2. Ocupación del suelo según el SIOSE (2006)

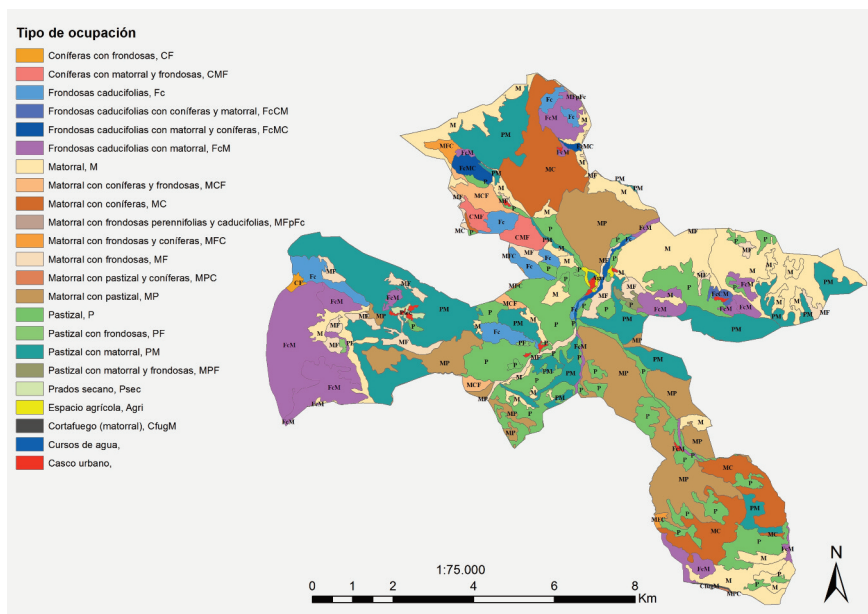


Figura 3. Ocupación del suelo en el Sector Central del área de estudio según el SIOSE (2006)

La tabla 1 incluye la superficie que ocupan las clases cartografiadas en las cinco unidades de análisis. También muestra que el área de estudio presenta en la actualidad un paisaje forestal, donde dominan matorrales y bosques, con menos presencia de pastizales y prados, y casi nula de los cultivos; tan solo algunos pequeños huertos en las proximidades de los pueblos (Lasanta *et al.*, 2011). No obstante, esta observación general encuentra diferencias entre áreas. Así, en el conjunto del Leza dominan los matorrales, bien como cobertura única (20,2%) o formando parte de otras mixtas como cobertura dominante (31,35%). Los matorrales son también la matriz del paisaje en el municipio de San Román: cobertura única del 13,2% y en combinación del 45,42%. Sin embargo, su presencia es muy inferior en el resto de las unidades, especialmente en Muro (5,35% y 14,95%, respectivamente) y Jalón (1,37% y 20,05%). En estos municipios muchos campos cubiertos por matorrales se han desbrozado (Foto 3) en el marco de la política regional encaminada a regenerar pastos para favorecer a la ganadería extensiva y controlar los incendios (Lasanta *et al.*, 2013). Por último, cabe señalar que las formaciones arbóreas van progresivamente ocupando más espacio, bien por regeneración natural o por reforestación. En el Leza, los bosques dominan en el 27,5% del territorio, en el Sector Central (mancomunidad de los tres municipios estudiados) ocupan el 18,3%, en San Román el 12,3%, en Muro el 40,8% y en Jalón el 9,5%. La mayor altitud del término de Muro justifica que los bosques se hayan extendido más, ya que algunas cumbres quedaron excluidas de la deforestación, siendo en las últimas décadas núcleos desde los que se propagan los árboles (Arnáez *et al.*, 2009).

LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE DEL VALLE DEL LEZA (SISTEMA IBÉRICO)
EN FUNCIÓN DE LA ESCALA DE ANÁLISIS: UNA APROXIMACIÓN AL PAPEL QUE REPRESENTA
LA EXTENSIÓN DEL TERRITORIO ANALIZADO

Clase	Leza		Sector Central		San Román		Muro		Jalón	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Coníferas con frondosas	59,75	0,22	10,74	0,15			10,74	0,67		
Coníferas con matorral y frondosas	847,9	3,1	85,69	1,19	85,69	1,81				
Frondosas caducifolias	3871,02	14,11	5,76	0,08	5,76	0,12				
Frondosas con canchales			0,38	0,01						
Frondosas con coníferas	5,16	0,02	4,07	0,06			4,07	0,25		
Frondosas con coníferas y matorral	82,16	0,30	22,66	0,32	22,66	0,48				
Frondosas con matorral	2337,52	8,52	1144,74	15,93	425,67	9	639,4	39,9	79,67	9,46
Frondosas con matorral y coníferas	339,77	1,24	41,01	0,57	41,01	0,86				
Matorral	5540,09	20,21	726,23	10,11	628,96	13,27	85,76	5,35	11,51	1,37
Matorral con coníferas	1005,05	3,67	634,37	8,83	634,37	13,38				
Matorral con coníferas y frondosas	598,34	2,18	266,72	3,71	206,52	4,36	0,28	0,02	59,52	7,12
Matorral con frondosas caducifolias	1685,18	6,15	306,46	4,27	204,4	4,31	96,07	6	6	0,71
Matorral con frondosas perennifolias y caducifolias	102,82	0,37	4,09	0,06	4,09	0,09				
Matorral con frondosas y coníferas	709,18	2,59	26,48	0,37	25,07	0,53			1,4	0,17
Matorral con pastizal	4483,70	16,4	1321,94	18,34	1077,5	22,7	143,04	8,93	101,45	12,1
Matorral con pastizal y coníferas	11,80	0,04	1,54	0,02	1,54	0,03				
Pastizal	2905,2	10,6	341,17	4,75	151,23	3,19	5,76	0,36	184,17	21,9
Pastizal con frondosas	27,55	0,10	7,89	0,11			4,47	0,28	3,42	0,41
Pastizal con matorral	2517,31	9,18	2143,94	29,84	1162,9	24,5	590,4	36,9	390,67	46,4
Pastizal con matorral y frondosas	69,59	0,25	15,79	0,22	15,79	0,33				
Prados de secano	20,10	0,07	12,39	0,17			12,39	0,77		
Área agrícola	38,35	0,14	12,11	0,17	12,11	0,26				
Cortafuego (suelo desnudo)	50,42	0,18	2,31	0,03			2,31	0,14		
Cortafuego (matorral)	21,54	0,08	3,69	0,05	3,69	0,08				
Casco urbano	69,62	0,25	24,11	0,34	13,63	0,35	6,8	0,42	3,67	0,44
Cursos de agua	19,50	0,07	18,93	0,26	18,93	0,40				
TOTAL	27418,6		7184,83		4741,4		1601,5		841,88	

Tabla 1. Usos y cubiertas del suelo en las unidades de trabajo a partir del SIOSE (2006)

La tabla 2 ayuda a destacar algunos resultados de la tabla 1. La superficie de las unidades analizadas oscila entre 8,42 Km² del municipio de Jalón y 274,2 Km² del Valle del Leza, lo que permite trabajar con superficies de varios tamaños. La altitud presenta una diferencia máxima de cotas de 1.115 m en el valle del Leza, mientras que la mínima es de 287 metros en Jalón. Por otro lado, hay claros contrastes entre las unidades en función de la altitud; así en Muro casi todo su territorio supera los 1000 metros, mientras que San Román y Jalón cuentan con un fondo de valle y laderas bajas. Lógicamente, el número de clases es superior en las unidades de mayor superficie; por ello, el valle del Leza y el Sector Central cuentan con 26 clases; en San Román disminuyen a 20, en Muro a 13 y en Jalón a 10. La cubierta que ocupa mayor superficie es el pastizal con matorral en Jalón (46,40%), Sector Central (29,84%) y San Román (24,5%), mientras que son las frondosas con matorral en Muro (39,93%) y el matorral en el Valle del Leza (20,2%). La última columna hace referencia a la superficie que ocupan las cinco clases más extensas. Se observa, por un lado, que la proporción es mayor en las unidades más pequeñas (entorno al 97% en Muro y Jalón); siendo la más baja en el Valle del Leza (70,45%) al poseer una leyenda más amplia en relación

con unos condicionantes físicos más heterogéneos. Por otro lado, esta columna pone claramente de relieve que, aunque las combinaciones de cubiertas y usos dan lugar a una leyenda muy compleja, son muy pocas las clases que se reparten la mayor parte del territorio.

Unidad	Superficie		Altitud		Nº Clases	Ocupación (*)	Ocupación (**)
	(Km ²)	(%)	Máxima	Mínima			
Leza	274,2	100	1750	635	26	Matorral (20,2%)	70,45 %
S. Central	71,84	26,2	1453	795	26	Pastizal con matorral (29,84%)	83,05 %
San Román	47,41	17,3	1363	795	20	Pastizal con matorral (24,5%)	82,87 %
Muro	16,01	5,8	1453	980	13	Frondosas con matorral (39,93%)	97,08 %
Jalón	8,42	3,1	1132	845	10	Pastizal con matorral (46,40%)	96,91 %

(*) Extensión que ocupan la clase de mayor superficie (**) Extensión que ocupan las 5 clases de mayor superficie

Tabla 2. Algunas características de las unidades de estudio

La tabla 3 sintetiza los resultados de aplicar métricas del paisaje. El número de fragmentos o manchas guarda relación con la superficie de la unidad, habiendo más en las unidades más extensas y menos en las más pequeñas. No obstante, se observa que ello no se cumple en Muro y Jalón, como consecuencia de la mayor extensión de las masas forestales en el primero de los municipios, lo que reduce la fragmentación. El tamaño de los fragmentos no guarda una relación muy estrecha con la extensión de la unidad analizada, ya que la mayor diferencia se establece entre las dos unidades de menor tamaño, mientras que en las otras tres el tamaño medio de los fragmentos no es muy distinto. Este hecho parece sugerir que importa más el tipo de ocupación del suelo que la extensión del territorio analizado. En este sentido, son muchos los autores que señalan que la fragmentación es menor cuanto más natural sea el paisaje, mientras que su gestión lleva a compartimentar el territorio a semejanza de un mosaico, más o menos complejo en función de su historia y grado de ocupación (ver p.e. Sitzia *et al.*, 2010). Esta observación parece confirmarse aquí, ya que la unidad con más bosques presenta fragmentos de mayor tamaño, mientras que la que tiene – en proporción- más pastos (generados mayoritariamente por desbroce de matorrales) cuenta con las manchas más pequeñas.

Los valores sobre los bordes inciden en las diferencias señaladas sobre la fragmentación, habiendo más densidad y longitud media en Jalón, como reflejo del menor tamaño de sus manchas. Las formas de los fragmentos indican que estamos, en todos los casos, ante paisajes bastante humanizados. El IMF da valores entre 2,07 en San Román y 2,25 en el Valle del Leza, es decir valores que se acercan más a la línea recta, propia de territorios muy intervenidos, que al círculo, representativo de paisajes naturales. La Dimensión Fractal confirma lo anterior, ya que los valores están más cerca del 1 (polígono regular y, por lo tanto, reflejo de un paisaje muy intervenido) que del 2 (polígono totalmente irregular).

	Variables	Valle del Leza	Sector Central	San Román	Muro	Jalón
Área	Superficie total (Km)	274,18	71,85	47,41	16,01	8,42
	Nº de clases	26	26	20	13	10
	Nº de fragmentos	599	170	121	26	36
	Tamaño medio de los fragmentos (ha)	45,8	42,3	39,2	61,6	23,4
Bordes	Densidad (m/ha)	101,9	96,8	98	77	143,2
	Longitud (Km)	279,5	69,5	46,4	12,2	12,6
	Longitud media (Km)	4,7	4,1	3,8	4,7	3,3
Formas	Índice Medio de Formas	2,25	2,13	2,07	2,21	2,13
	Ratio perímetro/área	0,23	0,03	0,03	0,04	0,03
	Dimensión fractal	1,354	1,343	1,343	1,358	1,350
Heterogeneidad (Shannon y Weaver)	Diversidad	2,326	2,043	2,079	1,433	1,506
	Equitatividad	0,723	0,635	0,694	0,559	0,654
	Dominancia	0,893	1,176	0,917	1,132	0,797

Tabla 3. Estructura del paisaje en las unidades de estudio

La diversidad, en función del índice de Shannon y Weaver (1962), es menor en las unidades más pequeñas; la más elevada se alcanza en el Valle del Leza (2,326) y la más baja en Muro (1,433), donde ya hemos señalado que tenemos un paisaje más natural, que es ligeramente inferior a la de Jalón (1,506). Ello parece lógico ya que, al tratarse de unidades incluidas en otras superiores, las unidades más pequeñas tienen menos clases que las de mayor extensión. No obstante, se observa que la diversidad del paisaje de San Román (2,079) da un valor algo superior a la del Sector Central (2,043), a pesar de ser un territorio menos extenso. La distribución de las clases de ocupación por el territorio (equitatividad) es bastante equilibrada (valores más próximos a 1 que a 0), siendo en Muro donde el equilibrio es algo menor. El índice de dominancia matiza los resultados obtenidos sobre diversidad, ya que Jalón (0,797) registra el valor más bajo, lo que resulta difícil de interpretar, dado que su índice de diversidad no es elevado; quizás, el hecho de que una sola clase (pastizal con matorral) ocupe el 46,40% de la extensión de su municipio ha podido ayudar a incrementar el valor de la dominancia. El resto de los valores de dominancia parecen corresponderse mejor con los de diversidad.

Un hecho que merece la pena discutir es que aparentemente no hay grandes diferencias en los valores resultantes de los índices de heterogeneidad del paisaje. El uso de tales índices es muy habitual en los estudios sobre la estructura y heterogeneidad del paisaje de un territorio determinado (Kienast, 1993; Pan *et al.*, 1999; Herzog y Lausch, 2001). No pocos de esos estudios se han llevado a cabo en la montaña mediterránea, por constituir un buen laboratorio natural para analizar los cambios de paisaje y valorar la aplicación de diferentes metodologías (Gómez Moreno, 1989; Vicente-Serrano *et*



Foto 2. Vacuno aprovechando un prado en el fondo de valle del río Vadillos (San Román de Cameros). Las laderas próximas presentan una escasa cubierta vegetal, como consecuencia de un suelo poco potente y poco fértil, debido al fuerte desnivel de la ladera y a su exposición solana, por lo que está sometida a un elevado estrés hídrico. Foto: David Lasanta Santolaya

al., 2006; Pueyo y Beguería, 2007; Serra *et al.*, 2008; Cohen *et al.*, 2011). Hay que tener en cuenta que la montaña mediterránea ha registrado profundos cambios de usos y cubiertas del suelo desde mediados del siglo XX: abandono de tierras, disminución de la presión ganadera, revegetación natural por sucesión vegetal e inducida (repoblaciones), lo que ha conducido a cambios de paisaje muy evidentes para cualquier observador (Antrop, 1993; Poyatos *et al.*, 2003; Chauchard *et al.*, 2007; Vila Subirós *et al.*, 2009; Heredia *et al.*, 2013).

Sin embargo, de los estudios realizados, a partir de métricas espaciales, se concluye que los cambios en la estructura del paisaje son relativamente modestos tras el abandono agrícola, especialmente si el proceso de sucesión vegetal se encuentra en una fase avanzada; los cambios son algo mayores cuando la colonización vegetal se encuentra en fases de transición entre matorral y bosque aclarado, como ocurre en el Valle del Leza. Tales resultados contrastan claramente con los cambios que se observan al analizar una secuencia cartográfica de usos y cubiertas del suelo (ver para Cameros Viejo, Arnaéz *et al.*, 2009). Esta diferencia entre la cartografía y los valores resultantes de los índices de paisaje se ha interpretado acudiendo a distintas causas. Así, se señala que en áreas donde el aporte de energía humana se reduce, como ocurre con el abandono agrícola, el paisaje pasa a ser controlado pronto por los patrones topográficos e



Foto 3. Ladera de antiguos campos de cultivo y desbrozada de matorrales en Jalón de Cameros, con el fin de incrementar la oferta de pastos y controlar el riesgo de incendios. Foto: David Lasanta Santolaya

hidrológicos, mientras que los cambios de ocupación del suelo pierden protagonismo. Margalef (1984) y Bolós (1992) argumentan que la formación de nuevos paisajes está condicionada por la entrada de energía de origen endo o exógeno, necesaria para modificar los usos y cubiertas del suelo. Por otro lado, el dinamismo del paisaje, o la velocidad de los procesos que se suceden en dicho paisaje, se relaciona con la cantidad de energía invertida por unidad de tiempo, y con la escala humana de percepción del cambio. Con el cese de los cultivos se priva al paisaje de una parte muy importante de su energía creadora y de mantenimiento; el abandono implica la disminución en la inversión de energía, (salvo que se realicen intervenciones en el territorio, de manera local o amplia, como repoblaciones forestales, construcción de embalses,...), lo que lleva a una evolución lenta del paisaje, especialmente en ambientes con cierto déficit hídrico como ocurre en la montaña mediterránea. Desde una perspectiva más global, ello podría sugerir cierta incapacidad o limitación de los humanos para modificar profundamente el paisaje de áreas de montaña, habiendo tenido que adaptarse a las formas de relieve y a la variabilidad climática impuesta por la topografía (Mandelbrot, 1977; Iverson, 1988; Krummel *et al.*, 1987, O'Neill *et al.*, 1988).

Hay autores que ponen el acento en la limitación de los índices de paisaje, tanto de los basados en la teoría de la información como en la dimensión

fractal, para analizar la realidad del paisaje -en un momento dado- y la de los cambios que experimenta. Aducen que tales índices muestran cierta "insensibilidad" respecto a la ocupación del suelo y su dinámica. Ello lo justifican por la importancia del relieve y la topografía, así como por cierta inercia o marcada tendencia a la conservación de los caracteres heredados de la fase previa de gestión, en el patrón espacial del paisaje resultante o actual, lo que ocurre incluso aunque su funcionamiento a una escala jerárquica inferior (ecosistema) y su dinámica hayan variado considerablemente (Simpson *et al.*, 1994; Turner y Ruscher, 1988). Otros autores opinan lo contrario, señalando la validez de las métricas espaciales para valorar la estructura y heterogeneidad del paisaje y de los cambios que este experimenta (Kienast, 1993).

5. CONCLUSIONES

El valle del Leza, al igual que la mayor parte de las áreas de montaña españolas, es un espacio en transformación, debido a la sustitución de su sistema de gestión tradicional -en el que se utilizaba todos los recursos del territorio- por otro, en el que se aprovechan pequeños enclaves, mientras que se han marginado o abandonado grandes extensiones de tierras, sometidas exclusivamente a la dinámica natural. Como consecuencia de ello se asiste a un proceso muy intenso de sucesión secundaria que genera cubiertas del suelo muy complejas, combinadas en asociaciones y mosaicos. El SIOSE identifica 276 clases en el área de estudio, que en este trabajo hemos agrupado en 26 para facilitar la interpretación del paisaje. En este trabajo se ha podido comprobar que:

- El número de clases disminuye de forma paralela a la extensión del territorio analizado. En el Valle del Leza (274,2 Km²) y en el Sector Central (71,78 km²) se identificaron 26 clases, mientras que en el municipio de San Román (47,41 Km²) sólo 20 clases, en Muro (16,01 Km²) 13 clases, y en Jalón (8,42 Km²) 10 clases.
- La complejidad de la cubierta es elevada. Sin embargo, muy pocas clases cubren la mayor parte del territorio, observándose una mayor dominancia a medida que disminuye la extensión del área analizada.
- La extensión del territorio estudiado también condiciona la matriz del paisaje, siendo de matorral en el Valle del Leza, de bosque con matorral en Muro, y de pastizal con matorral en las tres unidades restantes.
- El proceso de sucesión vegetal y la intervención de la Administración para regenerar pastos mediante el desbroce de matorrales condicionan el tipo de ocupación del suelo y el paisaje, especialmente en las unidades más pequeñas.
- El grado de fragmentación es elevado en las cinco unidades, como corresponde a un paisaje muy intervenido. Los resultados obtenidos sugieren que el tamaño de los fragmentos depende más del tipo de ocupación del suelo que de la extensión analizada.

- La forma de los fragmentos, que se aproxima a líneas rectas y polígonos bastante regulares, indica que los paisajes estudiados tienen, todavía en la actualidad y pese a la marginación productiva, más componentes humanos que naturales.

- La extensión parece condicionar los índices de heterogeneidad. La diversidad es más alta en los espacios de mayor superficie.

Conviene aclarar, por último, que este trabajo sólo constituye una aproximación inicial al problema de la escala en el análisis del paisaje. Los resultados obtenidos, no obstante, permiten sugerir que los índices de paisaje o métricas espaciales pueden ser de gran interés y utilidad para aproximarnos a la complejidad del paisaje, especialmente en ambientes muy humanizados como los de la cuenca mediterránea. A pesar de que los resultados son prometedores es necesario insistir en que la realidad es más enmarañada que lo que unos índices cuantitativos son capaces de reflejar, lo que se observa perfectamente al observar los mapas de ocupación del suelo (Figuras 2 y 3), por lo que la cuantificación debe complementarse con otros análisis como la cartografía de ocupación del suelo y la observación directa del paisaje.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con el apoyo de los proyectos de investigación: INDICA (CGL2011-27753-CO2-01) e HIDROCAES (CGL2011-27574-CO2-01 y 02), financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Antrop, M. (1993): The transformation of the Mediterranean landscapes: an experience of 25 years of observations. *Landscape and Urban Planning*, 24: 3-13.
- Arnáez, J., Ortigosa, L.M., Oserín, M. y Lasanta, T. (2009): Evolución de la cubierta vegetal en Cameros entre 1956 y 2001. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (Lasanta, T. y Arnáez, J., Eds). Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos: 127-144 pp., Logroño.
- Bolós, M. (1992): *Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, Métodos y Aplicaciones*. Masson, Barcelona.
- Browning, D.M^a, Laliberte, A.S. y Rango, A. (2011): Temporal dynamics of shrub proliferation: Linking patches to landscapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 25 (6): 913-930.
- Burel, F. y Baudry, J. (2002): *Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa: 353 pp., Madrid.
- Burnett, C. y Blaschke, T. (2003): A multi-scale segmentation object relationship modeling methodology for landscape analysis. *Ecological Modelling*, 168: 233-249.

- Chauchard, S., Carcaillet, C. y Guibal, F. (2007): Patterns of land-use abandonment control tree-recruitment and forest dynamics in Mediterranean mountains. *Ecosystems*, 10: 936-948.
- Cohen, M., Varga, D., Vila, J. y Barrassaud, E. (2011): A multi-scale and multi-disciplinary approach to monitor landscape dynamics: a case study in the Catalan Pre-Pyrenees (Spain). *The Geographical Journal*, 177 (1): 79-91.
- Cuadrat, J.M. y Vicente-Serrano, S.M. (2008): Características espaciales del clima en La Rioja modelizadas a partir de Sistemas de Información Geográfica y técnicas de regresión espacial. *Zubía. Monográfico*, 20: 119-142.
- Errea, M.P., Arnáez, J., Ortigosa, L., Oserín, M., Ruiz-Flaño, P. y Lasanta, T. (2007): Marginación y paisaje en una montaña submediterránea (1956-2001): El ejemplo de Camero Viejo (Sistema Ibérico, La Rioja). *Nimbus*, 19-20: 53-71.
- Errea, M.P., Lasanta, T., Arnáez, J., Ortigosa, L., Ruiz-Flaño, P. y Oserín, M. (2009): Cambios en el paisaje de Cameros durante la segunda mitad del siglo XX. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (Lasanta, T. y Arnáez, J., Eds). Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos, 127-144 pp. Logroño.
- Farina, A. (2000): The cultural landscape as a model for the integration of ecology and economics. *Bioscience*, 50: 313-320.
- Farina, A. (2006): *Principles and methods in Landscape Ecology: Towards a Science of the Landscape*, 2ª Edition. Springer, London.
- Forman, T.T.T. (1995): *Land Mosaic: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, New York.
- Forman, R.T.T. y Godron, M. (1981): Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 31: 733-740.
- Forman, R.T.T. y Godron, M. (1986): *Landscape Ecology*, John Wiley and Sons, New York.
- Gerasimov, I.P. (1983): *Geography and Ecology*. Progress Publishers, Moscow.
- Gil-García, M.J., Tomás Lasheras, R., Núñez Olivera, E. y Martínez Abaigar, J. (1996): Acción humana sobre el medio natural en la Sierra de Cameros a partir del análisis polínico. *Zubía. Monográfico*, 8: 29-41.
- Gómez-Moreno, M.L. (1989): *La montaña malagueña: estudio ambiental y evolución de su paisaje*. Servicio de Publicaciones de la Diputación Provincial de Málaga: 412 pp., Málaga.
- González-Bernáldez, F. (1981): *Ecología y paisaje*. H. Blume Ediciones, 250 pp., Madrid.
- Heredia, A., Frutos, L.M. y González-Hidalgo, J.C. (2013): Diferencias en la evolución del paisaje entre dos municipios prepirenaicos (Alquézar y valle de Lierp) durante la segunda mitad del siglo XX. *Pirineos*, 168: 77-101.

- Herzog, F. y Lausch, A. (2001): Supplementing land-use statistics with landscape metrics: some methodological considerations. *Environmental Monitoring and Assessment*, 72: 37-50.
- Iverson, L.R. (1988): Land use changes in Illinois (USA): the influence of landscape attributes on current and historic land use. *Landscape Ecology*, 2: 45-61.
- Kienast, F. (1993): Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System – a methodological outline. *Landscape Ecology*, 8(2): 103-118.
- Krummel, J.R., Gardner, R.H., Sugihara, G., O'Neill, R.V. y Coleman, P.R. (1987): Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos*, 48: 321-324.
- Lasanta, T. (2009): La ganadería en Cameros: entre la adaptación a los recursos y la dependencia del exterior. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros*, (Lasanta, T. y Arnáez, J., Eds). Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos: 191-222 pp., Logroño.
- Lasanta, T. (2014): *El paisaje de campos abandonados de Cameros Viejo*. Instituto de Estudios Riojanos. Colección Ciencias de la Tierra, nº 32: 305 pp., Logroño.
- Lasanta, T. y Errea, M.P. (2001): *Despoblación y marginación en la Sierra riojana*. Instituto de Estudios Riojanos. Colección Ciencias Sociales, 9: 181 pp., Logroño.
- Lasanta, T., Errea, M.P., Bouzebboudja, M.R. y Medrano, L.M. (2013): *Pastoreo y desbroce de matorrales en Cameros Viejo*. Instituto de Estudios Riojanos, Colección Ciencias de la Tierra, 30: 186 pp., Logroño.
- Lasanta, T., Errea, M.P., Vicente-Serrano, S. y Arnáez, J. (2011): La diversidad de la cubierta vegetal en campos abandonados del Leza y Jubera (Sistema Ibérico, La Rioja) a partir del SIOSE. *Zubía*, 23: 55-78.
- Liu, Y., Jiao, L. y Liu, Y. (2011): Analyzing the effects of scale and land use pattern metrics on land use database generalization indices. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 13: 346-356.
- Lovejoy, S. (1982): Area-perimeter relation for rain and cloud areas. *Science*, 216: 185-187.
- Lowenthal, D. (1961): Geography, experience and imagination: towards a geographical epistemology. *Annals of the Association of American Geographers*, 51: 241-260.
- Mandelbrot, B.B. (1977): *Fractals, form, change and dimensions*. W.H. Freeman & Company, San Francisco.
- Mandelbrot, B.B. (1983): *The fractal geometry of nature*. Freeman and Company, New York.
- Margalef, R. (1984): Visión del paisaje desde la Ecología. *I Coloquio Paisaje y Geosistema*. Monografías del Equip, 1: 101-117, Barcelona.

- Nogué, J. y de San Eugenio Vela, J. (2011): La dimensión comunicativa del paisaje. Una propuesta teórica y aplicada. *Revista de Geografía Norte Grande*, 49: 25-43.
- O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R.H., Rugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V.H. y Graham, R.I. (1988): Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1: 153-162.
- Ortigosa, L. (1991): *Las repoblaciones forestales en La Rioja: resultados y efectos geomorfológicos.*, Geofoma Ediciones: 149 pp., Logroño.
- Pan, D., Domon, G., de Blois, S. y Bouchard, A. (1999): Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape Ecology*, 14: 35-52.
- Poyatos, R., Latron, J. y Llorens, P. (2003): Land use and land cover change after agricultural abandonment: the case of a Mediterranean mountain area (Catalan Pre-Pyrenees). *Mountain Research and Development*, 23(4): 362-368.
- Pueyo, Y. y Beguería, S. (2007): Modelling the rate of secondary succession after farmland abandonment in a Mediterranean mountain area. *Landscape and Urban Planning*, 83: 245-254.
- Puigdefábregas, J. y Pérez García, M. (2014): El paisaje como experiencia central en la interacción del hombre con su entorno natural. En: *Geología, cambio ambiental y paisaje: Homenaje al Profesor José María García Ruiz* (J. Arnáez, P. González-Sampériz, T. Lasanta y B.L. Valero-Garcés, Edts). Instituto Pirenaico de Ecología – Universidad de La Rioja: 451-460, Logroño.
- Romme, V.H. y Knight, D.H. (1982): Landscape diversity: The concept Applied to Yellowstone Park. *BioScience*, 32 (8): 664-670.
- Ruiz Flaño, P., Lasanta, T., Arnáez, J., Ortigosa, L. y Oserín, M. (2009): El proceso de abandono del espacio agrícola en Cameros. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros* (Lasanta, T. y Arnáez, J., Eds.). Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos: 109-126, Logroño.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. (1962): *The mathematical theory of communication*. University of Illinois, Illinois.
- Serra, P., Pons, X. y Saurí, D. (2008): Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: a spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28(3): 189-209.
- Simpson, J.W., Boerner, R.E.J., de Mers, M.N., Berns, L.A., Artigas, F.J. y Silva, A. (1994): Forty-eight years of landscape change on two contiguous Ohio landscapes. *Landscape Ecology*, 9: 261-270.
- Sitzia, T., Semenzato, P. y Trentanovi, G. (2010): Natural reforestation is changing spatial patterns of rural mountain and hill landscapes: A global overview. *Forest Ecology and Management*, 259: 1354-1362.

- Sobróñ, I. y Ortiz, F. (1989): Aspectos de la colonización vegetal en un área de montaña submediterránea: el valle del Jubera (Sistema Ibérico). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15: 99-108.
- Tesser Oblegón, C. (2000): Algunas reflexiones sobre los significados del paisaje para la Geografía. *Revista de Geografía Norte Grande*, 27: 19-26.
- Thomas, I., Frankhauser, P. y Biernacki, C. (2008): The morphology of built-up landscapes in Wallonia (Belgium): A classification using fractal indices. *Landscape and Urban Planning*, 84: 99-115.
- Turner, M.G., Gardner, R.H. y O'Neill, R. (2001): *Landscape ecology in theory and practice*. Springer-Verlag, New York.
- Turner, M.G. y Ruscher, C.L. (1988): Changes in landscape patterns in Georgia, USA. *Landscape Ecology*, 1: 241-251.
- Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S. y Lasanta, T. (2006): Diversidad espacial de la actividad vegetal en campos abandonados del Pirineo Central español: análisis de los procesos de sucesión secundaria mediante imágenes Landsat (1984-2001). *Pirineos*, 161: 54-84.
- Vila Subirós, J., Ribas Palom, A., Varga Linde, D. y Llausàs Pascual, A. (2009): Medio siglo de cambios paisajísticos en la montaña mediterránea. Percepción y valoración social del paisaje en la Alta Garrotxa (Girona). *Pirineos*, 164: 69-92.
- Vila Subirós, J., Varga Linde, D., Llausàs Pascual, A. y Ribas Palom, A. (2006): Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (*landscape ecology*). Una interpretación desde la Geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 48: 151-166.
- Weng, Y.C. (2007): Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Ecology Planning*, 81: 341-353.
- Wu, J. (2004): Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations. *Landscape Ecology*, 19(2): 125-138.



ZUBÍA

32

Gobierno de La Rioja
www.larioja.org



**Instituto
de Estudios
Riojanos**