

Fragilidad visual del paisaje asociada a la dinámica temporal de los castaños en Faraján (España)

J.J. DELGADO PEÑA¹ ✉ | R. REMOND² ✉ | J.F. MARTÍNEZ MURILLO¹ ✉

Recibido: 17/01/2017 | Aceptado: 22/05/2017

RESUMEN

Este trabajo se lleva a cabo en un área de montaña de la provincia de Málaga (municipio de Faraján), en el sur de España. En dicho municipio, el paisaje muestra una dinámica territorial e histórica semejante a la de otros espacios de montaña mediterránea, coexistiendo e interactuando factores físico-naturales y antrópicos que lo hacen muy variable en el espacio y el tiempo. Mediante la clasificación supervisada de imágenes Landsat 8-OLI y la foto-interpretación de imágenes aéreas, se obtuvieron los mapas de usos del suelo y cobertura vegetal a fin caracterizar su dinámica espacio-temporal, con especial atención en el cultivo de castaño. Este cultivo, dada sus variaciones estacionales, introduce a su vez un fuerte dinamismo en el paisaje del municipio, cuya riqueza y belleza es notable. Por ello, se analiza la fragilidad visual de este paisaje y los efectos que en él pueden tener los cambios de uso, en general y el incremento en la superficie ocupada por los campos de castaños, en particular, que tiende a situarse en las áreas más visibles del municipio desde las principales vías de comunicación de su entorno.

Palabras claves: Uso del suelo, Paisaje, Impacto Visual, Castaños, Teledetección.

ABSTRACT

Landscape visual fragility associated to temporal dynamic in the chestnut lands in Faraján (Spain)

The study is carried out in a mountainous area from South of Spain (Faraján, province of Málaga). The landscape shows a very high spatially and temporally dynamic of land uses, similar to other Mediterranean mountainous regions, where interacts physical and human factors. The land uses and vegetation cover, and especially the chestnut orchards, were mapped by means of supervised classification of Landsat 8-OLI images and aerial photographs. This land use has a remarkable impact on the landscape and local economy due to the seasonal variability of chestnut tree phenology and its profitability. As consequence, the landscape visual fragility is analysed in order to assess the impact of land use changes as well as the increment of the surface occupied by the chestnut orchard land use, which is prone to spread all over the highest altitude of the Faraján municipality from recent decades and, thus, along the the most visible areas from the main roads.

Key words: Land use, Landscape, Landscape Visual Fragility, Chestnut orchard, Remote Sensing.

1. Departamento de Geografía, Universidad de Málaga. Campus de Teatinos s/n, 29071, Málaga, España. jdelgado@uma.es, jfmurillo@uma.es.

2. Departamento de Geografía, Universidad de La Habana. Edificio Julio A. Mella, C/ L, n°3-23, Vedado. La Habana, Cuba. remond@geo.uh.cu.

RESUMÉ

Fragilidad visual de paisajes asociada a la dinámica temporal de campos de castaños en la municipalidad de Faraján (España)

Este trabajo se realizó en una zona de montaña en la provincia de Málaga (municipalidad de Faraján), en el sur de España. Allí, el paisaje presenta una dinámica territorial e histórica similar a la de otras regiones de la montaña mediterránea, donde factores naturales y humanos coexisten e interactúan para crear paisajes muy variables en el espacio y el tiempo. Gracias a la clasificación supervisada de imágenes Landsat 8-OLI y la interpretación de imágenes aéreas, se elaboraron mapas de uso de suelos y superficies vegetadas para caracterizar la dinámica espacio-temporal, con especial atención a la cultura del castaño que ha sido obtenida. Esta cultura, debido a sus variaciones estacionales, introduce un fuerte dinamismo en el paisaje de la municipalidad, cuya riqueza y belleza son notables. Como consecuencia, la fragilidad visual de este paisaje y los efectos que sobre él puede tener el cambio en el uso y la extensión de los campos de castaños son analizados. Estos tienden a situarse en las zonas más visibles de la municipalidad, a lo largo de las principales rutas del entorno.

Mots-clés: Uso de suelos, Paisaje, Impacto visual, Castaño, Teledetección.

1. Introducción

La montaña media mediterránea malagueña representa un espacio de enorme dinamismo en su configuración y aspecto visual como resultado de la combinación de condicionantes naturales y antrópicos, como se pone de manifiesto en trabajos como los de Gómez Moreno (1989) y Pérez Latorre (1997). Deben conocerse con detenimiento los complejos paisajes que se conforman de esta manera para establecer parámetros de conservación y gestión apropiados en el marco de los paisajes de la montaña media mediterránea.

El uso de “geotecnologías” (Teledetección y SIG, principalmente) tiene una amplia aplicación en el análisis y modelización de las interrelaciones entre los fenómenos medioambientales y los factores inducidos por el ser humano (Patterson y Hoalst-Pullen, 2010). En este sentido, las imágenes digitales para el estudio de los cambios de usos de suelo de cara a la conservación del medioambiente y a la mejora de la calidad de vida de la población se utilizan con profusión a nivel internacional (Manakos y Lavender, 2014), mostrando una enorme potencialidad cuando se aplica al análisis de series temporales (Hostert et al., 2015) y en la clasificación de los usos del suelo (Khorram et al., 2016: 126).

El análisis de los cambios de usos y aprovechamientos es una tarea imprescindible en este sentido (Arnáez et al., 2008) y puede dar resultados de vital importancia si lo relacionamos con el estudio de la fragilidad visual del paisaje, definida como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él (MOPU, 1990). A través de la cuantificación de la fragilidad visual puede obtenerse el grado de deterioro de las propiedades de un paisaje en dependencia del tipo de actividad incidente sobre él. La metodología a seguir para esta cuantificación ha sido abordada por numerosos autores y estudiosos del tema desde diferentes puntos de vista (Fischer, 1995; Bishop, 2002, 2003; Turner, Gardner y O’neill, 2001). Estos autores proponen un modelo

que integre: la calidad visual del paisaje, la fragilidad visual intrínseca del paisaje y la fragilidad visual adquirida del paisaje.

El presente trabajo tiene como propósito el análisis de las principales transformaciones en los aprovechamientos y en la cubierta vegetal en el intervalo de 1956 a 2016 en el municipio de Faraján (Málaga), haciendo un mayor hincapié en la *fragilidad visual adquirida* de los paisajes de Castañares del municipio de Faraján, en la provincia de Málaga (España). Gómez Zotano (2011) destaca la importancia de este cultivo en la montaña media mediterránea para su revalorización económica (fruta, madera) y paisajística-ambiental (sombra, cromatismo, protección de los suelos). La hipótesis de la investigación plantea que la dinámica temporal de los cambios que concurren en los castañares, tanto en la últimas décadas debido a factores socioeconómicos, como a lo largo del año por sus cambios fenológicos, dotan de cierta fragilidad visual al paisaje de montaña en el que se insertan, en este caso, en el municipio de Faraján. Según esta hipótesis y para el área de estudio mencionada, tanto para una escala temporal anual (cambios estacionales) como de décadas (desde 1956 a 2016), los objetivos de la investigación son los siguientes: i) caracterizar la dinámica temporal de los usos del suelo y, en especial, de los castañares; ii) analizar los cambios en la ecología del paisaje; y iii) determinar la fragilidad visual asociada al paisaje de los castañares.

El análisis de los resultados ayudará a establecer recomendaciones para la gestión y la conservación del enorme valor ecológico y paisajístico del territorio en cuestión y bajo los parámetros de un uso sostenible. La elección de esta zona responde, como veremos a continuación, a la enorme riqueza y variedad presente en la misma de los diferentes aspectos geográficos y ecológicos que la configuran, conformando un espacio particular y representativo de la montaña media mediterránea, y cuyos valores paisajísticos y ecogeográficos, especialmente ligados a la presencia de bosques de castaño, junto a la presencia de numerosas especies endémicas y comunidades bajo la directiva Hábitat 2000 (brezales, aulagares, sabinares, tomillares, jaguarzales sobre serpentinas, vegetación de fisuras de rocas, fresnedas, quejigares morunos, castañares, saucedas, choperas, alisedas, adelfares, encinares, alcornocales, pinsapares y pinares sobre serpentinas, entre otros (Pérez Latorre, 1997: 9), destacando por su valor ecológico las sierras marmóreo-dolomíticas, las sierras peridotíticas y la bien conservada vegetación de ribera (Carpena et al., 1998: 76-80). Todo ello convierte al valle del Genal en un espacio de especial interés en el contexto europeo mediterráneo.

1.1. Área de estudio

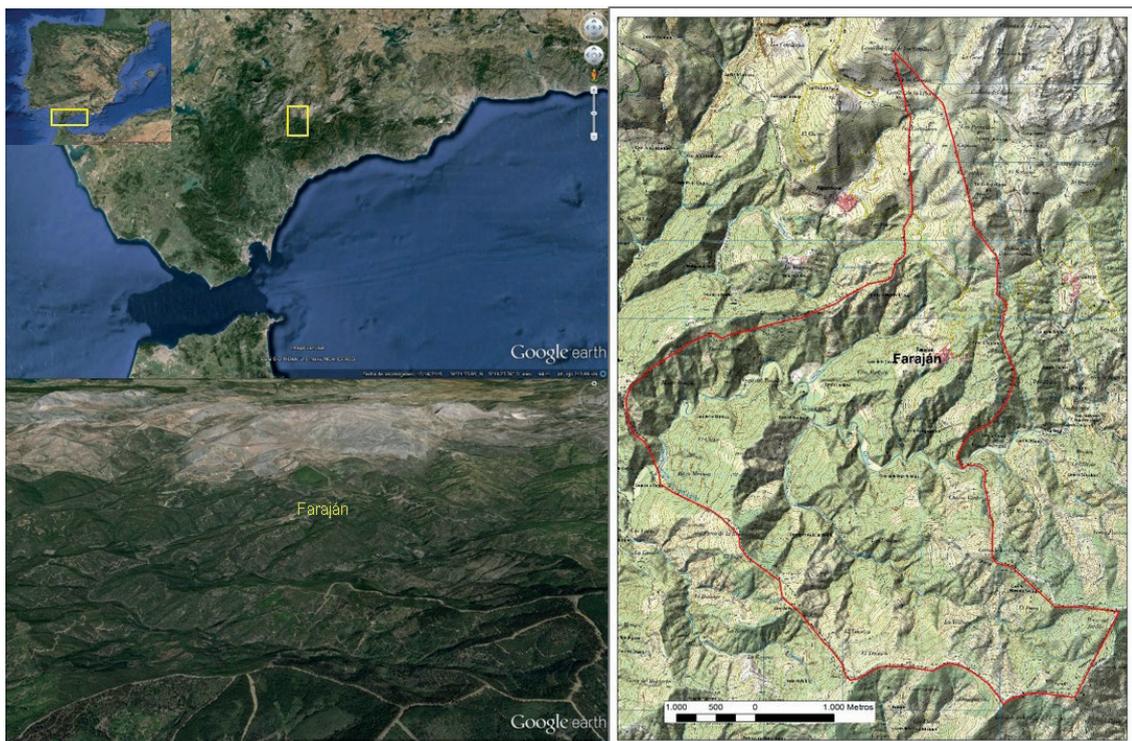
Faraján es un municipio en el extremo occidental de la provincia de Málaga, sur de España (Mapa 1), en la comarca de la Serranía de Ronda, en la parte alta del valle del río Genal. Se conforma como un conjunto de lomas y arroyos que descienden hacia el sur desde la Sierra de Jarastepar. El núcleo de población de Faraján, a 641 m., con 253 habitantes censados en el año 2014 (IECA, 2015) se localiza sobre una de estas lomas, siendo el único que ha pervivido en el municipio de los existentes en época medieval como Balastar o Chúcar.

El clima es mediterráneo con ombrotipo subhúmedo y húmedo en las vertientes mejor expuestas al oeste. Con respecto a la litología, encontramos fundamentalmente micaesquistos, esquistos, filitas y gneises paleozoicos del complejo Alpujárride de la Zona Interna Bética. Al norte del núcleo de Faraján, en dirección al pico Jarastepar, se suceden un conjunto de materiales carbonatados quedando del siguiente modo según se asciende en altura: Brecha de la Nava (Terciario), calizas con sílex (Jurásico) y dolomías (Triásico) del Complejo Dorsaliano de la Zona Circumbética;

calizas margosas, margocalizas y margas rosadas (Cretácico superior-Terciario), calizas nodulosas (Jurásico-Cretácico inferior) y calizas blancas masivas (Jurásico) del Subbético Interno. No existen materiales peridotíticos en el municipio, como sí aparecen en municipios limítrofes. En resumen, en el municipio predominan las litologías silíceas, apareciendo litologías calizas a partir de los 700 m. de altura, en la zona al norte de la cabecera municipal (Delgado Peña, 2004), relieves que son atravesados de este a oeste el río Genal, con caudal permanente todo el año.

Esta variedad litológica y fisiográfica (alturas, pendientes y exposiciones) tiene su impronta en el paisaje vegetal. De este modo, en el extremo septentrional, sobre litologías carbonatadas encontramos un mosaico de afloramientos rocosos y prados de montaña y pastizales, alternándose con matorrales típicos del encinar con especies como *Berberis hispánica*, *Crataegus monogyna*, *Ulex baeticus*, *Cistus albidus*, *Rosmarinus officinalis*, *Retama sphaerocarpa*, etc. Son zonas de pastoreo para ganado caprino y ovino. En un cerro justo al norte del núcleo de población, a 748 m., conocido como Peñón de Benamahoma, destaca una densa formación de *Pinus halepensis*. En zonas de litología silícea, al norte del río Genal, se alternan las masas de encinar y alcornocal, con diferentes densidades, utilizadas para montanera de ganado porcino, así como para la obtención de corcho principalmente, ambas explotaciones muy rentables en la zona.

Mapa 1. Localización del área de estudio y detalle del Modelo Digital de Elevaciones e imagen de satélite del municipio de Faraján



Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth y Modelo Digital del Terreno, con base topográfica E = 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional

Se alternan, además, con numerosas parcelas de castaño, cultivo tradicional también muy apreciado, así como campos de almendro y olivo en secano. En las zonas cercanas al núcleo urbano y junto a los arroyos, especialmente sobre los afloramientos tobáceos, encontramos explotaciones sobre sistemas de regadío muy antiguos, dispuestos en terrazas, con diferentes tipos de frutales (perales, cerezos, ciruelos, granados, caquis, etc.), destacando los cítricos, y diferentes especies de

hortalizas y leguminosas (Castillo Rodríguez, 2002). Al sur del Genal, en la cuenca del Guadarín, encontramos una amplia zona de pastizal, matorral y encinar en la parte suroccidental, similar al existente en la ribera norte, con algunas manchas de pinar de carrasco (*Pinus halepensis*), mientras que en la parte nororiental existe un mosaico de olivar, castañar y alcornocal. En la parte alta del Guadarín, en el extremo suroriental, encontramos una extensa zona de pinar de repoblación de pino insigne o de Monterrey (*Pinus radiata*). En el fondo del valle del Genal y de sus principales afluentes se alternan comunidades ripícolas naturales (alisedas, saucedas) con formaciones introducidas (choperas), y otros tipos de cultivos de regadío y pastizales.

En síntesis, la diversidad litológica y fisiográfica de este municipio, junto con la diversidad en sus formaciones naturales de vegetación, transformadas, además, por la mano del ser humano desde hace siglos, han creado un paisaje vegetal de enorme belleza y diversidad.

Imagen 1. Paisaje de montaña en el municipio de Faraján (Málaga)



Fuente: Juan F. Martínez Murillo

2. Metodología

2.1. Fuentes de información

Este estudio se basa en el uso de una serie determinada de fuentes de información geográfica que han ayudado a confeccionar la cartografía temática que se describe en los siguientes apartados. Estas fuentes han sido tres: Instituto Geográfico Nacional, Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) y United States Geological Service (USGS). Del primer organismo, a través de su servidor de descargas on-line, se procedió a descargar el modelo digital del terreno, con resolución de 5x5m, relativas a las hojas topográficas 1.050 (Ubrique), 1.051 (Ronda), 1.064 (Cortes de la Frontera) y 1.065 (Marbella). Del IECA se obtuvo información cartográfica digital, en formato vectorial, de las coberturas relativas a términos municipales, poblamiento, red de carreteras y caminos rurales, usos del suelo de los años 1956, así como la orto-foto de este mismo año. Por último, del USGS, a través de su página web de descargas Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), se obtuvieron las imágenes de satélite de la zona de estudio. Estas imágenes eran Landsat 7-TM y 8-OLI, tanto las bandas multispectrales de resolución espacial igual a 30x30m, como su pancromática de 15x15m. Las imágenes descargadas corresponden a las siguientes fechas: 12/05/2015 (primavera), 28/07/2015 (verano), 11/11/2015 (otoño) y 03/02/2016 (invierno).

2.2. Tratamiento y clasificación de las imágenes de satélite

Un paso previo al análisis digital de las imágenes de satélite, consistió en la aplicación de una serie de tratamientos para su uso correcto. En primer lugar, se procedió a la fusión de la banda pancromática con las multiespectrales mediante el proceso de “pansharpening”, aplicando la técnica de regresión local. Ello permitió generar nuevas imágenes con una resolución espacial similar a la de la banda pancromática y una información espectral igual que las de las bandas multiespectrales. Una vez fusionadas las bandas, se efectuaron las correcciones geométricas de las imágenes pertinentes. Para ello, se utilizaron más de 100 puntos de control y una ecuación matemática de segundo grado; el error medio cuadrático obtenido en este proceso fue de 3,46 m.

El resultado de este proceso fue una imagen rectificadas del área de estudio sobre la cual se aplicaron las siguientes técnicas de análisis digital de imágenes.

Se calculó para cada año el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), que es uno de los aplicados más ampliamente para detectar cambios espacio-temporales de la vegetación y la cobertura del suelo (Miller y Yool, 2002; Key y Benson, 2004; Clevers, 2014). Por tanto, el NDVI es una expresión relacionada con la cantidad de actividad fotosintética de la vegetación expuesta al sensor dentro de cada píxel, oscilando entre -1 y 1. Las áreas de vegetación tienen un NDVI típico por encima de 0,1. Este índice fue calculado a partir de la ecuación (1):

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}, \quad (1)$$

Donde NIR y R representan la reflectividad en las bandas del infrarrojo cercano y del rojo visible de las bandas OLI de Landsat, respectivamente. El NDVI se calculó para determinar la cubierta vegetal sobre el suelo y sus cambios estacionales, especialmente, en las zonas de castaños debido a sus cambios fenológicos a lo largo del año.

El empleo de las técnicas de fotointerpretación sobre las fotos aéreas de 1956, de las técnicas de clasificación multiespectral para las imágenes Landsat 7 Tm del año 2007, y de las técnicas de clasificación orientadas a objeto sobre las imágenes Landsat 8-OLI permitió la generación de los mapas de uso del suelo del municipio Fajarán para los años 1956, 2007 y 2016. Es necesario destacar que antes de realizar la superposición de los mapas de uso del suelo para su comparación fue necesario la homologación de las leyendas con vistas a su comparación. La cartografía de usos del suelo de 2016 fue validada mediante trabajo de campo.

Todo este procesamiento y análisis de imágenes y generación de cartografía se realizó mediante el software IDRISI versión Selva y ArcGIS 10.3 (licencias corporativas de la Universidad de Málaga).

2.3. Análisis espacial e índices de ecología del paisaje

La comparación de mapas de uso del suelo de diferentes años es un procedimiento muy habitual en cualquier estudio de dinámica de uso del suelo. Para obtener estos resultados es común el empleo de las herramientas de análisis espacial de los SIG. Para ello, se procedió a realizar una tabulación cruzada con los archivos raster generados para cada año de estudio. Estas herramientas permiten a través de diferentes procedimientos matemático-estadísticos conocer y representar los cambios y nos pueden ayudar a comprender la naturaleza de los mismos y a cuantificarlos. A

Cada una de las zonas consideradas como puntos observadores fueron convertidas a mapas de puntos, y a su vez, cada punto se transformó en un mirador o lugar de observación. Teniendo en cuenta las dimensiones del núcleo de población de Faraján y la longitud de los tramos de carreteras, se generaron puntos, con una equidistancia de 100 m para las carreteras y de 5 m para los miradores en el interior del núcleo. Para construir los modelos de visibilidad se utilizó el MDT de 5x5 m.

Un aspecto importante a solucionar fue la generación de forma repetida del análisis de visibilidad, de forma tal que desde cada observatorio se obtuviera un solo mapa que integrase los mapas obtenidos desde cada uno de sus puntos de observación. Para ello, fue necesario el diseño de un modelo en entorno SIG, que enlaza los análisis realizados con los mapas que intervienen en el proceso, permitiéndolo repetir desde cada punto de observación e integrar el resultado en un solo mapa final.

Como resultado de esta primera etapa, se obtuvo un mapa de fragilidad visual adquirida desde cada observatorio. Para integrar en un solo mapa estos 5 modelos obtenidos, se emplearon técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC). Estas técnicas se basan en la ponderación y compensación de variables que van a influir de manera positiva (aptitud) o negativa (impacto) sobre la actividad objeto de decisión y que deben ser enumeradas y catalogadas previamente. En esta segunda etapa el objetivo del trabajo se relacionó con la elaboración de una cartografía sintética acerca de la exposición y fragilidad visual de los paisajes del municipio, con especial mención de los castañares. En nuestro caso los criterios están dados por los diferentes mapas de exposición visual generados desde cada observatorio fijo o móvil, mientras que no se consideró restricción alguna. En la elaboración del mapa de exposición visual a través de la EMC en el SIG, se emplearon las técnicas borrosas a partir de una función de pertenencia borrosa de tipo lineal creciente; los criterios fueron convertidos a una escala continua (entre 0 y 255) para la aplicación de la regla de decisión. Como resultado se obtuvo el modelo de fragilidad visual de los paisajes en el municipio de Faraján.

A partir de las herramientas de análisis espacial presentes en los SIG fueron representadas las áreas de castaños sobre el modelo de fragilidad visual de los paisajes y el índice de vegetación (NDVI) para las diferentes estaciones del año, lo cual permitió obtener las estadísticas de su variación para el interior del castañar. Los resultados de estos análisis en el SIG permitió determinar la fragilidad visual asociada al paisaje de los castañares.

3. Resultados

3.1. *Dinámica de los usos del suelo (1956-2016)*

Mediante los cuadros 1 y 2, el mapa 3 y el gráfico 1, se pueden analizar los principales cambios en los usos del suelo en el periodo 1956-2007 y 2007-2016, respectivamente. Podemos constatar el incremento de determinados usos del suelo en detrimento de otros como resultado de un conjunto de acontecimientos socioeconómicos ocurridos en la segunda mitad del S. XX., principios del S. XXI.

Cuadro 1. Dinámica de uso del suelo 1956-2007 (en %)

1956/2007	1	2	3	4	5	7	8	9
1	23.90	0.45	6.90	3.21	0.09	1.70	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00
3	26.53	0.00	36.77	0.00	4.07	6.49	0.62	36.02
4	14.09	64.85	1.14	54.48	47.52	5.24	51.72	0.00
5	2.30	6.61	1.49	38.58	18.50	4.81	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.65	1.60	0.00	0.23	0.00	0.00
7	33.18	28.00	52.57	1.57	29.82	81.06	2.08	0.62
8	0.00	0.08	0.05	0.56	0.00	0.18	45.57	0.00
9	0.01	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	63.35
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

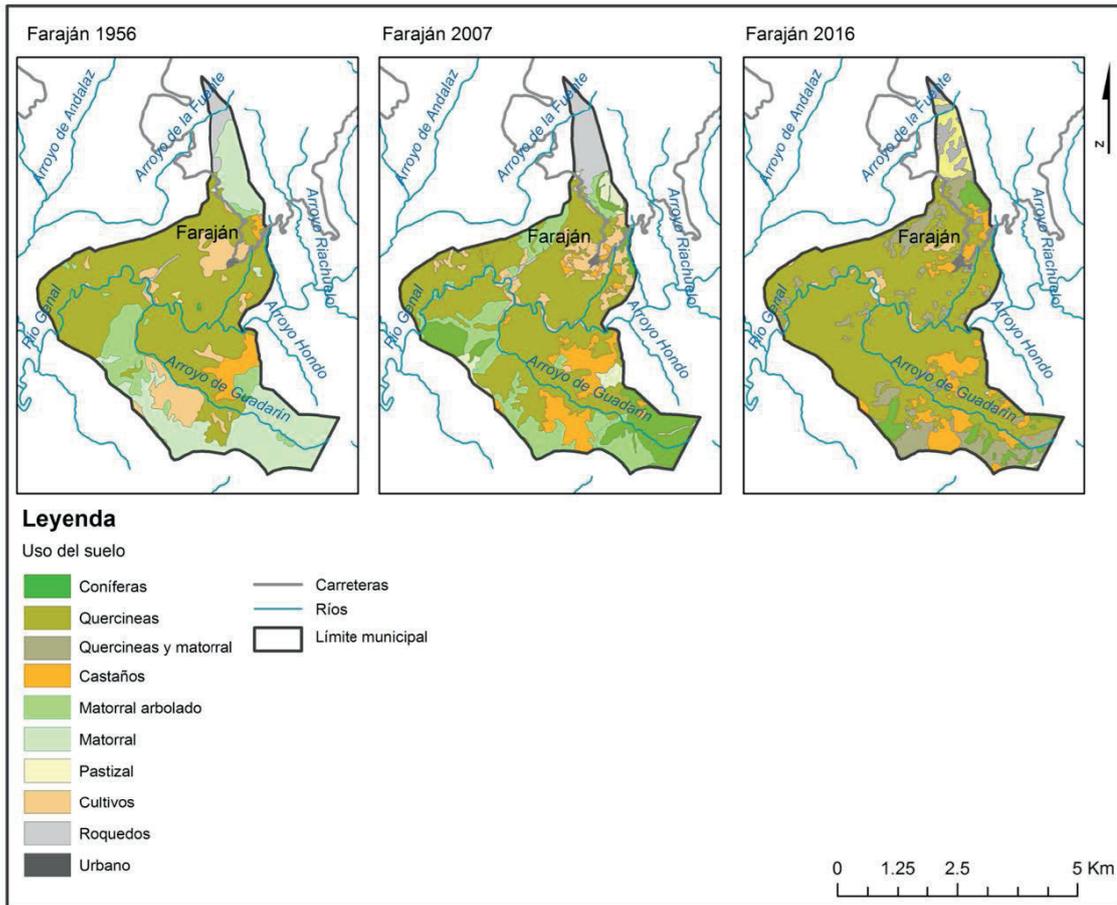
Leyenda: 1. Castañar, 2. Coníferas, 3. Cultivos, 4. Matorral, 5. Matorral arbolado, 6. Pastizal, 7. Quercíneas, 8. Roquedo, 9. Zona urbana

Cuadro 2. Dinámica de uso del suelo 2007-2016 (en %)

2007/2016	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	51.59	0.54	0.00	1.99	4.48	0.00	5.35	0.00	14.81
2	12.65	34.63	0.59	34.66	17.37	0.00	9.55	0.77	0.00
3	12.86	0.00	57.71	38.35	4.51	0.34	6.29	0.00	36.70
4	2.57	19.88	0.00	0.00	1.75	1.88	2.42	0.53	0.00
5	13.34	32.83	7.58	6.82	43.79	0.64	10.21	0.48	0.00
7	6.87	12.12	31.57	18.18	25.63	1.58	65.82	0.00	3.37
8	0.00	0.00	2.55	0.00	2.47	95.57	0.33	98.21	0.00
9	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	45.12
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

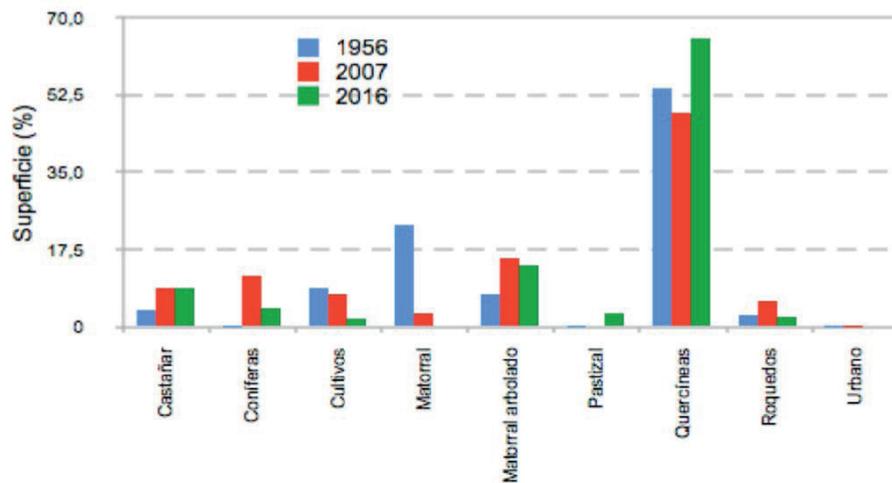
Leyenda: 1. Castañar, 2. Coníferas, 3. Cultivos, 4. Matorral, 5. Matorral arbolado, 6. Pastizal, 7. Quercíneas, 8. Roquedo, 9. Zona urbana

Mapa 3. Cartografía de los usos del suelo en el municipio de Faraján en los años 1956, 2007 y 2016



Fuente: elaboración propia a partir de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Junta de Andalucía) y trabajo de campo

Gráfico 1. Comparación de la superficie relativa ocupada por los usos del suelo del municipio de Faraján en los años 1956, 2007 y 2015



Fuente: Base Cartográfica DERA-Junta de Andalucía y elaboración propia

3.1.1. Expansión y regresión de las formaciones de coníferas

Uno de los usos del suelo más destacados por su aumento en superficie en la segunda mitad del S. XX son las formaciones de coníferas, con un 11,4% con respecto al total de superficie del municipio en 2007, siendo prácticamente inexistente en 1956. Las zonas de máxima expansión se localizaban en los extremos suroriental (vertientes occidentales del Jardón) y suroccidental (vertientes septentrionales del Cerro de la Rosa) del municipio, respectivamente. Existe un evidente aterrazamiento de ambas zonas, correspondiendo fundamentalmente a repoblaciones con pino insigne o de Monterrey (*Pinus radiata*) por su vocación maderable, donde a mediados del S. XX predominaban los pastizales y pastizales arbolados. Estas zonas estuvieron durante siglos desprovistas de verdadera cubierta vegetal arbórea como resultado de la deforestación ocurrida a mediados del siglo XVIII, para el uso de la madera como fuente de energía en la cercana Real Fábrica de Hoja de lata de Júcar, junto al incremento de roturaciones y sobrepastoreo y a la demanda de combustible por las acerías de la costa en el siguiente siglo (Castillo Rodríguez, 2002: 232). Según Gómez Zotano (2011), en 1977, se llevaron en la zona una serie de aterrazamientos y repoblaciones de pinar que en el año 2007 se encontraban en su máximo apogeo.

No obstante, de 2007 a 2016 se observa un pronunciado descenso de las superficies de pinar cubriendo el 4,1% del total de superficie. Durante el trabajo de campo se pudo constatar que en la zona se estaban desarrollando numerosas sacas, pudiendo comprobar como por debajo del dosel del pinar se ha desarrollado a lo largo de las décadas una lenta, pero importante recolonización por parte de las especies arbóreas autóctonas, con numerosos pies de alcornoques y encinas de mediana altura. Esta acción promoverá con toda seguridad la recolonización de la vegetación potencial, libre de la competencia del pinar si el proceso continúa sin perturbaciones. Hay que remarcar que dicha vegetación corresponde a una interesante comunidad de alcornoque con quejigos, incluso con una faciación hacia el melojar (*Quercus pyrenaica*), según los pies encontrados en los cortafuegos del Jardón (Pérez Latorre et al., 1996). Por tanto, este proceso respondería tanto a fines comerciales, de explotación de la madera, como medioambientales, al promover estadíos potenciales de mayor valor ecológico. Actualmente, las mayores superficies de pinar de Monterrey se localizan en el extremo sur del municipio, en la vertiente meridional del arroyo Guadarín.

Por otro lado, al norte del río Genal, al este y norte del núcleo de Faraján, se localizan importantes manchas de pinar, esta vez carrasco (*Pinus halepensis*). De naturaleza diferente al anterior, estas manchas parecen responder a la expansión natural de una especie que se ha espontaneizado, más que al resultado de actuaciones de origen antrópico. Vendría de la expansión de pinares de zonas colindantes, más que de procesos de reforestación, de los que no hemos encontrado constancia alguna. Corresponde a un conjunto de bosques de pino carrasco que sobre suelos calizos, y en esa franja altitudinal, aparecen en varios puntos de la zona. Uno de ellos, el localizado al norte del núcleo de población, sufrió un incendio a finales del siglo pasado, habiéndose recuperado de manera significativa en la actualidad. De hecho, al borde de la mancha de pinar, aparecen los individuos de mayor edad y porte, supervivientes del incendio, encontrando en la zona central una verdadera maraña de pinares de menor porte, pero gran densidad y alto grado de recuperación, especialmente en el intervalo de 2007 a 2016.

3.1.2. Expansión del matorral arbolado

El segundo tipo de cobertura que más ha aumentado en la segunda mitad del S. XX ha sido el matorral arbolado (8,1%), si bien ha sufrido cierto retroceso en los últimos años, pues ha pasado de cubrir el 15,5% de la superficie (2007) al 13,8% (2016). Entre el matorral predominan espe-

cies como *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Genista monspessulana*, *Digitales purpurea*, *Teucrium baeticum*, *Cistus ladanifer*, *Ulex baeticus*, *Calicotoma villosa* o *Pistacia lentiscus*, entre otras (Pérez Latorre, 1997). Las manchas de mayor crecimiento aparecen en el extremo meridional del municipio, justo en torno a las zonas de pinar insigne previamente señalado. Gran parte de estas áreas estaban cubiertas por pastizales en 1956 y representaban áreas donde se ha ido regenerando la vegetación natural, en forma de matorral fundamentalmente, resultado del retroceso de la ganadería por la crisis agraria y el éxodo rural de los años 60. Existe una zona de bastaste envergadura, de matorral arbolado, que ha pervivido en estos 50 años en la parte baja de la cuenca del Guadalín, en su vertiente oriental. No obstante, este tipo de cobertura vegetal puede resultar de incendios forestales antiguos; el último del que se tiene constancia en esta zona ocurrió el 28 de marzo de 1995, que afectó a 16,7 ha (Fuente: Cartografía histórica de Incendios Forestales de la Junta de Andalucía).

Las manchas de mayor extensión que aparecen en la zona al norte del río Genal, justo en la vertiente occidental del arroyo Balastar, al oeste del núcleo de población, se localizan, en cambio, en áreas que en 1956 eran bosques de quercíneas. Esta posible degradación podría responder al aumento en esas parcelas de la presión por parte de la ganadería porcina de montanera, lo que ha llevado, por un lado, a un cierto aclarado de la masa forestal, especialmente en su estrato arbustivo, y por otro, de manera complementaria a lo anterior, al fomento de ciertos procesos de erosión que favorecen la formación de acarcavamientos y el movimiento de laderas a pequeña escala que, aunque de escasa entidad, puede ir creciendo de manera progresiva y llevando a una pérdida paulatina de suelos y de masa vegetal si no se gestiona con cuidado. Habría que realizar estudios de mayor detalle a fin de constatar adecuadamente esta hipótesis. Hay que destacar que éstos representan los mejores encinares del Alto Genal (Castillo Rodríguez, 2002: 58), por lo que la necesidad de su conservación se hace más que necesaria.

El descenso del matorral arbolado responde a la transición de éste hacia estadios más desarrollados del bosque mediterráneo de encinar, principalmente, tal como podemos comprobar en la tabla 2 (un 43,79% de la formación de quercíneas en 2016 proviene de zonas de matorral arbolado en 2007).

3.1.3. Expansión del castañar

Es el castañar el tercer aprovechamiento que más ha aumentado su extensión en el más de medio siglo estudiado con un 5,4%. Con respecto al año 1956 son dos las zonas donde se centra dicho aumento. De un lado, en los alrededores del pueblo, en parcelas de no demasiada extensión, pero en múltiples localizaciones donde medio siglo atrás aparecían cultivos de secano y manchas de quercíneas principalmente. De otro, con una expansión de mayor relevancia, al sur del río Genal, en el extremo oriental, en las vertientes septentrionales y occidentales del Cerro de los Castillejos, en torno a una mancha de castañar bastante amplia ya existente en 1956, y, como novedad, en el extremo meridional del municipio, en la zona conocida como “La Ventura”, en detrimento de zonas tanto de formaciones de quercíneas, cultivos de secano, como de matorral y en este orden, en el periodo 1956-2007 (Cuadro 1), mientras que de matorral arbolado, cultivos de secano y coníferas en el 2007 - 2016 (Cuadro 2).

Esta expansión del castañar, si bien ralentizada en la última década, es reflejo de la expansión generalizada que ha tenido en diversos puntos del valle, especialmente en el Alto Genal, especialmente en los años 90 por las ayudas europeas a través de los fondos LEADER y la consecuente

creación de una cooperativa de segundo grado, VALGENAL, en Pujerra y Jubrique (Torremocha, 2001). Esta expansión es similar a la acontecida en el cercano municipio de Pujerra (Gómez Zotano, 2011).

No obstante, el aumento del castaño ha venido a agudizar los problemas de erosión que ya comenzaron en la zona en el S. XVIII, por el aumento de presión demográfica, las deforestaciones realizadas para la Real Fábrica de Júcar y la actividad ganadera de los oligarcas de Ronda, problemas que actualmente se ven favorecidos por el aumento incontrolado de pistas, el abandono y deterioro de los bancales y sus muros, y como señalábamos a las labores a “mata rasa” desarrolladas en el castaño (Castillo Rodríguez, 2002: 147-148).

3.1.4. Detrimiento de la superficie de matorral vs. aumento de las formaciones de quercíneas

El aumento de estos usos y aprovechamientos se realiza a costa de otros que ven menguada su extensión, en este caso el matorral, principalmente. El matorral, cuyas especies predominantes fueron nombradas anteriormente, ha pasado del 23,1% (1956) al 0.4% (2016), produciéndose su mayor cambio en el extremo meridional del municipio, en las vertientes localizadas entre el Cerro de la Rosa y el Jardón. El retroceso del matorral puede responder a la regeneración de los bosques de quercíneas al decrecimiento de la presión ganadera producto de la crisis agraria de los años 50 y 60. Todo ello provocó una regeneración natural, que ha llevado a una mayor reforestación a nivel general en estas montañas en las últimas décadas.

3.2. Análisis espacial y de fragilidad visual del castaño

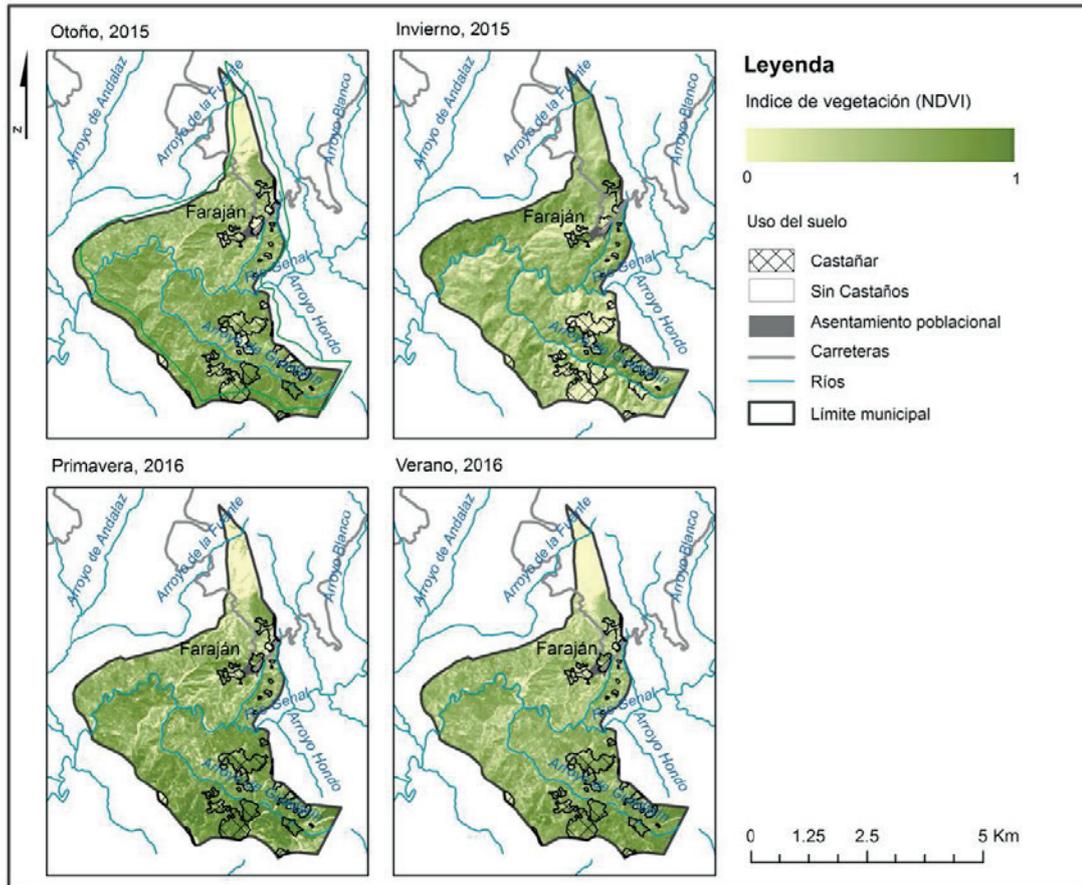
3.2.1. Índice de Vegetación Normalizado (NVDI) y modelo de densidad de Kernel

De la aplicación del Índice de Vegetación Normalizado (NVDI) (Cuadro 3 y mapa 4) se constata la enorme variabilidad en las formaciones de castaño, cuya cubierta vegetal, siguiendo su fenología estacional de pérdida de hoja de carácter anual, muestra las mayores diferencias en las estaciones de Invierno y Primavera (Imagen 2). Esto conlleva una serie de consecuencias importantes, especialmente en relación al grado de protección que dicha formación ofrece para el suelo.

Cuadro 3. Variaciones del NDVI en zonas ocupadas por castaño por estaciones del año

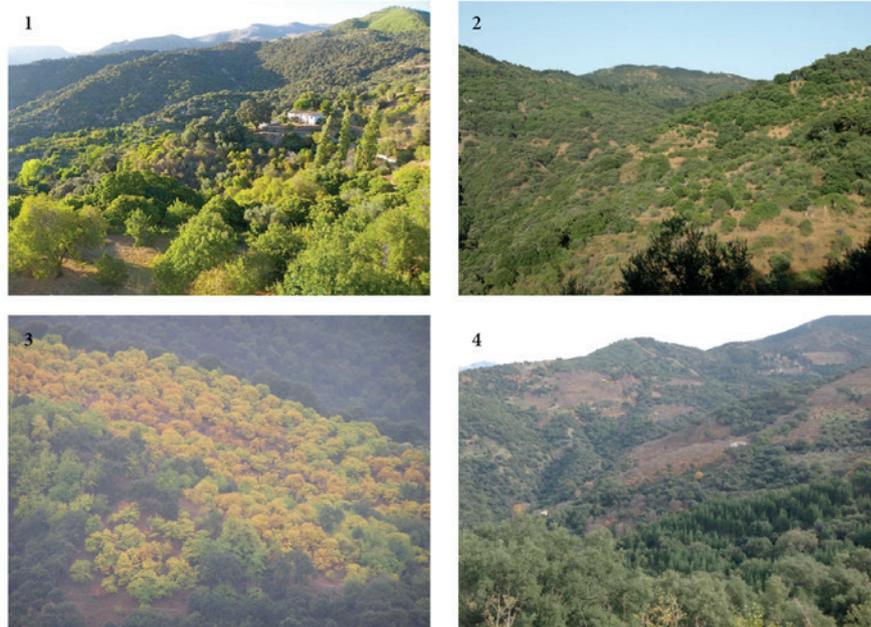
	Mínimo	Máximo	Rango	Promedio	Desviación Estándar
Invierno	-0.04445	0.44020	0.48466	0.11858	0.07584
Primavera	0.036281	1.000000	0.96372	0.78980	0.19584
Verano	-0.08415	0.883871	0.968029	0.554602	0.17185
Otoño	-0.04572	0.888941	0.934669	0.488419	0.20694
Anual	0.050698	0.731450	0.680752	0.487850	0.115594

Mapa 4. Cartografía del NDVI en cada una de las estaciones, desde primavera de 2015 a invierno 2015-16, en el municipio de Faraján



Fuente: elaboración propia a partir del análisis de imágenes de satélite Landsat 8-OLI

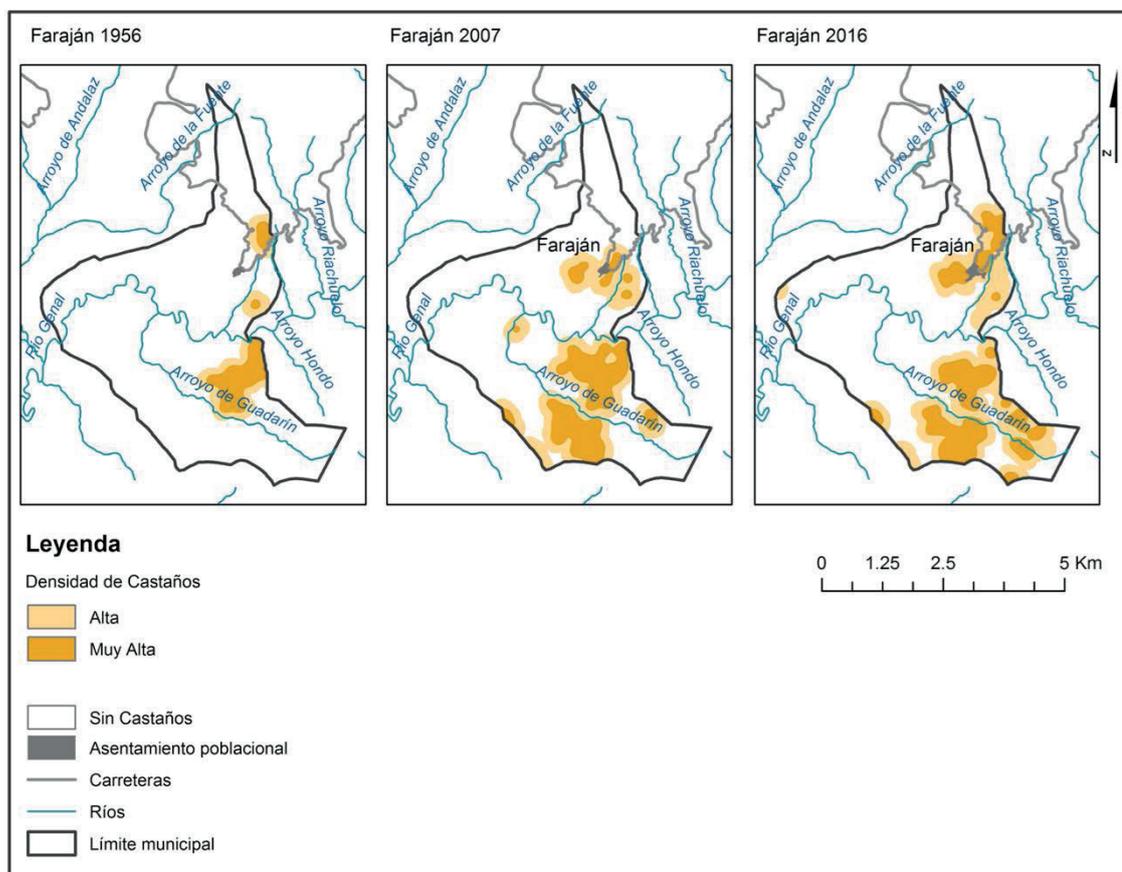
Imagen 2. Cambios estacionales en los castañares: primavera (1), verano (2), otoño (3) e invierno (4)



Fuente: Juan F. Martínez Murillo y J. Jesús Delgado Peña

La aplicación del modelo de densidad de Kernel (Mapa 5) refuerza la idea de la expansión del castañar en el periodo estudiado. Desde un conjunto de manchas en el extremo oriental del municipio en su parte central, principalmente en la vertiente norte del arroyo Guadarín, el castañar se ha expandido de manera muy notable hacia la parte alta y meridional de dicha cuenca, así como en los alrededores del núcleo de Faraján. Estas zonas de mayor densidad para el año 2016 coincidirían con las que muestran un menor Índice NVDI en la estación de Invierno.

Mapa 5. Cartografía del modelo de densidad de Kernel aplicado a los castañares, en los años 1956, 2007 y 2016



Fuente: elaboración propia a partir de Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Junta de Andalucía) y trabajo de campo

3.2.2. Índices de Ecología del Paisaje de los castañares

Se calcularon una serie de índices de ecología del paisaje para analizar su estructura y evolución durante el periodo analizado. Los resultados obtenidos en el Índice de Diversidad de Shannon fueron 1,33, 1,57 y 1,20 en los años 1956, 2007 y 2016. En general, al ser valores lejanos de 0, el índice muestra una estructura de paisaje que tiende en la diversidad y fractura en teselas de diferente uso y/o tipo de cubierta vegetal. Esta diversidad fue máxima en 2007 y mínima en 2016, año en el que la estructura del paisaje se acerca más a la uniformidad.

En el caso del Índice de Uniformidad de Shannon, los valores obtenidos por este algoritmo sigue la misma tendencia temporal que el índice de diversidad. El resultado indica que la estructura del paisaje en el municipio de Faraján está en una situación intermedia entre la distribución total-

mente equitativa y uniforme de los diferentes usos y coberturas que lo conforman (valor 1), y la opuesta (valor 0). No obstante, entre ambos extremos, el paisaje del municipio parece tender más hacia el primer tipo de distribución.

Si considerásemos la existencia de solo dos usos (castaños y el resto de usos agrupados), con el fin de observar la incidencia del castañar en la estructura del paisaje, obtenemos los siguientes índices de Diversidad de Shannon: 0,16, 0,30 y 0,30 en 1956, 2007 y 2016, respectivamente. En el caso del Índice de Uniformidad de Shannon, los resultados son 0,22, 0,43 y 0,44 en 1956, 2007 y 2016, respectivamente. En ambos, de los resultados se desprende el hecho de que el castañar gana importancia en la estructura del paisaje a consecuencia de su incremento en superficie ocupada. Ello, pone de relieve la importancia del análisis de la fragilidad visual del paisaje del municipio y su entorno, pues se trata de un uso con importantes cambios estacionales en su impacto visual debido a la variable fenología del castaño a lo largo de las estaciones del año.

3.2.3. Fragilidad visual de los castaños

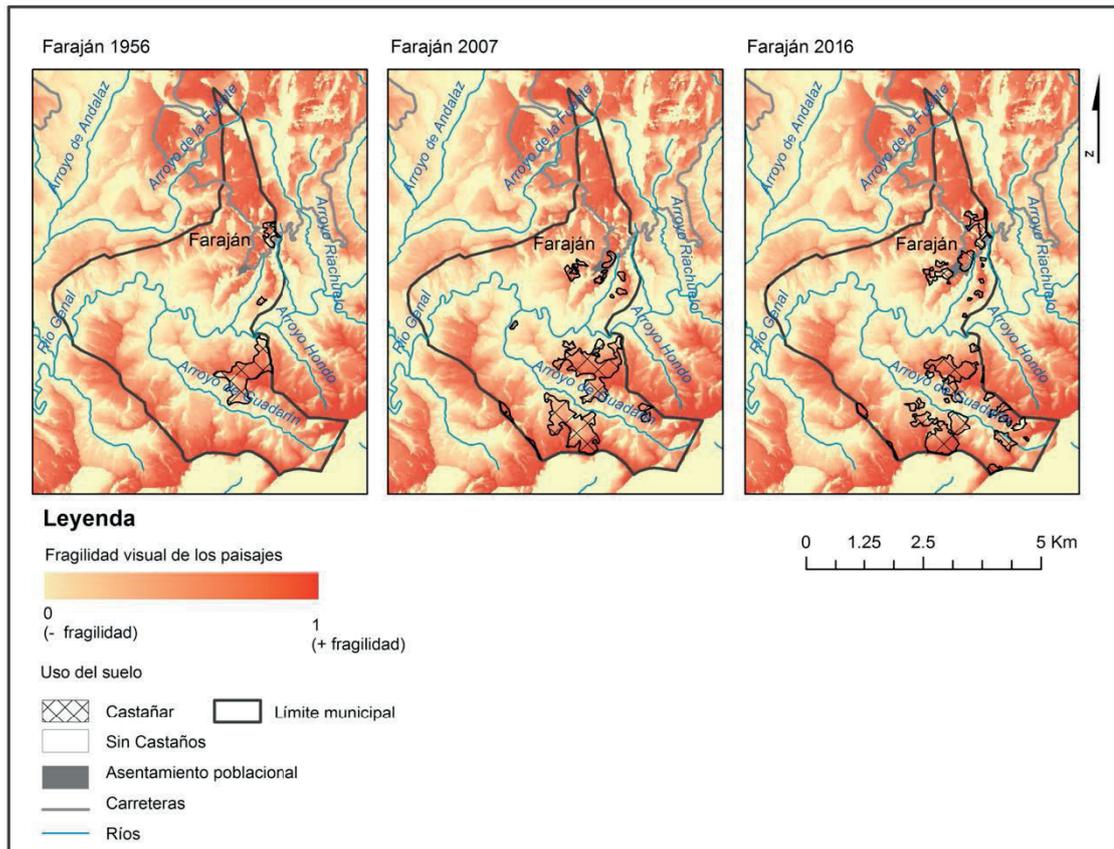
En el cuadro 7, se muestra los valores de superficie ocupada por castaños en el municipio de Faraján, para cada uno de los niveles de fragilidad visual definidos, en los años 1956, 2007 y 2016. En todos los años, más del 60% de los castaños ocupan espacios de alta o muy alta visibilidad, frente a las áreas con cultivos de castaños, de escasa o baja visibilidad, que no supera el 40% restante.

El mapa 6 reúne la cartografía de fragilidad visual del municipio obtenida considerando el Modelo Digital de Elevaciones obtenido para el área de estudio y las vías de comunicación tomadas en cuenta. Las zonas más elevadas del municipio son aquéllas habitualmente más visibles desde dichas vías de comunicación. Si a ella, superponemos las áreas cartografiadas como castaños en 1956, 2007 y 2016, se observa cómo se corrobora la fragilidad visual del paisaje de los castaños, expuesto a los cambios estacionales de esta planta desde todas las vías de comunicación consideradas. Estos cambios estacionales introducen elementos cualitativos en la valoración del paisaje del municipio, muy valorado por sus visitantes (que se hace extensivo a municipios limítrofes con semejantes o superiores superficies de castaños). Por ello, se trata de un paisaje de montaña cuya fragilidad visual está intrínsecamente ligada a la propia exposición visual del cultivo de castaño en la actualidad.

Cuadro 7. Visibilidad de las zonas ocupadas por el Castañar en 1956, 2007 y 2016. Fuente: elaboración propia

Visibilidad	1956	2007	2016
Nula o escasa	13.5	7.5	13.8
Baja	26.5	31.9	21.8
Alta	27.7	30.1	27.7
Muy alta	32.3	30.5	36.7
	100.00	100.00	100.00

Mapa 6. Cartografía de la fragilidad visual del paisaje del municipio de Faraján y la superficie ocupada por los castaños en los años 1956, 2007 y 2016



Fuente: elaboración propia a partir del Modelo Digital del Terreno, con base topográfica E = 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional y de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Junta de Andalucía)

4. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, las conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. El municipio de Faraján ha experimentado importantes cambios en sus usos del suelo desde 1956 hasta 2016. En general, como ha sido norma generalizada en la montaña mediterránea durante la segunda mitad del siglo XX, puede decirse que ha habido un descenso de la superficie cultivada, un incremento de los campos abandonados, y un aumento de la cubierta vegetal, tanto por expansión del matorral como de formaciones arbóreas, es decir, del monte mediterráneo. Ello ha redundado en un aumento de la heterogeneidad del paisaje como indican los índices de ecología aplicados.
2. De todos los usos, se ha prestado especial interés al castañar pues, como también ha ocurrido en el entorno del municipio de Faraján, la superficie ocupada por este cultivo se ha incrementado en las últimas décadas. Dicho incremento tiene importantes consecuencias ecológicas, geomorfológicas y económicas, que deberán ser estudiadas en mayor profundidad en futuros estudios. La expansión de este cultivo puede conllevar problemas de erosión del suelo y aumento de la arroyada superficial, con los consiguientes problemas en la gestión de los recursos agrológicos e hídricos y la posible afección a infraestructuras, habida cuenta de la marcada diferenciación estacional de su cobertura y a la práctica de desbroce total del sotobosque.

3. De todas las posibles consecuencias del incremento de la superficie ocupada por el castañar, se ha analizado en este estudio su impacto en el paisaje, tanto desde un punto de vista espacial como temporal. La expansión de este cultivo puede conllevar cambios en la fragilidad visual del paisaje de montaña del municipio de Faraján, puesto que el incremento de su superficie se ha hecho a expensas de espacios situados en áreas de alta o muy alta visibilidad. Ello es aún más determinante pues el castaño, dada su propia naturaleza y fenología, corroborados por el análisis espacio-temporal del índice normalizado de vegetación, introduce cambios estacionales considerables en el paisaje, muy valorados por su estética.
4. Desde el punto de vista metodológico, la combinación de técnicas de teledetección para el análisis de imágenes de satélite, la foto-interpretación de imágenes aéreas orto-rectificadas, y la aplicación de técnicas de análisis espacial en ámbito SIG ha hecho posible alcanzar unos resultados satisfactorios en relación a los objetivos del estudio, si bien se reivindica como absolutamente necesario el trabajo de campo para la validación de la cartografía generada. Para terminar, en otro sentido, es necesario llevar a cabo propuestas en la línea de crear nuevas figuras de protección para el valle del Genal, haciendo un especial hincapié en la fragilidad visual de su paisaje, ligado a los castañares (además de en otras áreas de especial valor: riberas, torcal de la Sierra del Oreganal y las lomas del Jardón).

5. Referencias bibliográficas

- Arnáez, José et al. (2008). “Cambios en la cubierta vegetal y usos del suelo en el Sistema Ibérico noroccidental entre 1956 y 2001: Los Cameros (La Rioja, España)”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47, 195 - 211.
- Bishop, Ian D. (2002). “Determination of Thresholds of Visual Impact: The Case of Wind Turbines”. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 29-5.
- Bishop, Ian D. (2003). “Assessment of Visual Qualities, Impacts, and Behaviours, in the Landscape, by Using Measures of Visibility”. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 30-5.
- Carpena, José María et al. (1998). “Las comunidades naturales: vegetación y fauna”. En: Gómez Moreno, María Luisa (coord.). *El Genal apresado Agua y planificación: ¿desarrollo sostenible o crecimiento ilimitado?* Bilbao: Bakeaz - Coagret.
- Castillo Rodríguez, José Antonio (2002). *El valle del Genal: paisajes, usos y formas de vida campesina*. Málaga: CEDMA.
- Castillo Rodríguez, José Antonio et al. (1998). “Soluciones alternativas. El desarrollo sostenible en la política regional”. En: Gómez Moreno, María Luisa (coord.). *El Genal apresado Agua y planificación: ¿desarrollo sostenible o crecimiento ilimitado?* Bilbao: Bakeaz - Coagret.
- Clevers, Jan (2014). “Beyond NDVI: Extraction of Biophysical Variables From Remote Sensing Imagery”. En: Manakos, I. y Braun, M. (eds.). *Land Use and Land Cover Mapping in Europe. Practices & Trends*. Dordrecht: Springer.
- Delgado Peña, J. Jesús (2004). “Evolución de los usos del suelo y de la cubierta vegetal en el municipio de Faraján (Málaga)”. En: López, N. et al. (coord.). *Estudios en Biogeografía 2004*. Terrasa: ASTER.
- Fisher, F. M. (1995). “An Exploration of Probable Viewsheds in Landscape Planning”. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 22.
- Gómez Moreno, María Luisa (1989). *La montaña malagueña, estudio ambiental y evolución de su paisaje*. Málaga: CEDMA.
- Gómez Zotano, José (2011). “El castañar de Pujerra: caracterización geohistórica de un paisaje agroforestal singular”. *Takurunna*, 1, 47-82.
- Hostert, Patrick (2015). “Time Series Analyses in a New Era of Optical Satellite Data”. En: Kuencer, C., Dech, S. y Wagner, W. (eds.). *Remote Sensing Time Series. Revealing Land Surface Dynamics*. Cham: Springer.
- IECA. *Andalucía pueblo a pueblo - Fichas municipales*. Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/htm/sm29052.htm> [consulta: 11 de octubre de 2016].

- Key, Carl H. y Benson, Nathan C. (2006). *Landscape assessment: Sampling and analysis methods*. General Technical Report. Fort Collins: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Khorram, Siamak et al. (2016). *Principles of Applied Remote Sensing*. Nueva York: Springer.
- Manakos, Ioannis y Lavender, Samantha (2014). "Remote Sensing in Support of the Geo-information in Europe". En: Manakos, I. y Braun, M. (eds.). *Land Use and Land Cover Mapping in Europe. Practices & Trends*. Dordrecht: Springer.
- Miller, J.D., Yool, S.R. (2002). "Mapping forest post-fire canopy consumption in several overstorey types using multi-temporal Landsat TM and ETM+ data". *Remote Sensing and Environment*, 82, 481-496.
- Moreno, Saturnino et al. (1998). "Propuesta para la declaración del valle del río Genal como parque natural". En: Gómez Moreno, María Luisa (coord.). *El Genal apresado Agua y planificación: ¿desarrollo sostenible o crecimiento ilimitado?* Bilbao: Bakeaz - Coagret.
- Patterson, Mark y Hoalst-Pullen, Nancy (2010). "Geotechnologies in Environmental Management". En: Patterson, M. y Hoalst-Pullen, N. (eds.). *Geospatial Technologies in Environmental Management*. Dordrecht: Springer.
- Pérez Latorre, Andrés V. (1996). *Fitogeografía del Sector Aljibico (Cádiz, Málaga)*. Vértice de educación (dossier). Málaga: Junta de Andalucía, Consejería de Educación y Ciencia.
- Pérez Latorre, Andrés V. (1997). "La vegetación del Valle del Genal y su conservación". *Acta Botánica Malacitana*, 21, 241-267.
- Sang, Neil (2016). "Wild Vistas: Progress in Computational Approaches to "Viewshed" Analysis". En: Carver, S. y Fritz, S. (eds.). *Mapping Wilderness. Concepts, Techniques and Applications*. Dordrecht: Springer.
- Torremocha, Eva (2001). *Los castaños del valle del Genal (Málaga). un cultivo tradicional*. Málaga: Colección Biblioteca Popular Malagueña. CEDMA.
- Turner, Monica G., Gardner, Robert H., O'Neill, Robert V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice*. New York, Springer.

Sobre los autores/as

JOSÉ JESÚS DELGADO PEÑA

José Jesús Delgado Peña. Doctor en Geografía y Licenciado en Comunicación Audiovisual por la Universidad de Málaga, en la actualidad es Profesor Titular de Universidad de Geografía Física adscrito al Departamento de Geografía y Director del Aula de Mayores de dicha universidad. Es por ello que desarrolla investigaciones tanto en el ámbito de la Ecología del Paisaje, especialmente en lo referente a las Dinámicas temporales con respecto a los Usos del Suelo y la Evolución de las comunidades vegetales, como en el campo de la Educación de las Personas Mayores, con especial hincapié en el desarrollo de las competencias geoespaciales. Entre sus últimas publicaciones se cuenta con:

J.J. Delgado Peña. "El pinsapar. Apuntes biogeográficos, fisionómicos y de composición fitosociológica", en Excursiones geográficas por la provincia de Málaga. Editorial Asociación de Geógrafos Españoles, 2015.

J.J. Delgado Peña. "Using the Iberpix Geobrowser for Teaching Geography: Perspectives from Active Learning Methodologies", en Innovative Learning Geography in Europe: New Challenges for the 21st Century. Cambridge Scholars Publishing, 2014.

J.J. Delgado Peña, R. Campoy Gómez, P. Subires Mancera. Geografía, TICs e Inclusión Social: Empoderamiento ciudadano desde el ámbito educativo para una regeneración urbana. Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada, 2014.

J.J. Delgado Peña (Ed.). Geographical and geolocation competences for people in later life. OUTDOOR ICT Grundtvig Partnership, 2013.

RICARDO REMOND NOA

Ricardo Remond Noa. Doctor en Geografía por la Universidad de La Habana. Actualmente, es Profesor Titular de la Facultad de Geografía de dicha universidad. Sus principales líneas de investigación están relacionadas con la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y los sensores remotos al estudio del medio ambiente, el turismo y el ordenamiento territorial. Entre sus últimas publicaciones, destacan las siguientes:

J. M. González, R. Remond, O. Rullan, S. Vives. Urban growth and dual tourist city in the Caribbean. Urbanization in the hinterlands of the tourist destinations of Varadero (Cuba) and Bavaro-Punta Cana (Dominican Republic). *Habitat International*, 2016.

J.F. Martínez Murillo, R. Remond, P. Hueso-González, J.D. Ruiz-Sinoga, Resiliencia de la cubierta vegetal en un área de montaña mediterránea afectada por el fuego: el caso del incendio de río Verde (provincia de Málaga, sur de España). *Pirineos*, 2016.

R. Remond, M. González, E. Navarro. Ocupación y usos del suelo en la península de hicacos (varadero, Cuba). Análisis espacial de las parcelas hoteleras y la zona costera de titularidad pública. *Eure*, 2015

J. M. González, E. Salinas, E. Navarro, A. Artigues, R. Remond, I. Yrigoy, M. Echarri, Y. Arias. The city of Varadero (Cuba) and the urban construction of a tourist enclave. *Urban Affairs Review*, 2014.

J.D. Sinoga, R. Remond. An Analysis of the Spatial Colonization of Scrubland Intrusive Species in the Itabo and Guanabo Watershed. Cuba. *Remote Sensing*, 2010.

JUAN F. MARTÍNEZ MURILLO

Juan F. Martínez Murillo. Doctor en Geografía por la Universidad de Málaga. Actualmente, es Profesor Titular de Universidad de Geografía Física adscrito al departamento de Geografía de dicha universidad. Sus principales líneas de investigación son el estudio del paisaje eco-geomorfológico y de los procesos asociados a su dinámica, tanto de índole físico-natural como humana, especialmente, los procesos erosivos y la degradación del suelo. Entre sus últimas publicaciones, destacan las siguientes:

J.F. Martínez Murillo, R. Remond, P. Hueso-González, J.D. Ruiz-sinoga, Resiliencia de la cubierta vegetal en un área de montaña mediterránea afectada por el fuego: el caso del incendio de río Verde (provincia de Málaga, sur de España). *Pirineos*, 2016.

J.F. Martínez Murillo, P. Hueso-González, J.D. Ruiz-sinoga, H. Lavee. Effects of an experimental fire on soil loss under different rainfall erosivity conditions. *Land Degradation & Development*, 2016.

E. Ferre Bueno, J.D. Ruiz-Sinoga, F.B. Galacho Jiménez, J.F. Martínez Murillo. Excursiones geográficas por la provincia de Málaga. Editorial Asociación de Geógrafos Españoles, 2015.

J.D. Ruiz-sinoga, A. Romero Díaz, J.F. Martínez Murillo, M.A. Gabarrón Galeote. Incidencia de la dinámica pluviométrica en la degradación del suelo. Sur de España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 2015.

J. Rodrigo Comino, C. Brings, T. Lassu, T. Iserloh, J.M. Senciales González, J.F. Martínez Murillo, J.D. Ruiz Sinoga, M. Seeger, J.B. Ries. Rainfall and human activity impacts on soil losses and rill erosion in vineyards (Ruwer Valley, Germany). *Solid Earth*, 2015.