

**DIFERENCIAS EN LA EVOLUCIÓN DEL PAISAJE
ENTRE DOS MUNICIPIOS PREPIRENAICOS (ALQUÉZAR
Y VALLE DE LIERP) DURANTE LA SEGUNDA MITAD
DEL SIGLO XX**

*Differences in landscape evolution between two Pre-pyrenean
municipalities (Alquézar and Valle de Lierp) during the
second half of the 20th century*

A. HEREDIA.-LACLAUSTRA¹, L. M. FRUTOS-MEJÍAS² & J. C. GONZÁLEZ-HIDALGO²

1 Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental (SARGA). Avda. César Augusto, 40, 8.^a
50008 Zaragoza. aheredia@sarga.es

2 Facultad de Filosofía y Letras. Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio.
Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza. lmfrutos@unizar.es; jcgh@unizar.es

RESUMEN.– Los rápidos cambios socioeconómicos globales ocurridos durante la segunda mitad del siglo XX transformaron radicalmente el sistema de gestión territorial en el ámbito rural de la montaña mediterránea y, concretamente, en el Prepireneo oscense. La disminución de la población joven y activa económicamente, así como la transformación del modelo productivo, conllevaron un cambio en la estrategia tradicional de aprovechamiento y ocupaciones del suelo, que ha dejado su impronta en el paisaje. No obstante, las particularidades locales biofísicas e históricas condicionan la aparición de matizaciones al modelo de transformación general del paisaje, basado fundamentalmente en la disminución de la presión humana sobre el territorio. El contraste entre dos municipios en el ámbito del Prepireneo oscense (Alquézar y Valle de Lierp) ilustra estas variaciones, contextualizadas por el análisis de la composición del paisaje del Prepireneo oscense. Se realiza, por lo tanto, un estudio retrospectivo y multiescala centrado en la unidad operacional que constituye el municipio, donde se evalúa la composición, configuración y estructura del paisaje a través del análisis de sus componentes, de modelos de transición y de la aplicación de índices de paisaje. El desarrollo metodológico de este trabajo se ha simplificado gracias al empleo de SIG (ARC GIS.9) y FRAGSTAT, un programa de índices de ecología del paisaje.

Palabras clave: Montaña mediterránea, cambios socioeconómicos, gestión territorial, paisaje, SIG, índices de paisaje, Prepirineo.

ABSTRACT.– Rapid socio-economical global changes happened during the second half of the 20th century, have radically altered territorial management in rural areas of the Mediterranean mountains, specifically, in the Pre Pyrenees (Huesca). Population decrease in young and economically active members, plus the change of the productive model entailed a land use transformation and subsequent landscape changes. Although the general model of landscape change is based on the decrease of human pressure on this territory, we should also take into account local characteristics related to biophysical and historical features. The comparison between two Pre Pyrenean municipalities: Alquézar and Valle de Lierp, shows these local differences, contextualized by the analyses of the Pre Pyrenean landscape composition. Consequently, a retrospective and multiscale study focused on the two sample municipalities –considering those as an operational management unit–, has been done. We have assessed landscape composition, configuration and structure on those units through component analyses, transition models and landscape indices. The methodological development of this work has been simplified by the use of GIS (ARC GIS 9) and FRAGSTAT, software of landscape ecology metrics.

Keywords: Mediterranean mountains, socio-economical changes, territorial management, landscape, GIS and landscape indices, Pre-Pyrenees.

1. Introducción

El Prepirineo oscense, al igual que el conjunto de la montaña media mediterránea europea, experimentó durante el siglo XX, y muy especialmente en su segunda mitad, un intenso éxodo de población hacia las ciudades. El rápido avance del sistema capitalista a través del crecimiento industrial y de servicios, y su concentración en el ámbito urbano, sirvieron de atractivo a los jóvenes rurales, acelerando el proceso de ruptura del modelo socioeconómico rural tradicional. Resulta complicado discernir las causas y las consecuencias, ya que las relaciones no son unidireccionales y la complejidad del proceso se encuentra influida por la contingencia propia del comportamiento humano. No obstante, los efectos inmediatos más rápidamente identificables sobre la población han sido su fuerte disminución y la inversión de su pirámide de edad.

Por otro lado, el complejo sistema tradicional de gestión agro-silvo-pastoril comprendía el aprovechamiento integral e integrado de los recursos naturales de una forma ambientalmente sostenible, lo cual permitió su supervivencia durante miles de años (García-Ruíz, 1976; Calvo-Palacios, 1977; Chauvalier, 1990; Lasanta, 1989 y 2002; Errea *et al.*, 2007). Excepto en los momentos de mayor presión demográfica o de crisis de subsistencia, en los que se

intensificaba la intervención sobre los recursos, el principio fundamental de este sistema de gestión era el de no sobrepasar la capacidad de carga del medio que servía de sustento a la población. El resultado es el de un paisaje humanizado, cuya definición se fundamenta en la intervención humana sobre el medio natural, a través de sus actividades socioeconómicas. La pérdida rápida e intensa de los modeladores de estos paisajes genera el deterioro e incluso la desaparición de los mismos (Sancho-Comins, 1996; Farina, 2000; Faus e Higuera, 2000; Lasanta *et al.*, 2006; Culotta y Barbera, 2011).

La desaparición de numerosos paisajes tradicionales se enfrenta frontalmente con la creciente demanda social que existe en la actualidad de paisajes armónicos y equilibrados, que justificó, entre otras cosas, la celebración de la Convención Europea del Paisaje de Florencia (2000). Disponer de ellos se considera un aspecto primordial para el aumento de la calidad de vida del conjunto de la sociedad (Mata, 2002; Zoido, 2002; Antrop, 2005; Palang *et al.*, 2005; Gómez-Moreno, 2008). Así mismo, resulta necesario incluir la evaluación del paisaje en los proyectos de ordenación territorial para conseguir la sostenibilidad del sistema ecológico (Botequilha y Ahern, 2002; Consejo de Europa, 2006; Uemaa *et al.*, 2009).

En el caso concreto del Prepireneo oscense, cuyos paisajes se encuentran profundamente humanizados, la vinculación entre la gestión territorial y el paisaje es directa y milenaria (García-Ruiz, 1976). El objeto principal de este trabajo es el de mostrar el efecto que una serie de cambios socioeconómicos globales y generalizados afectaron a dos municipios paisajísticamente diferenciados, Alquézar y Valle de Lierp, en un mismo ámbito geográfico. Para ello se ha optado por presentar un análisis retrospectivo, centrado en la segunda mitad del siglo XX, y multiescala (1/400.000 para el Prepireneo oscense en su conjunto y 1/25.000 para los casos de muestra). El análisis del paisaje prepirenaico sirve para contextualizar la dinámica general de las transformaciones de paisaje en este período de ruptura del sistema demográfico y socioeconómico tradicional. Posteriormente, el análisis de la evolución de los paisajes de Alquézar y Valle de Lierp ilustra las variaciones internas que se han producido en el interior de este ámbito geográfico. Con esta diferenciación se pretende mostrar, por un lado, la complejidad del objeto paisaje, entre otros motivos por su dependencia de la escala de análisis (Li y Wu, 2004; Corry y Nassauer, 2005) y, por otro, la utilidad de estudios retrospectivos para poder comprender con mayor exactitud la situación actual de los paisajes. Esta perspectiva de análisis se vincula al enfoque territorial integrador, que resulta estratégico en los estudios de planificación y gestión ambiental, los de evolución del paisaje y los de impactos y riesgos naturales (Frutos, 1976; Feranec *et al.*, 2000; Pérez- Cabello, 2002; Mappedza *et al.*, 2003; Lasanta y Vicente-Serrano, 2007).

2. Área de estudio

La zona de estudio comprende el Prepirineo oscense (Figura 1), una unidad geográfica de montaña media mediterránea, de transición entre dos grandes unidades morfoestructurales y climáticas, la Depresión del Ebro, de características submediterráneas, y las Sierras Interiores pirenaicas, bajo influencia oceánica, en las que se desarrollan dos ámbitos socioeconómicos bien diferenciados (Soler-Sampere y Puigdefábregas, 1972; Daumas, 1976; García-Ruíz, 1976). Su superficie es de 5.559 Km² y se encuentra constituida por 55 municipios. La delimitación final de este ámbito es administrativa ya que, en la práctica, la toma de decisiones relativas a la gestión territorial se establece siguiendo este criterio. Así mismo, el *Convenio Europeo del Paisaje*, reconoce a la unidad municipal como aquella que permite al gestor territorial ajustar los objetivos, las estrategias y las acciones en materia de paisaje, a la situación real y a las demandas sociales. Constituye, por lo tanto, un principio administrativo y legal que facilita la propuesta de medidas de desarrollo en lugares fuertemente humanizados (Fourny, 1995; Zoido, 2002; Skowronek *et al.*, 2005).

El Prepirineo oscense ha manifestado durante el período de análisis una desvitalización territorial similar a gran parte del ámbito de la montaña mediterránea europea (García-Ruíz, 1976; Bazin y Roux, 1992; Papanastasis *et al.*, 2004). Las pérdidas de población alcanzan un 54%, pasando de 85.084 habitantes en 1950, a 37.523 habitantes en 2001. Este porcentaje se eleva al 75% si se excluyen del cálculo la aportación de los dos municipios más poblados, Jaca y Sabiñánigo, cuyas capitales municipales son focos de gran dinamismo socioeconómico en este ámbito geográfico. Esas pérdidas fueron selectivas y durante el período de análisis se desestabilizó la estructura demográfica, incrementándose progresivamente el índice de envejecimiento hasta alcanzar en 2001, según datos del *Censo de Población* de ese mismo año, un valor de 2,34, es decir, más de dos ancianos por cada joven. La fecundidad se ha reducido drásticamente y, por lo tanto, el reemplazo generacional se encuentra seriamente comprometido en más de la mitad de los núcleos de población prepirenaicos. Así mismo, la distribución de la población sobre el territorio ha experimentado una progresiva concentración, debido a la reducción de entidades de población, que han pasado de 503 a 305 y, además, ha disminuido la población viviendo en disperso, que de suponer un 50% ha pasado a suponer un 20%.

El volumen, las características y la distribución de la población sobre el territorio han cambiado drástica e intensamente en la segunda mitad del siglo XX. A su vez, la población ha abandonado sus actividades tradicionales agropecuarias y silvícolas, así como su sistema de gestión asociado mientras,

paralelamente, se iban desarrollando nuevas actividades económicas ligadas a las demandas del mercado global, tanto de ocio como de producciones especializadas, con sistemas de gestión muy diferentes a los tradicionales. Estos cambios han dejado su impronta en el paisaje, tal y como demuestran los análisis que se presentan seguidamente.

Del análisis global del conjunto de municipios que conforman la zona de estudio, se extrajeron dos muestras representativas de las diferencias en el gradiente altitudinal y climático (línea de inflexión aproximada 700 msnm), así como de los matices diferenciadores en la evolución demográfica y socioeconómica del Prepirineo en la segunda mitad del siglo XX. Los municipios elegidos como muestra de estas diferencias son Alquézar, representativo del Somontano y, en general, de las zonas topográficamente más llanas y Valle de Lierp, representativo de la mitad septentrional y de los municipios con más energía de relieve. Se trata de dos municipios de superficie similar, 3.275 ha y 3.245 ha respectivamente, localizados en los extremos latitudinales de la zona de estudio (Figura 1).

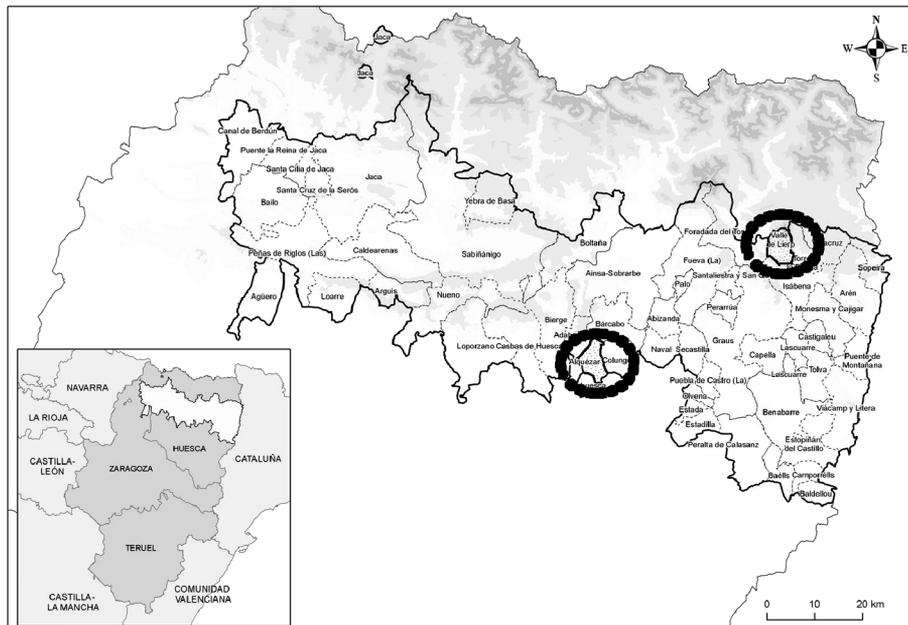


Figura 1. Área de estudio y localización de los municipios-muestra (Alquézar y Valle de Lierp).
 Figure 1. The study area.

3. Metodología y fuentes

Las fuentes de información fundamentales para el análisis de evolución del paisaje en este estudio son diferentes según la escala de trabajo. El estudio general del conjunto prepirenaico se realiza empleando como base cartografía ya elaborada, en concreto el *Mapa Forestal de Ceballos* (1966), a escala 1/400.000, y el *Mapa Forestal de Aragón* (2000), a escala 1/50.000. Por otro lado, las fuentes de información fundamentales para analizar la evolución del paisaje de Alquézar y Valle de Lierp son las fotografías aéreas del vuelo americano de 1956-57 en formato analógico (1/33.000) y las ortofotos digitales del catastro oleícola de 1998-2000 (1/10.000).

El análisis del conjunto prepirenaico a escala 1/400.000, tras el proceso de generalización de la información del *Mapa Forestal de Aragón*, presenta las líneas generales que vertebran los cambios de paisaje para esta unidad geográfica y, además, contextualiza las matizaciones en la evolución de detalle que ofrece el estudio de los dos municipios-muestra.

La corrección geométrica de los fotogramas de 1956-57 se realizó con puntos de control (entre 30 y 50) y con polinomios de ajuste de tercer y cuarto grado, según la complejidad topográfica del área georreferenciada. La precisión del ajuste se fijó por debajo de 7 metros de error medio, que es considerado un error asumible según U.S. Geological Survey (1999). Este proceso se realizó en pantalla (PCI Geomática V8.2.), siendo las imágenes de referencia las ortoimágenes del vuelo oleícola de 2000. Para el trasvase del Nivel Digital (ND) de la imagen original a la nueva posición se seleccionó el método del vecino más próximo, que supone una menor distorsión de los ND originales y, por tanto, mantiene los contrastes espaciales existentes, cuyo reconocimiento resulta fundamental para la fotointerpretación visual de las ocupaciones del suelo. El proceso se completó con la verificación en campo de las coordenadas con ayuda GPS-Garmin 12, donde se confirmó una precisión inferior a dos metros en los puntos más fácilmente reconocibles sobre superficies llanas o de poca pendiente, e inferior a cinco metros en las zonas con formas de relieve más contrastadas, como el entorno del macizo del Turbón, en Valle de Lierp.

Sobre estas dos bases geográficas se realizó la digitalización en pantalla, según criterio visual, de los usos y ocupaciones del suelo a escala 1/25.000, la cual resulta operacional, muy útil y ampliamente utilizada para la monitorización de cambios en la composición y estructura del paisaje (Ubalde *et al.*, 1999; Bermúdez *et al.*, 2002; Poyatos *et al.*, 2003; Paegelow *et al.*, 2004; Lasanta y Vicente-Serrano, 2007).

3.1. Evolución en la composición del paisaje y en la distribución espacial de los cambios

El análisis de evolución del paisaje del Prepirineo oscense se centra únicamente en los cambios de su composición, puesto que la escala y tratamiento de las fuentes para su comparación presentan un mayor rigor en la variación de este aspecto del paisaje que en otros como la configuración o la estructura del paisaje. La evolución se ha sintetizado en seis grandes tendencias: estabilidad, regresión vegetal, sucesión vegetal, vegetación natural a cultivos, cultivos a vegetación natural y otros cambios.

En el estudio de Alquézar y Valle de Lierp, el análisis de paisaje se realiza en dos niveles: el de componentes, en el que se individualiza la evolución de cada una de los usos y ocupaciones del suelo, y el de paisaje, en el que se evalúan las diferencias del conjunto del paisaje o de la integración de todos sus componentes.

3.1.1. Nivel componentes. Cambios de paisaje

La clasificación de ocupaciones del suelo de este trabajo se adapta del proyecto *CORINE Land Cover* en su nivel 3, de acuerdo a la correspondencia mostrada en la Tabla 1 y, además, se añaden dos categorías más referidas a la evolución natural de los campos abandonados. Estas dos ocupaciones del suelo (campos abandonados con pastizal-matorral y campos abandonados con presencia arbórea) constituyen un indicador relevante de las modificaciones recientes del paisaje mediterráneo (Bonet *et al.*, 2004; Farina, 2006). Las subcategorías se elaboraron atendiendo al criterio de estructura o porte de los elementos de las ocupaciones del suelo representadas. Además de resultar un atributo fácilmente interpretable en los análisis multitemporales, es relevante en la monitorización de la evolución natural y de los grandes cambios en los tipo de cultivos, de herbáceos a leñosos y viceversa (Tabla 1).

La secuencia del análisis de los fotogramas aéreos fue *downdating*, primero 1957 y, sobre esa base, el año 2000, para facilitar el seguimiento del proceso de evolución según la lógica temporal (Regato-Pajares *et al.*, 2004; Bender *et al.*, 2005). Las condiciones previas de digitalización que se establecieron fueron las siguientes: "Snapping tolerance" de 7 píxeles y tamaño mínimo del polígono cartografiable: 0,5 ha

Con el objeto de evaluar si los cambios de paisaje analizados previamente resultan o no significativos estadísticamente se aplica el test de Chi cuadrado (χ^2). En caso de que los cambios resulten estadísticamente significativos se

Tabla 1. Contraste entre la clasificación en nivel 3 del Mapa de Ocupaciones del suelo CORINE Land Cover (España, 2000), y la clasificación de ocupaciones del suelo de este trabajo.
 Table 1. Differences between 3rd level CORINE Land Cover classification (Spain, 2000), and the land cover classification of this paper.

COMPONENTES DEL PAISAJE EN CORINE LAND COVER	COMPONENTES DEL PAISAJE EN ESTE TRABAJO
3.2.1. pastizal natural	1. Prados y pastizales
3.2.1. pastizal natural	1.1. pastizal de alta montaña
2.3. Prados / 2.3.1. Prados	1.2. pastizal
3. Bosques	1.3. prados
3.1.1. bosque de coníferas	2. Bosques
3.1.2. bosque de frondosas	2.1. bosque de coníferas
3.1.3. bosque mixto	2.2. bosque de frondosas
3.2.4. matorral de transición hacia el bosque	2.3. bosque mixto
	3. Transiciones bosque - matorral
	3.1. coníferas (>50%) + matorral
	3.2. frondosas (>50%) + matorral
	3.3. matorral (>50%) + coníferas
	3.4. matorral (>50%) + frondosas
	4. Repoblación forestal
	4.1. Repoblación forestal
3.2. Matorral y/o asociaciones de vegetación herbácea	5. Matorral
	5.1. matorral muy denso
	5.2. matorral denso
3.3. Espacios abiertos con escasa o ninguna vegetación	6. Vegetación escasa
3.3.3. áreas de vegetación escasa	6.1. vegetación escasa
	7. Campos abandonados
	7.1. campos abandonados con pastizal-matorral
	7.2. campos abandonados con presencia arbórea
2.1. Áreas cultivadas	8. Áreas cultivadas
2.1.1. cultivos de secano	8.1. mosaico de cultivos herbáceos en secano
2.1.1. cultivos de secano	8.2. mosaico de cultivos herbáceos y leñosos en secano
2.1.2. cultivos de regadío	8.3. mosaico de cultivos herbáceos y leñosos en regadío
1. SUPERFICIES ARTIFICIALES	9. Núcleos urbanos e Infraestructuras
1.1.1. estructura urbana continua	9.1. núcleos urbanos e infraestructuras

aplica el Coeficiente de Contingencia (CC) (Clark & Hosking, 1986, pp. 265-266) para valorar el grado de asociación o intensidad del cambio. Su fórmula es la siguiente:

$$CC = \sqrt{\frac{\chi^2}{n + \chi^2}}$$

$n = \text{frecuencia absoluta}$

Dicho estadístico no asume ninguna distribución previa de la variable (Downie y Heath, 1986, p. 246), y su máximo valor se estima del siguiente modo (Sach, 1978, pp. 402-403):

$$CC_{\max} = \sqrt{\frac{K-1}{K}}$$

$K = \text{filas}$

Para cada caso a su vez estimamos el valor de la ratio CC/CC_{max} , que mide la intensidad de la asociación entre las dos situaciones que se cruzan en la tabla de contingencia, permitiendo la comparación de los resultados entre los dos municipios.

3.1.2. Nivel componentes. Modelización y síntesis de los cambios

La comparación de los paisajes representados en las coberturas cartográficas de 1957 y 2000 se realizó a través de un análisis de cruce (*cross tab analysis*), del que se extrajeron las transiciones más importantes entre ocupaciones del suelo, según superficie implicada, para su posterior modelización. Los tipos de cambio seleccionados son dos:

- Los que implican a más del 25% de la superficie de un componente del paisaje y, a su vez, representan más de un 1% de la extensión municipal
- Los que implican a más de un 1% de la extensión municipal.

Para concluir, se agrupan los principales ejes de transformación de los distintos componentes u ocupaciones del suelo en el paisaje, en una clasificación de cinco estados. Los tres primeros se constituyen según la intensidad y velocidad en el proceso de sucesión (Figura 2).

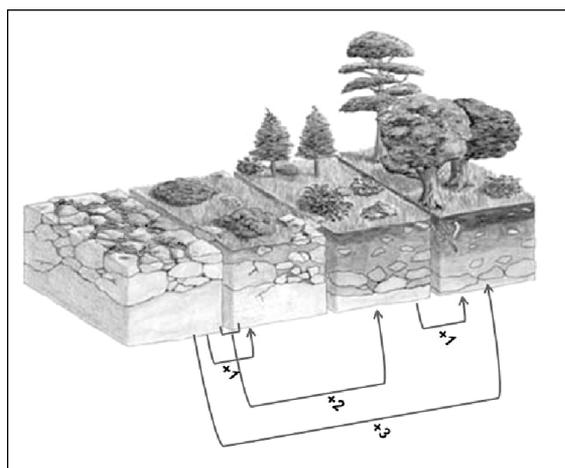


Figura 2. Cambios en la estructura de las superficies forestales según el modelo de sucesión vegetal (Heredia-Laclaustra, 2011).

Figure 2. Changes in forest cover structure according to vegetal succession model, (Heredia-Laclaustra, 2011).

- 1 o alta intensidad, representa un único paso en el desarrollo de este avance. Comprende las transformaciones de matorral denso o de vegetación escasa a matorral muy denso, de cualquiera de los mosaicos de matorral con arbolado a masas compactas de arbolado, de campos abandonados a matorral y de campos abandonados con arbolado a bosque.
- 2 o intensidad media, representa una mayor intensidad, pasándose de ocupaciones únicamente con matorral a aquéllas que registran parte de superficie arbolada.
- 3 o baja intensidad, expresa los avances más rápidos, registrando los cambios que se producen de superficies de matorral a bosque.

Las dos últimas transformaciones representan:

- 4: estabilidad espacial de los componentes del paisaje
- 5: cambios de uso, en los que aparece directamente la intervención humana: abandono de cultivos, puesta en cultivos de zonas naturales etc.

Como indicadores básicos de configuración del paisaje se presentan el número y la densidad de teselas comprendidas en cada uno de los cambios.

3.1.3. Nivel paisaje. Integración de los cambios

En el nivel de análisis a escala de paisaje se seleccionan una serie de indicadores sintéticos que permiten evaluar la dinámica de la composición y estructura en el conjunto del municipio.

El primero de los indicadores se centra en evaluar los cambios en la diversidad. Para ello se calculan los índices de Diversidad, Dominancia y Equitatividad respectivamente, (McGarigal y Marks, 1995; McGarigal *et al.*, 2002). El índice de diversidad seleccionado es el de Shannon, en el que se enfatiza la riqueza de los componentes del paisaje sobre su equitatividad, la cual se calcula a través de otro indicador (McGarigal y Marks, 1995; Nagendra, 2002; Duelli y Obrist, 2003). Los indicadores de Equitatividad y Dominancia se derivan del de Diversidad. El primero de ellos, normaliza el resultado del Índice de Shannon por el logaritmo natural de las categorías del paisaje, acotando entre 0 y 1 el resultado de este índice, permitiendo la comparación del valor de diversidad entre los dos municipios-muestra, mientras que el segundo cuantifica la variación en el predominio de una o varias categorías sobre el total del paisaje.

Con objeto de evaluar la dinámica en la organización espacial de los contactos entre las distintas categorías de ocupaciones del suelo, se eligió el

Índice de Contagion (CONTAG) de Li y Reynolds (1993), que introducía una rectificación en la fórmula original propuesta por O'Neill *et al.*, en 1988 (Mcgarigal y Marks, 1995). A pesar de tratarse de un estadístico corregido, continua siendo un indicador dependiente de la escala y de la resolución de la imagen (Ricotta *et al.*, 2003), pero su empleo a escala de paisaje, como un estadístico en el que se sintetizan la fragmentación y la dispersión de las categorías que lo conforman, sigue vigente (Nogués y Pérez-Cabello, 2001; Haines y McFarlane, 2007; Uuemaa *et al.*, 2007).

En último término, se utiliza el análisis previo de estabilidad de cada una de las categorías que componen el paisaje durante el período de análisis para, posteriormente, obtener la Estabilidad total del paisaje. Se trata de un indicador global de la dinámica del paisaje ampliamente utilizado en estudios del paisaje con un enfoque territorial (Rosenfield y Fitzpatrick-Lius, 1986; Lasanta y Vicente-Serrano, 2001; Dos Santos y Ferreira, 2007).

4. Resultados

4.1. Cambios en la composición del paisaje del Prepireneo oscense

Durante la segunda mitad del siglo XX, el paisaje del Prepireneo presenta cambios en el 52% de su composición. Las transformaciones registradas se distribuyen de una forma bastante equilibrada entre las cinco categorías que sintetizan las grandes líneas de transformación de esta unidad geográfica (Tabla 2).

Tabla 2. Síntesis de los cambios en la composición del paisaje del Prepireneo oscense entre 1966 y 2000. Fuente: Mapa Forestal de Ceballos y el Mapa Forestal de Aragón.

Table 2. Synthesis of Pre-Pyrenean landscape composition changes between 1966 and 2000. Source: Mapa Forestal de Ceballos and Mapa Forestal de Aragón.

	Superficie	
	Ha	%
Estabilidad	266.500	47,6
Regresión vegetal	65.037	11,6
Sucesión vegetal	85.246	15,2
Cultivos a vegetación natural	70.447	12,6
Vegetación natural a cultivos	65.566	11,7
Otros cambios	6.534	1,2
Total	559.330	100

Con un porcentaje ligeramente superior al resto, la tendencia predominante es la de aumento de la vegetación natural sin intervención humana directa (sucesión vegetal y cambio de zonas de cultivo a vegetación natural). Este proceso se relaciona directamente con el abandono de las actividades agropecuarias y forestales tradicionales: reducción de las tierras de cultivo, cambio en la estrategia de explotación ganadera, debido al declive de la trashumancia y a la sustitución de la ganadería extensiva por semi-intensiva e intensiva y la práctica desaparición de los aprovechamientos de leñas y otros productos forestales por parte del ganado y de la población.

Por otro lado, el reemplazo de vegetación natural por cultivos se produce en las zonas más accesibles y productivas, donde se ha comprobado que se concentra e incluso intensifica la labor agrícola. Esta intensificación no equilibra al proceso anterior, que resulta generalizado, pero responde a una reorganización de los aprovechamientos actuales que implican una especialización de usos y compartimentación muy distinta al aprovechamiento integral e integrado del sistema de gestión tradicional. No obstante, la magnitud de las cifras presentadas en la Tabla 2 ofrece un sobredimensionamiento de los cambios de superficie de vegetación natural a cultivada y en la regresión vegetal. La causa de este sobredimensionamiento se encuentra en la diferencia de toma y tratamiento de datos, escala y de objetivos de la cartografía analizada. La toma de datos del *Mapa Forestal de Ceballos* (1966) se realizó basándose en aproximaciones sobre el terreno, posteriormente delineadas a escala 1/400.000, y cuyo objetivo era el de representar los efectos espaciales de las repoblaciones forestales que se habían llevado a cabo de forma masiva en toda España antes y después de la Guerra Civil. Por su parte, los datos cartográficos para la elaboración del *Mapa Forestal de Aragón* (2000), se obtienen de la fotointerpretación en pantalla sobre ortofotos a escala 1/50.000, apoyada a su vez por otras fuentes digitales de ocupaciones del suelo, actualmente diversas y de gran calidad. El objetivo se basa en la representación de usos de suelo, afinando el análisis en las coberturas forestales a través de su jerarquización. A pesar de que se haya sometido a un proceso de generalización a las categorías del *Mapa Forestal de Aragón* para permitir su cotejo con el *Mapa Forestal de Ceballos*, las diferencias existentes entre ellos explican resultados contradichos a esta escala por la bibliografía especializada y por el trabajo de campo en lo que a regresión vegetal y transformación de superficies forestales en cultivos se refiere. La magnitud de estos cambios se reduce a enclaves muy concretos del ámbito de estudio.

Tabla 3. Ocupaciones y aprovechamientos del suelo de Alquézar y Valle de Lierp en 1957 y 2000, y variación en la composición espacial del paisaje.

Table 3. Land cover and land use from Alquézar and Valle de Lierp in 1957 and 2000, and changes on landscape spatial composition.

OCUPACIONES DEL SUELO	Alquézar				Valle de Lierp			
	1957		2000		1957		2000	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
pastizal de alta montaña					90,31	2,78	31,25	0,96
pastizal					26,50	0,82	26,50	1,51
prados					172,47	5,31	185,50	6,41
bosque de coníferas					9,72	0,30	12,44	1,08
bosque de frondosas	25,10	0,77	223,87	6,83	49,79	1,53	197,58	6,09
bosque mixto			23,58	0,72	61,22	1,89	183,75	5,66
coníferas + matorral			66,57	2,03	20,80	0,64	27,24	0,84
frondosas + matorral	82,06	2,50	380,29	11,61	153,35	4,73	117,80	3,63
matorral + coníferas			21,17	0,65	77,96	2,40	59,30	1,83
matorral + frondosas	346,69	10,58	386,76	11,81	223,47	6,89	250,31	7,71
replantación forestal	2,01	0,06	100,09	3,06	415,29	12,80	563,22	17,36
matorral muy denso	21,98	0,67	5,13	0,16	73,82	2,27	20,42	0,63
matorral denso	1.081,98	33,03	628,88	19,20	453,93	13,99	420,73	12,97
vegetación escasa	236,32	7,21	54,11	1,65	787,76	24,28	566,16	17,44
campos abandonados con pastizal-matorral	107,79	3,29	58,85	1,80	94,16	2,90	63,51	1,96
campos abandonados con presencia arbórea	52,71	1,61	95,30	2,91	39,53	1,22	61,83	1,91
mosaico de cultivos herbáceos en secano	463,68	14,15	480,52	14,67	495,00	15,25	457,52	14,10
mosaico de cultivos herbáceos y leñosos en secano	850,69	25,97	744,95	22,74				
urbano e infraestructuras	4,79	0,15	5,72	0,17				
Total	3.275,79	100	3.275,79	100	3.245,07	100	3.245,07	100

4.2. Cambios en la composición del paisaje en Alquézar y Valle de Lierp

4.2.1. Análisis en el nivel de componentes del paisaje: Cambios de paisaje

A mediados del siglo XX la distribución de usos y ocupaciones del suelo se encontraba más equilibrada en el municipio de Valle de Lierp que en el de Alquézar (Tabla 3). En Valle de Lierp la composición del 70% de su paisaje se distribuía entre cuatro ocupaciones bien diferenciadas (vegetación escasa, mosaico de cultivos herbáceos en secano, matorral denso y repoblación forestal); por su parte, en Alquézar, el 75% del paisaje lo conformaba la suma de las áreas de cultivo y de matorral denso (Tabla 3).

En el año 2000, las categorías dominantes en 1957 pierden representación espacial en los dos municipios, a excepción de la repoblación forestal en el caso de Valle de Lierp, donde las transformaciones de paisaje resultan de menor dinamismo e intensidad que en Alquézar. La muestra más evidente de esta evolución diferenciada es que el municipio de Alquézar incrementa en tres componentes su paisaje (bosque mixto y los dos combinados de coníferas, fundamentalmente de pino laricio, con matorral), mientras que este número se mantiene inalterado en Valle de Lierp.

El incremento de las superficies forestales arboladas, causado en gran medida por la evolución natural de las áreas de matorral y de vegetación escasa, se produce en ambos municipios durante el período de análisis pero a un ritmo diferente. En 1957, en Alquézar, la superficie de masas forestales con arbolado apenas ocupa el 15% del paisaje, centrado en el tercio septentrional, perteneciente a las laderas sudorientales de Sierra de Guara. La extensión de esta Sierra en el municipio de Alquézar se extiende sobre los dos tercios norte de este paisaje dominada por el matorral, en el cual, durante el proceso de digitalización, todavía se reconocen las lindes de los campos abandonados más recientemente. Sin embargo, la situación es completamente distinta en 2000, en el que la proporción se duplica por el refuerzo que experimentan las áreas de bosque maduro y compacto de frondosas, fundamentalmente de carrascas, y de éstas en combinación con matorral mediterráneo de coscojares, aliagares, enebrales alhucemales, tomillares mixtos y bojeriales. En este proceso, centrado en la Sierra de Guara, predominan las transferencias entre superficies forestales y se implantan cerca de 100 hectáreas de repoblación forestal de pino silvestre.

En el municipio de Valle de Lierp, las teselas que experimentan mayor dinamismo son las de vegetación escasa, constituidas por áreas de pastizales degradados y de vegetación rala de forma dispersa. No obstante, estas áreas tienen una gran representación espacial en el paisaje en las dos fechas de análisis. La reducción de esta categoría es de un 8%, manteniéndose prácticamente inalteradas las paredes rocosas del macizo del Turbón, en el tercio nororiental, y en la zona de *badlands*, que se localiza en la parte central del municipio. Por su parte, la superficie forestal manifiesta un crecimiento similar al del municipio de Alquézar, aunque los valores de partida son superiores en este segundo municipio. En el año 1957, aproximadamente el 20% del paisaje era forestal con arbolado natural, y este porcentaje ascendía a un 33% al incluir las repoblaciones forestales, ejecutadas en su mayor parte para esa fecha, en el tercio meridional del municipio. Al final del período de análisis el porcentaje de superficie forestal con arbolado se incrementa en un 10%, básicamente debido a la evolución del proceso de sucesión vegetal en las masas forestales naturales. El aumento del área de repoblación forestal

implica a 150 hectáreas, 50 más que en el caso de Alquézar, pero el impacto en el paisaje, especialmente en su diversidad, es mucho menor, puesto que en 1957 era una ocupación del suelo que ya representaba aproximadamente el 13% de su paisaje.

Las tierras de cultivo en el municipio de Alquézar ocupan aproximadamente un tercio de su paisaje en ambas fechas de análisis. La extensión, la variedad de cultivos y el dinamismo de estas categorías son superiores en Alquézar a Valle de Lierp (Tabla 3). Además de los cultivos herbáceos de cereal y forrajeras que se encuentran en ambos municipios, en Alquézar es tradicional el cultivo de almendros, vides y olivos, que tras varios altibajos durante el período de análisis, ha consolidado su superficie. En ambos casos se ha producido una reorganización espacial de las tierras cultivadas que conlleva un afianzamiento en las zonas más aptas y, además, una reorientación de sus producciones, según demandas de mercado y subvenciones agroambientales.

La valoración estadística de los cambios del paisaje a través del test de χ^2 muestra que los cambios de paisaje durante la segunda mitad del siglo XX en Alquézar y Valle de Lierp son significativos estadísticamente (Alquézar: $\chi^2 = 327,66$; $\alpha = 177$; Valle de Lierp: $\chi^2 = 677,34$; $\alpha = 256$). Posteriormente, la aplicación del CC permite cuantificar la intensidad de la asociación de los cambios ocurridos en el período de análisis; en ambos casos la intensidad de esta asociación supera al 90% (Alquézar: $CC = 0,88$ $CC_{\max} = 0,96$) (Valle de Lierp: $CC = 0,96$; $CC_{\max} = 0,97$).

4.2.2. Modelización de los cambios

En el modelo de transición de Alquézar se sintetizan dos situaciones contrastadas, avanzadas en el análisis previo: por un lado las conexiones entre las ocupaciones de vegetación, incluida la categoría de campos abandonados con pastizal/matorral, que manifiestan una tendencia a la madurez de las masas forestales, y por otro, las transferencias recíprocas de superficie entre las categorías de cultivos (Figura 3).

En el caso de Valle de Lierp el hecho más llamativo es el de la permanencia, durante el período de análisis, de una parte importante de los usos y ocupaciones del suelo que caracterizan su paisaje. El segundo proceso más destacado es, similar a Alquézar, el de densificación y aumento de la complejidad de la estructura de porte en las categorías de vegetación natural (Figura 4).

Así mismo, en ambos modelos aparece representada la repoblación forestal; en el caso de Alquézar, por experimentar un fuerte crecimiento,

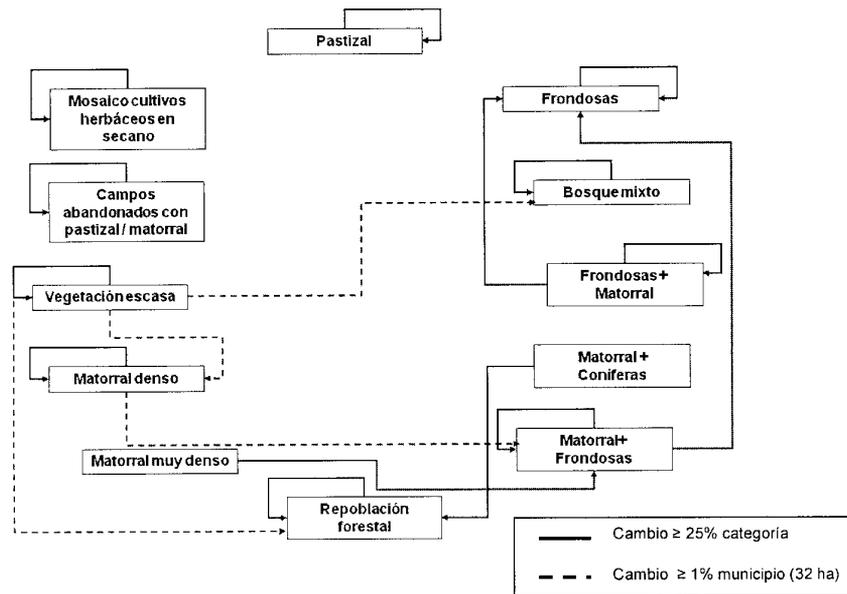


Figura 4. Modelo de transición de los componentes del paisaje en Valle de Lierp durante la segunda mitad del siglo XX.

Figure 4. Landscape component transition model from Valle de Lierp during the second half of the 20th century.

de las laderas de Sierra de Guara, los cambios registrados son de pequeñas teselas de matorral a campos abandonados, es decir, áreas reducidas y algo dispersas que durante el período de análisis se recuperaron para el cultivo y después se abandonaron. Finalmente, en el tercio meridional las teselas de cambio de uso se localizan en zonas de contacto entre áreas de cultivo y vegetación natural, entre las que se han producido transferencia de superficie: se han abandonado algunas zonas agrícolas que han sido colonizadas por vegetación natural y, por otra parte, se han roturado otras zonas de vegetación natural que resultaban más aptas para el incremento del rendimiento productivo de algunos cultivos, fundamentalmente de almendros, olivos y vides.

La situación en Valle de Lierp muestra diferencias respecto de Alquézar. En primer lugar, mayor estabilidad en su composición ya que mantiene inalterado el 74% de su paisaje durante el período de análisis (Tabla 4). En segundo lugar, es la categoría de "cambio de uso" la que, con un 12,33%, registra la mayor variación, ligada al incremento de la superficie de repoblación forestal en zonas contiguas a las ya existentes en 1957, en el tercio

Tabla 4. Agrupación y síntesis de los principales cambios de paisaje, durante la segunda mitad del siglo XX.

Table 4. Group and synthesis of main landscape changes, during the second half of the 20th century.

		Alquézar				Valle del Lierp			
		Superficie		Teselas		Superficie		Teselas	
		ha	%	N.º	(nº/ha mun)*100	ha	%	N.º	(nº/ha mun)*100
Sucesión vegetal	1	317,58	9,69	20	0,61	147,10	4,53	19	0,59
	2	474,95	14,50	39	1,19	200,30	6,17	39	1,20
	3	57,45	1,75	7	0,21	92,84	2,86	16	0,49
Estabilidad		1.916,78	58,51	98	2,99	2.404,83	74,10	102	3,14
Cambio de uso		509,03	15,54	111	3,39	400,26	12,33	118	3,64

meridional del municipio (Figura 5). El proceso de sucesión vegetal es importante y, aunque la tendencia y el reparto entre los tres estadios de cambio es similar al de Alquézar, las transformaciones en las intensidades baja y media afectan a menos superficie y, sin embargo, casi duplica a Alquézar en el grado de densificación de intensidad alta o nivel 3 (Tabla 4).

Si analizamos la configuración del paisaje a partir del número y densidad de teselas implicadas en los principales cambios, las de “cambio de uso” y las de “estabilidad”, casi a partes iguales, son las más numerosas en ambos paisajes. En el caso de la estabilidad predominan las manchas de gran tamaño, mientras que en las de cambios de uso prevalecen las pequeñas (Figura 5). El número de teselas en el proceso evolutivo de la sucesión vegetal es menor en cualquiera de los casos e incluso contabilizándolos globalmente, ya que una parte importante de estos cambios son engroses de superficies sobre teselas ya existentes (Tabla 3).

4.2.3. Análisis en el nivel de paisaje

La situación de partida del paisaje de Alquézar se encuentra dominada por pocos componentes lo que implica poca diversidad en su paisaje y, en comparación con Valle de Lierp, mucho menor que en éste (Tabla 5). No obstante, la mayor intensidad en las transformaciones del paisaje de Alquézar ofrece en el año 2000 un paisaje que prácticamente ha duplicado los valores de sus indicadores de diversidad (H y E) y reducido a la mitad los de dominancia (D). Estos cambios le aproximan a los valores registrados para Valle de Lierp, que se mantienen con escasas variaciones durante el período de análisis.

DIFERENCIAS EN LA EVOLUCIÓN DEL PAISAJE ENTRE DOS MUNICIPIOS PREPIRENAICOS...

Tabla 5. Evolución de los índices de composición, configuración y estructura del paisaje, durante la segunda mitad del siglo XX.

Table 5. Evolution of landscape composition, configuration and structure indices, during the second half of the 20th century.

Año Indicador	Valle de Lierp		Alquézar	
	1957	2000	1957	2000
Diversidad (H')	2,33	2,37	1,41	2,14
Dominancia (D)	0,50	0,47	1,07	0,57
Equitatividad (E)	0,82	0,84	0,57	0,79
Contagion (CONTAG)	53,12	51,26	57,69	52,43
Estabilidad (E_s)	0,71		0,46	

Nota de la tabla 5: Los valores de estabilidad son ligeramente distintos a los obtenidos en la Tabla 3 porque hay diferencias en el proceso de agrupación de categorías. En la tabla 3 los cambios entre categorías de cultivos no son considerados transformaciones del paisaje y aquí sí, ya que el valor de estabilidad del paisaje se obtiene del valor de estabilidad de todos y cada uno de sus componentes.

Note for table 5: Stability values are slightly different from those of table 3 because they are differences in categories grouping process. In table 3 changes between crop categories are not considered as landscape changes but they are included in table 4 since landscape stability value is obtained from stability value from each landscape component.

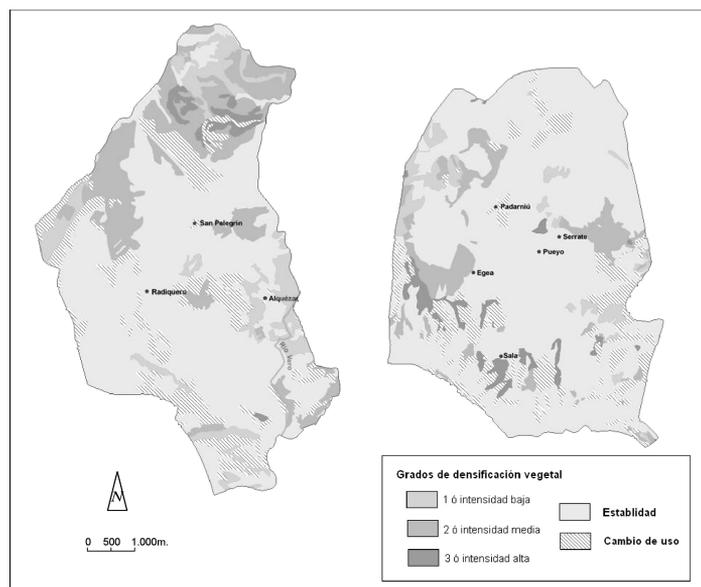


Figura 5. Mapas de síntesis de cambios de paisaje de Alquézar (izda.) y Valle de Lierp (dcha.), durante la segunda mitad del siglo XX.

Figure 5. Maps of landscape changes synthesis from Alquézar (left) and Valle de Lierp (right), during the second half of the 20th century.

El aumento de la diversidad en los dos paisajes resulta inversamente proporcional a la disminución de la dominancia. Este proceso se relaciona fundamentalmente con el crecimiento, ya analizado, de las categorías de matorral, vegetación escasa y bosque abierto, otrora recursos productivos y que, sin embargo, durante este período experimentan una drástica disminución en su aprovechamiento y, por lo tanto, avances en el proceso natural de sucesión vegetal. El otro factor con el que se vincula el aumento de la diversidad es el de la intervención directa sobre el paisaje a través de las repoblaciones forestales.

En el caso concreto de Alquézar, la importante progresión de la riqueza de la composición de su paisaje ha conllevado, paralelamente, una mayor complejidad de su estructura. Durante el período de análisis se ha producido el crecimiento de un 50% del número de teselas que lo componen (de 88 a 128), las cuales, a su vez, se caracterizan por un aumento en la riqueza de sus contactos con otras categorías del paisaje, y un mayor grado de intercalación entre todas las ocupaciones del suelo o aprovechamientos que lo componen (CONTAG). Este dinamismo implica que más de la mitad del paisaje de Alquézar se ha visto sometido a algún tipo transformación o, dicho de otra manera, que la estabilidad de su paisaje afecta a un 46% (Es) (Tabla 5).

Sin embargo, el paisaje de Valle de Lierp experimenta pocos cambios durante el período de análisis. El índice de Estabilidad implica al 71% del paisaje, el número de categorías (17) no varía entre las dos fechas de análisis y el de teselas (134 en 1957 y 132 en 2000) es muy similar. A ellos se suma que los valores de Contagion (CONTAG) se mantienen prácticamente iguales entre ambas fechas (Tabla 5). Las pocas transformaciones que han tenido lugar manifiestan la misma tendencia que en Alquézar, pero con menor intensidad: evolución natural de las áreas de matorral y vegetación escasa hacia bosques, afianzamiento de las repoblaciones forestales, en este caso ejecutadas en su mayor parte antes de la primera fecha de análisis, y concentración de las áreas de cultivo en las zonas más aptas.

Analizados globalmente a través de estos indicadores, los paisajes de Alquézar y Valle de Lierp, bien diferenciados en 1957 muestran en 2000 una gran aproximación entre ellos, tanto en su composición como en su configuración y estructura.

5. Discusión y conclusión

El análisis multiescala realizado en este trabajo confirma que la lógica que guía los cambios de paisaje en el conjunto del Prepirineo es común y que, aunque se reconocen particularidades locales relacionadas con la intensidad

de estos cambios, el resultado final es el de que se tiende a una homogeneización de los paisajes que componen este ámbito geográfico.

Los indicadores de diversidad del paisaje muestran valores más altos en 2000 que en 1957 pero, dado que el incremento de esta diversidad se encuentra en gran medida relacionado con el registro discriminado por etapas del proceso natural de sucesión vegetal, resulta fácil prever que, sin intervención alguna sobre estos paisajes, progresará la homogeneización de las ocupaciones forestales y, consecuentemente, los paisajes de Valle de Lierp y Alquézar aumentarán paulatinamente su parecido en composición, configuración y estructura, más incluso de lo que se reconoce en el año 2000.

Las diferencias en los cambios de los paisajes de Alquézar y Valle de Lierp en el período son fundamentalmente de grado. El paisaje de Alquézar resulta mucho más dinámico que el de Valle de Lierp, en donde una de las mayores transformaciones del paisaje, la de la repoblación forestal, tuvo lugar en su mayor parte antes de la fecha inicial del período de análisis.

Consecuentemente, con este trabajo se comprueba la importancia del análisis retrospectivo para la comprensión del paisaje actual, facilitando la toma de decisiones en las estrategias de organización territorial, lo cual no resulta tarea fácil. La primera pregunta que se plantea es: ¿qué hacemos con estos paisajes?, ¿se intenta recuperar y conservar el paisaje mediterráneo tradicional a través de nuevas fórmulas de gestión o se permite que la dinámica natural siga su curso?, ¿es viable la intervención generalizada sobre estos paisajes?

Considerando la situación sociodemográfica y económica actual de gran parte de los municipios prepirenaicos resulta una utopía, quizás anacrónica, el reestablecimiento del conjunto de este paisaje. No obstante, podría resultar interesante, e incluso rentable económicamente para una pequeña selección de municipios, la recuperación de este patrimonio natural y cultural, más allá de las inversiones que suponen las subvenciones agroambientales, como un pilar fundamental para la mejora de la calidad de vida de estos municipios.

Referencias

- Antrop, M. 2005. Why landscapes of the past are important for the future? *Landscape and Urban Planning*, 70(1-2): 21-34.
- Bazin, G. & Roux, B. 1992. Les zones de montagne et défavorisées méditerranéennes françaises. *Études Économiques*.
- Bender, O., Boemer H., J., Jens. D. & Schumacher, K.P. 2005. Using GIS to analyze long-term cultural landscape change in Southern Germany. *Landscape and Urban Planning*, 70(1-2): 111-125.

- Bermúdez, T., Paéz, G., Velásquez, S. & Motte, E. 2002. Cambio del uso y cobertura de la tierra y la conservación del bosque en dos áreas protegidas. *Revista Forestal Centroamericana*, 30: 21-26.
- Bonet, A., Bellot, J. & Peña, J. 2004. Landscape dynamics in semi-arid Mediterranean catchmen (SE Spain). In: Mazzoleni, S., Di Pasquale, G. Mulligan, M., Di Martino, P. & Rego, F. (Eds.): *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*, 47-56 pp., West Sussex.
- Botequilha, A. & Ahern, J. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59: 65-93.
- Calvo-Palacios, J.L. 1977. *Los Cameros. De región homogénea a espacio-plan*. Instituto de Estudios Riojanos, 2 vols., Logroño.
- Clark, W.A.V. & Hosking, P.L. 1986. *Statistical methods for geographer*. John Wiley and Sons. Chichester.
- Consejo de Europa, 2006. *Landscape and sustainable development: challenges of the European Landscape*, Convention Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Corry, R. C., & Nassauer, J. I. 2005. Limitations of using landscape pattern indices to evaluate the ecological consequences of alternative plans and designs. *Landscape and Urban Planning*, 72(4): 265-280.
- Culotta, S. & Barbera, G. 2011. Mapping traditional cultural landscapes in the Mediterranean area using a combined multidisciplinary approach: Method and application to Mount Etna (Sicily; Italy). *Landscape and Urban Planning*, 100 (1-2): 98-108.
- Chauvelier, F. 1990. *La repoblación forestal en la provincia de Huesca y sus impactos geográficos*. Instituto de Estudios Altoaragoneses: 164 pp., Huesca.
- Daumas, M. 1976. *La vie rurale dans le Haut Aragon Oriental*. Université Toulouse-Le Mirail - CSIC: 774 pp., Madrid.
- Dos Santos, M. A. & Ferreira, R. 2007. Aplicación de índices de cambio para evaluación de las alteraciones en el uso de las tierras. *Investigaciones Geográficas*, 42: 163-175.
- Downie, N. M. & Heath R.W. 1986. *Métodos estadísticos aplicados*. Harper & Row: 246 pp., New York.
- Duelli, P. & Obrist, M.K. 2003. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98(1-3) : 87-98.
- Errea, M.P., Arnáez, J., Ortigosa, L. Oserin, M., Ruiz-Flaño, P. & 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.
- Farina, A. 2000. The Cultural Landscape as a Model for the Integration of Ecology and Economics. *BioScience*, 50(4): 313-320.

- Farina, A. 2006. *Principles and methods in landscape ecology. Towards a science of landscape*, Springer. 2ª Edición, Londres.
- Faus, M.C. & Higuera, A. 2000. Does a demographic deficit exist? *Applied Geography*, 20(3): 243-253.
- Feranec, J. Sári, M. & Ot'ahel, J. 2000. Inventory of major landscape changes in Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s-1990s' *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*: 129-139.
- Fourny, M.C. 1995. La moyenne montagne comme produit de dynamiques territorialisées? *Revue de Géographie Alpine*, 1: 9-14.
- Frutos, L.M. 1976. La aplicación de la fotografía aérea al estudio de la evolución del paisaje: el modelo de Berdún. *Cuadernos de Investigación (Geografía e Historia)*, 2(1): 3-8.
- García-Ruiz, J.M. 1976. *Modos de vida y niveles de renta en el Prepireneo del Alto Aragón occidental*. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, 106: 272 pp., Huesca.
- Gómez-Moreno, M.L. 2008. Los retos de la gestión del paisaje en la montaña mediterránea: relación entre tamaño, rentabilidad de la explotación y paisaje. *Cuadernos Geográficos*, 43(2): 327-348.
- Haines, A. & Mcfarlane, D. 2007. Understanding landscape fragmentation and parcelization: An examination of traditional planning tools. *Actas de la 48 Conferencia anual de las Escuelas colegiadas americanas de Planificación*, CSREES, 1-35pp., Milwaukee.
- Heredia-Laclaustra, A., 2011. *Evolución de la gestión territorial en el Prepireneo oscense y su incidencia en el paisaje (1957-200)*. Repositorio de tesis doctorales de la Universidad de Zaragoza.
- Lasanta, T. 1989. *Evolución reciente de la agricultura de montaña: el Pirineo aragonés*. Geofoma Ediciones: 220 pp., Logroño.
- Lasanta, T. & Vicente-Serrano, S.M. 2001. Evolución del paisaje en la montaña submediterránea durante la segunda mitad del siglo XX: un caso de estudio en la cuenca del Jubera. *Zubía. Monográfico*, 13: 193-210.
- Lasanta, T. 2002. Los sistemas de gestión en el Pirineo Central español durante el siglo XX: del aprovechamiento global de los recursos a la descoordinación espacial en los usos del suelo. *Ager*, 2: 173-195.
- Lasanta, T., Gonzalez-Hidalgo, J.C., Vicente-Serrano, S.M. & Sferi, E., 2006. Using landscape ecology to evaluate an alternative management scenario in abandoned Mediterranean mountain areas. *Landscape and Urban Planning*, 78: 101-114.
- Lasanta, T. & Vicente-Serrano, S.M. 2007. Factores en la variabilidad espacial de los cambios de cubierta vegetal en el Pirineo. *Pirineos*, 162: 125-154.
- Li, H. & Reynolds, J.F. 1993. A new Contagion index to quantify spatial patterns on landscape. *Landscape Ecology*, 8: 155-162.

- Li, H. & Wu J. 2004. Use and misuse of landscape indices. *Landscape Ecology*, 19: 389-399.
- Mapedza, E., Wright, J. & Fawcett, R. 2003. An investigation of land cover change in Mafungautsi forest, Zimbabwe, using GIS and participatory mapping. *Applied Geography*, 23(1): 1-21.
- Mata, R. 2002. Paisajes españoles. Cuestiones sobre su conocimiento, caracterización e identificación. En: *Paisaje y ordenación del territorio*. Junta de Andalucía, 33-46 pp., Sevilla.
- Mcgarigal, K & Marks, B. 1995. *FRAGSTAT: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*, Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.
- Mcgarigal, K., Cushman S., Neel, M.C. & Ene. E. 2002. *FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst
- Nagendra, H. 2002. Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity. *Applied Geography*, 22(2): 175-186
- Nogués, D. & Pérez-Cabello, F. 2001. Cartografía y análisis espacial de la diversidad del paisaje vegetal de la montaña riojana y su papel como herramienta de gestión. *Zubía. Monográfico*, 13: 177-192.
- O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gadner, R.H., Sugihara, G., Jackson, B. Deangelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V.H. & Graham, R.L., 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1(3): 153-162.
- Paegelow, M., Villa, N., Cornez, L. Ferraty, F., Ferre, L. & Sarda, P., 2004. Modélisation prospective de l'occupation du sol. Le cas d'une montagne méditerranéenne. *Cybergeo: Revue Européenne de Géographie*, 295: 1-21.
- Palang, H., Helmfrid S. & Alumaeet, H. 2005. Rural landscapes: past processes and future strategies. *Landscape and Urban Planning*, 70(1-2): 3-8.
- Papanastasis, V. P., Ispikoudis, I., Arianoutsou, M., Kakouros, P. & Kazaklis, A., 2004. Land-use changes and landscape dynamics in Western Crete. In: Mazzoleni, S., Di Pasquale, G. Mulligan, M., Di Martino, P & Rego, F. (Eds.): *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*, West Sussex, John Wiley & Sons, 81-95 pp.
- Pérez-Cabello, F. 2002. *Paisajes forestales y fuego en el Prepirineo occidental oscense. Un modelo regional de reconstrucción ambiental*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.
- Poyatos, R., Latron, J. & Llorens, P. 2003. Land use and land cover change after agricultural abandonment. *Mountain Research and Development*, 23(4): 362-368.
- Regato-Pajares, P., Jiménez-Caballeros, S., Castejón, M. & Elena-Roselló, R. 2004. Recent landscape evolution in Dehesa woodlands of western Spain.

- In: Mazzoleni, S., Di Pasquale, G. Mulligan, M., Di Martino, P & Rego, F. (Eds.): *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*, West Sussex, John Wiley & Sons, 57-72 pp.
- Ricotta, C., Corona, P. & Marchetti, M. 2003. Beware of Contagion!. *Landscape and Urban Planning*, 62(3): 173-177.
- Rosenfield, G.H. & Fitzpatrick-Lius, K. 1986. A coefficient of Agreement as a measure of Thematic Classification Accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*: 223-227.
- Sach, L. 1978. *Estadística aplicada*. Labor: 402-403 pp., Barcelona.
- Sancho-Comins, J. 1996. La función del paisaje: Cartografía analítica y sintética. *Serie Geográfica*, 6: 179-212.
- Skowronek, E., Krukowska, R., Swieca, A. & Tucki, A. 2005. The evolution of rural landscape in Mid-Eastern Poland as exemplified by selected villages. *Landscape and Urban Planning*, 70(1-2): 45-56.
- Soler-Sampere, M. & Puigdefábregas, C. 1972. Líneas generales de la Geología del Alto Aragón Occidental. *Pirineos*, 106: 5-20.
- Ubalde, J.M., Rius, J & Poch, R.M. 1999. Monitorización de los cambios de uso del suelo en la cabecera de cuenca de la ribera salada mediante fotografía aérea y SIG (El Solsonès-Lleida-España). *Pirineos*, 153-154: 101-122.
- US Ecological Survey 1999. *Map accuracy standards*, USGS, Washington DC
- Uuemaa, E., Roosare J. & Mander, Ü. 2007. Landscape metrics as indicators of river quality at catchment scale. *Nordic Hydrology*, 38(2): 125-138.
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J. 2009. Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, 3: 1-27.
- Zoido, F. 2002. El paisaje y su utilidad para la ordenación territorial. In: Zoido-Naranjo, F. & Venegas Moreno, C.: *Paisaje y ordenación del territorio*, ed. Junta de Andalucía, 21-32 pp. Sevilla.