

Análisis de la calidad visual del paisaje en la vía verde del Val de Zafán

I. Kurshakov

Universitat Rovira i Virgili. C. Joanot Martorell 15, 43480 Vila-seca.

igor.kurshakov@estudiants.urv.cat

RESUMEN: El presente artículo investiga el concepto del paisaje y su calidad visual. Los valores paisajísticos constituyen un patrimonio importante hoy en día, por lo cual la evaluación de los paisajes no pierde actualidad. Para poder abarcar todo el complejo de componentes que determinan un paisaje, se requiere una metodología amplia. En el trabajo dado en primer lugar se han aplicado los Sistemas de Información Geográfica que ofrecen una vasta variedad de herramientas y recursos operacionales para trabajar con grandes volúmenes de datos espaciales. En segundo lugar, un tema tan complicado como paisaje necesita un enfoque metodológico de cierta universalidad. Por eso esta investigación se basa en los principios de Evaluación Multicriterio y aquellos métodos que se suelen combinarse con la EMC. En tercer lugar, el análisis realizado se centra en la vía verde del Val de Zafán, que atraviesa las comarcas Baix Ebre y Terra Alta del sur de Cataluña. Tal tipo de vías férreas reconvertidas se han hecho populares con el desarrollo del turismo verde y el interés por ciclismo como movilidad sostenible. La combinación de este transporte y las vías verdes da acceso a un amplio recurso paisajístico de las zonas rurales y espacios protegidos. Considerando el desarrollo de las dichas infraestructuras que se procede en los últimos años, en este artículo se ha planteado realizar la evaluación de la calidad del paisaje perceptible a partir de la vía verde del Val de Zafán. Además, la investigación abarca el tema del carácter del uso de la vía mencionada con el fin de poder comparar un análisis de calidad paisajística con la percepción popular de los mismos paisajes. Para eso se ha hecho una referencia a la Información Geográfica Voluntaria y el recurso Wikiloc en particular. Los resultados del estudio dado demuestran que el tema tocado merece más atención académica y nuevos estudios del paisaje.

Palabras-clave: paisaje, calidad visual, sistemas de información geográfica, evaluación multicriterio, vías verdes, Tierras del Ebro.

RESUM: El present article investiga el concepte del paisatge i la seva qualitat visual. Els valors paisatgístics constitueixen un patrimoni important avui dia, per la qual cosa l'avaluació dels paisatges no perd actualitat. Per a poder abastar tot el complex de components que determinen un paisatge, es requereix una metodologia àmplia. En el treball donat en primer lloc s'han aplicat els Sistemes d'Informació Geogràfica que ofereixen una vasta varietat d'eines i recursos operacionals per a treballar amb grans volums de dades espacials. En segon lloc, un tema tan complicat com paisatge necessita un enfocament metodològic d'una certa universalitat. Per això aquesta recerca es basa en els principis d'Avaluació Multicriteri i aquells mètodes que se solen combinar-se amb la EMC. En tercer lloc, l'anàlisi realitzada se centra en la Via verda del val de Zafán, que travessa les comarques Baix Ebre i Terra Alta del sud de Catalunya. Tal tipus de vies fèrries reconvertides s'han fet populars amb el desenvolupament del turisme verd i l'interès per ciclisme com a mobilitat sostenible. La combinació d'aquest transport i les vies verdes dóna accés a un ampli recurs paisatgístic de les zones rurals i espais protegits. Considerant el desenvolupament d'aquestes infraestructures que es procedeix en els últims anys, en aquest article s'ha plantejat realitzar l'avaluació de la qualitat del paisatge perceptible a partir de la via verda del Val de Zafán. A més, la recerca abasta el tema del caràcter de l'ús de la via esmentada amb la finalitat de poder comparar una anàlisi de qualitat paisatgística amb la percepció popular dels mateixos paisatges. Per a això s'ha fet una referència a la Informació Geogràfica Voluntària i el recurs Wikiloc en particular. Els resultats de l'estudi donat demostren que el tema tocat mereix més atenció acadèmica i nous estudis del paisatge.

Paraules-clau: paisatge, qualitat visual, sistemes d'informació geogràfica, avaluació multicriteri, vies verdes, Terres de l'Ebre.

ABSTRACT: This article investigates the concept of landscape and its visual quality. Landscape values constitute an important heritage today, which is why the evaluation of landscapes does not lose relevance. In order to cover the entire complex of components that determine a landscape, a broad methodology is required. In the given work in the first place, Geographic Information Systems have been applied, which offer a vast variety of tools and operational resources to work with large volumes of spatial data. Second, a subject as complicated as landscape requires a methodological approach of a certain universality. That is why this research is based on the principles of Multicriteria Evaluation and those methods that are usually combined with the MCDA. Third, the analysis carried out focuses on the Val de Zafán greenway, which runs through the Baix Ebre and Terra Alta comarcas of southern Catalonia. Such reconverted railways have become popular with the development of green tourism and the interest in cycling as sustainable mobility. The combination of this transport and greenways gives access to a wide landscape resource in rural and protected areas. Considering the development of said infrastructures that has been carried out in recent years, this article has been proposed to evaluate the quality of the perceptible landscape from the Val de Zafán greenway. In addition, the research covers the issue of the nature of the use of the way to be able to compare an analysis of landscape quality with the popular perception of the same landscapes. For that a reference has been made to Voluntary Geographic Information and the Wikiloc resource in particular. The results of the given study demonstrate that the touched topic deserves more academic attention and new landscape studies.

Keywords: landscape, visual quality, geographic information systems, multi-criteria evaluation, greenways, Tierras del Ebro.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las propiedades universalmente aceptadas del paisaje consiste en su capacidad de satisfacer las necesidades estéticas y espirituales de las personas. Se sabe que diferentes paisajes a menudo se perciben de la misma manera, produciendo varias impresiones, de una satisfacción agradable o entusiasmo a un estado de opresión y miedo. Sin embargo, la comprensión científica de este fenómeno y la identificación de las leyes objetivas de la atracción estética del paisaje enfrentan el problema de subjetividad. Al mismo tiempo, la importancia práctica de los estudios paisajísticos-estéticos (bien empleados en las tareas de desarrollo regenerativo del territorio) determina el interés creciente y cada vez más actual respecto a este problema y la aparición de varios enfoques para evaluar la calidad visual del paisaje (Nikolaev, 2005).

Otro factor que influye en la evolución de los análisis de paisaje es el desarrollo de las tecnologías digitales, en concreto, de los sistemas de información geográfica (SIG). La ampliación de su funcionalidad y la aparición de unas herramientas de análisis cada vez más avanzadas permiten a los investigadores del paisaje concretizar el enfoque a partir de criterios y datos cada vez más precisos, para ampliar en lo sucesivo los catálogos especializados. Los métodos de SIG ofrecen la posibilidad de pasar de unas descripciones subjetivas y abstractas a la evaluación o análisis, basado en unas bases de datos procesadas y visualizadas. Así, con una mayor escala y una comprensión del territorio más profunda, se mejoran los resultados obtenidos.

La importancia de conservar el paisaje es evidente. Con la transformación del paisaje que se ha producido en los dos últimos siglos y el interés por comprender nuestra influencia en el medio ambiente, el mapeo y la caracterización de los paisajes se ha vuelto cada vez más importante (Vogiatzakis et al., 2006 *cit. por* Carlier et al., 2018). Según el Convenio Europeo del Paisaje (CEP), el paisaje se define como “un elemento esencial para el bienestar individual y social, cuya protección, gestión y planeamiento comportan derechos y deberes para todos” (Consejo de Europa, 2000). Hace quince años la Generalidad de Cataluña remarcó el creciente problema de degradación y banalización de la riqueza paisajística catalana (Ley 8/2005, de 8 de junio, de protección, gestión y ordenación del paisaje). Los valores ambientales, culturales e históricos de este patrimonio local sufren las consecuencias de la actividad humana como la sobre-urbanización e impactos medioambientales. La creación del Catálogo de Paisaje, establecida en la misma ley junto con la fundación del Observatorio del Paisaje, aumentó el peso de dicho elemento en la gestión de los territorios. Con tales pasos, el desarrollo regional se basa no sólo en la necesidad de avanzar, sino también en la importancia de conservar.

El paisaje como recurso juega un papel importante en las actividades de ocio como el cicloturismo. En los últimos años, el uso de la bicicleta como medio de transporte, y para la práctica deportiva y el ocio ha ido ganando popularidad convirtiéndose en una modalidad turística sostenible y respetuosa con el entorno (Moral-Moral, 2016). En este contexto las vías verdes, siendo un tipo de infraestructura que fomenta el cicloturismo, ofrecen un grande potencial para la difusión de tales actividades. Ante esta tendencia y la necesidad de

promover el desarrollo sostenible, las instituciones públicas y las empresas están mostrando un mayor interés tanto por el ciclismo, como por las vías verdes.

Es más, tal tipo de actividades se hace más popular gracias a la disponibilidad del software que permite compartir las experiencias con otras personas de la misma afición. Se trata de la programación de Información Geográfica Voluntaria (IGV), que realizan un notable aporte a los estudios de turismo y geografía. Facilita ampliar el potencial de investigaciones gracias al amplio acceso a los datos espaciales que ofrecen.

En noviembre de 2020 la administración hizo pública la próxima ejecución del proyecto de la vía verde del “Carrilet de la Cava” entre Tortosa y la Aldea en la comarca del Baix Ebre. El mencionado proyecto permitirá unir este tramo a la vía verde de Val de Zafán y “consolidará el cicloturismo de la comarca del Baix Ebre y de las Tierras del Ebro” (Consell Comarcal del Baix Ebre, 2020). Tomando en cuenta el futuro desarrollo de la infraestructura verde en la región y la ampliación del itinerario del Val de Zafán con aproximadamente 10 km, se hace necesario el estudio de los paisajes que la rodean, considerando la vía verde como “un punto de observación continuo”. El presente trabajo pretende elaborar un mapa de la calidad visual del paisaje de la vía verde del Val de Zafán en su tramo catalán. Para conseguirlo, en primer lugar, se identificaron y evaluaron los componentes característicos del paisaje en los territorios de las comarcas de Terra Alta y Baix Ebre con referencia a la vía verde estudiada. En segundo lugar, una vez seleccionados los componentes, se emplearon métodos de Evaluación Multicriterio (EMC) en combinación con los SIG para obtener el mapa definitivo. En tercer lugar, se planteó una tarea de comparar el resultado de la evaluación paisajística con la percepción popular de los mismos paisajes. Para eso se hizo una recogida de datos de IGV – en concreto, fotografías, publicadas en Wikiloc – para hacer una selección de “lugares populares” en el itinerario, analizar las posibles pautas en el uso de la vía y al final buscar alguna correlación entre la calidad visual del paisaje del área estudiado con las tendencias, demostradas por los visitantes de la vía verde del Val de Zafán.

2. MARCO TEÒRICO Y CONCEPTUAL

2.1. El paisaje y su calidad visual

En la actualidad existen diferentes definiciones del concepto de paisaje. El punto de vista depende tanto del ámbito de estudio, como del enfoque escogido. Partiendo del hecho de que nuestra investigación se dedica al tema de la calidad visual, observaremos el paisaje a través de la faceta estética. En el mismo CEP, el paisaje también está definido como “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos”. Estos factores actúan como el elemento crucial de cualquier estudio paisajístico moderno. Por lo tanto, el enfoque que le den los investigadores debe ser polifacético y cubrir los criterios tanto físicos, como subjetivos y culturales (Belén et al, 2016).

Varios autores aportaron sus visiones sobre los aspectos perceptibles del paisaje de modo que no hay un enfoque universal para su interpretación y evaluación. Así, desde un punto de vista del diseño y la estética, el paisaje puede ser interpretado como un concepto sujeto-objeto que denota la apariencia externa del entorno, percibido visualmente desde un punto de observación particular a lo largo del itinerario (Nikolaev, 2005). Al mismo tiempo, hace un par de décadas gozaban de popularidad dos paradigmas opuestos, a saber, el enfoque especializado realizado por expertos y el basado en la percepción popular (Arthur et al. 1977; Daniel and Vining 1983 *cit. por* Wu et al., 2006). Sobre aquella división se fundaron dos perspectivas conceptuales. Una se basa en el análisis de los elementos perceptibles por el observador, y la otra se centra en las cualidades originales de lo observado (Montoya Ayala et al, 2010; López-Contreras et al, 2019). No obstante, la evaluación del paisaje se realiza describiendo diferentes características del mismo a través de diversos conceptos, en lugar de ofrecer un valor único de calidad visual (Belén et al, 2016). La importancia de que los aspectos relativos al paisaje se analicen a partir de conceptos comparables al resto de los recursos genera la necesidad de unas bases objetivas (Montoya Ayala et al, 2010).

Por consiguiente, dichas ideas se desarrollaron en la metodología combinada. En este caso se tienen en cuenta las dos aproximaciones paralelas: la del paisaje total como un conjunto ordenado de fenómenos naturales y culturales que le atribuyen un carácter intrínseco, y la otra, la del paisaje visual perceptible (Pérez et al, 2015). Al mismo tiempo, Ruiz *et al.* (2006 *cit. por* López-Contreras et al., 2019) añade a las dos categorías mencionadas, la tercera, identificada como el paisaje simbólico asociado con eventos culturales, arte y recuerdos personales. De cualquier modo, el tema del paisaje y su evaluación ha recibido un peso significativo tanto en el ámbito público y administrativos como en la comunidad científica. En la actualidad su estudio comprende desde una descripción y posterior clasificación, hasta la valoración de la calidad, de la fragilidad y

su capacidad de uso.

La calidad visual del paisaje, a su vez, es un concepto derivado. La valoración del paisaje con el fin de medir su calidad visual en la mayoría de los casos se basa en el mismo conjunto de componentes visibles, tanto naturales como artificiales. Al mismo tiempo, es posible tomar en consideración la reacción humana, a pesar de su subjetividad.

El presente trabajo parte de los conceptos de paisaje total y paisaje visual, que están ampliamente difundidos entre los investigadores que se dedican a esta temática (Vallina, 2017). De tal modo, su combinación permite elaborar una evaluación detallada y equilibrada de la calidad visual del paisaje. Por lo tanto, la calidad visual se considera un valor asignado a todos los elementos visibles en la escena dada, y al mismo tiempo, desde un punto de vista subjetivo, se incorpora la apreciación o el juicio personal dado a la escena, de acuerdo con la belleza percibida (Jacques, 1980 *cit. por* López-Contreras et al., 2019). Finalmente, cabe añadir que tal enfoque y formulaciones permiten remarcar “la importancia de evaluar el paisaje y su calidad visual para poder fijar de forma apropiada el establecimiento de determinados usos y actividades en un territorio” (Pérez et al, 2015), lo que facilita no sólo su conservación, sino también su gestión adecuada.

2.2. Vías verdes como infraestructura

El paisaje, siendo un elemento de atracción popular importante, juega un papel esencial en el funcionamiento de este tipo de infraestructura como son las vías verdes. Hoy en día el concepto de infraestructura verde es un término ampliamente utilizado para abordar una variedad de problemas ambientales. Agencias gubernamentales, entidades sin ánimo de lucro, el mundo académico y las empresas privadas están promoviendo las infraestructuras verdes para resolver problemas desde la conservación de la tierra hasta la calidad del agua (Myers, 2013). Las vías verdes pueden ser definidas como “vías de comunicación reservadas exclusivamente para trayectos no motorizados, desarrolladas de manera integrada que mejoran tanto el medio ambiente como la calidad de vida de los alrededores” (Declaración de Lille, 2000). Esta definición incluye también una breve enumeración de los requisitos básicos para tal tipo de infraestructura: estas rutas deben cumplir con los estándares satisfactorios de anchura, gradiente y estado de la superficie para garantizar que sean fáciles de usar y de bajo riesgo para los usuarios de todas las capacidades. Resulta que las características de las vías ferroviarias abandonadas encajan perfectamente con los requisitos mencionados (Quattrone et al., 2018).

"El reciclaje" de los antiguos corredores de transporte en desuso y la construcción de nuevas infraestructuras no motorizadas multiuso se convirtió en una práctica común en las últimas décadas (Carrier et al., 2018). Aquellas líneas ferroviarias antiguas que perdieron su grado de eficiencia y pasaron a ser abandonadas y deterioradas, a pesar de su estado, son un recurso valioso y potencialmente reutilizable.

España cuenta con una de las redes de vías ferroviarias reacondicionadas más extensa de toda Europa (García-Mayor et al., 2020). El desarrollo de esta se realiza mediante el Programa Vías Verdes, dinamizado a nivel nacional por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Cabe señalar que el caso español es notable también en otros momentos. Según los datos del Área de Vías Verdes, en el año 1993 en el territorio del país había más de 7.600 kilómetros de líneas que ya fuera de servicio o en construcción inconclusa. Desde aquel entonces hasta la fecha, fueron renovados más de 3100 km de vías férreas. Junto con las vías verdes fueron restaurados los edificios ferroviarios, añadidos los equipamientos y organizados los servicios requeridos para su funcionamiento. Otro aspecto importante del programa es el trabajo intensivo de promoción del concepto de vía verde a través de eventos temáticos y con el apoyo de los actores territoriales (Aycart, 2004 *cit. por* Quattrone et al., 2018).

2.3. Información Geográfica Voluntaria

El concepto crucial en el marco de la IGV es la participación de la población. La IGV se compone de tres elementos: la gente que colecta la información, las tecnologías de SIG que ayudan a transmitir y utilizarla, y la generación de datos e información geográfica. Este último elemento es fundamental y es “el que asigna nombre a esta forma de participación voluntaria en la recolección y suministro de información” (Hernández Magaña et al.).

Wikiloc, a su vez, es una web-aplicación gratuita, originaria de España, en la que se pueden almacenar y compartir datos espaciales. El funcionamiento del recurso cubre una vasta lista de tipos de actividades al aire libre, entre las cuales se destacan ciclismo y senderismo. Además de la posibilidad de crear y modificar itinerarios georreferenciados, Wikiloc permite añadir fotos con localización y todo tipo de descripciones y detalles útiles sobre los tracks. En el campo académico sigue creciendo el interés por este y otros recursos similares. Se aprecia la accesibilidad a los datos y el potencial de abarcar un contexto que en otras condiciones requeriría un serio trabajo de campo.

Tales servicios como OpenStreetMap (OPS), CartONG, varios análogos de Wikiloc con enfoque deportivo – Komoot y Strava – reciben cada vez mayor difusión tanto popular, como académica. Considerando lo mencionado, la introducción del análisis de los datos procedentes de Wikiloc parece ser un complemento de valor.

2.4. Área de estudio

En este trabajo se investiga la vía verde del Val de Zafán que cuenta con aproximadamente 170 km de longitud. La vía verde de la Val de Zafán atraviesa tres comarcas de aragonesas, Bajo Martín, Bajo Aragón y Matarraña, y continúa por el territorio catalán hasta la desembocadura del río Ebro. Su tramo catalán pasa por el territorio de las comarcas del ámbito funcional de las Tierras del Ebro – Terra Alta y Baix Ebre. Las dos secciones de la vía verde tienen una extensión de 23 y 26 km respectivamente, sumando un total de 49 km. Ambas son vías asfaltadas y cuentan con una serie de túneles, viaductos y estaciones antiguas rehabilitadas, áreas de descanso con paneles informativos y otros equipamientos turísticos. También la ruta cuenta con más de 20 Espacios Naturales Protegidos localizados a una distancia no más de 5 km, entre los cuales destaca el Parque Natural de Els Ports. La vía verde del Val de Zafán surgió en 1998, cuando se iniciaron las obras de restauración en el sector de la Terra Alta.

El área de estudio corresponde al espacio de la misma vía verde y los territorios que la rodean a una distancia de 15 km, por ser este el máximo umbral de alcance visual de la vista humana. En dicha área se encuentran más de 20 unidades de paisaje, tanto en el territorio de las Tierras del Ebro como en el de la Matarraña aragonesa. La vía verde del Val de Zafán ofrece una experiencia paisajística muy variada, presentando diferentes tipos de relieve, vegetación y escala de visibilidad de la actividad humana.

3. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO (EMC) EN LOS ESTUDIOS DE PAISAJE

La elaboración de un mapa de calidad visual del paisaje es un proceso complicado, vinculado a una vasta serie de elementos. Debido a la necesidad de analizar múltiples criterios, en la presente investigación estos se integran mediante un algoritmo de Evaluación Multicriterio (EMC). La EMC, a su vez, se incorpora a un Sistema de Información Geográfica. La mayoría de los investigadores está de acuerdo en que las reglas de decisión compensatoria (por ejemplo, la sumatoria lineal ponderada o la distancia al punto ideal), donde los factores se ponderan según su importancia, son los métodos de toma de decisiones más conocidos y ampliamente utilizados con múltiples atributos y pueden usarse en la toma de decisiones basada en SIG (Rodríguez y Mokrova, 2020).

La EMC cubre un conjunto de herramientas de asistencia en los procesos de toma de decisiones (Malczewski, 2009) en los que se evalúan diferentes alternativas. Estas opciones se determinan por múltiples objetivos y criterios en conflicto (Gómez-Delgado y Barredo, 2005). En este caso el potencial computacional de los SIG permite ampliar notablemente los alcances de una investigación ambiental y, en particular, de aquella que se dedica a la evaluación de la calidad de paisaje. Resulta que las capacidades de los SIG facilitan los procesos de combinación, ponderación y comparación, imprescindibles en el marco de la EMC los problemas de toma de decisión. Las opciones que se introducen en la toma de decisiones se configuran como las óptimas respecto al objetivo determinado, lo que posee un cierto grado de subjetividad. Este factor forma parte del resultado (Vallina, 2017) y debe tomarse en consideración.

La aplicación del método de EMC incorpora varias etapas. Entre ellas aparece una como tarea crucial del método – la necesidad de asignar pesos a los criterios. La ponderación permite establecer la importancia de cada uno de los factores en el modelo final. Existe una amplia variedad de métodos de aproximación para lograr este propósito, aunque el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es probablemente el más conocido (Rodríguez y Mokrova, 2020). El método se basa en la construcción de matrices para realizar una comparación por pares de las alternativas para cada criterio dentro de una determinada escala de relaciones, teniendo en cuenta su estructura jerárquica ("el árbol" de criterios). Este trabajo aplica el método AHP debido a su potencial

para facilitar la ponderación de los componentes del paisaje, necesarios para la evaluación de la calidad visual.

Para determinar en concreto el enfoque adoptado en la presente investigación, se hace referencia a la evaluación de los componentes del paisaje mediante la fusión de la combinación lineal ponderada (WLC, Weighted Linear Combination) de las capas del territorio y la AHP como el modelo más adecuado y directo para la consecución de un modelo de gestión de la calidad visual (Malczewski, 2009, Perez et al., 2015, Vallina, 2017). Esta modelización de la realidad paisajística del espacio y la cuantificación de sus características para los fines más variados en la gestión global del medio lleva desarrollándose de forma profunda más de dos décadas (Vallina, 2017).

4. FUENTES

Para realizar la evaluación de los componentes del paisaje, se utilizó una serie de datos en formato digital y geolocalizados que servirán para generar las capas de criterios (Tabla 1). Todos ellos son de libre acceso y pueden ser descargados desde los centros de descargas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) y el Observatorio del Paisaje de Cataluña (OP). Todas las capas fueron normalizadas conforme con la resolución 1:25000, la proyección cartográfica ETRS89 / UTM zona 31N (Tabla 1) y considerando los límites comarcales.

Tabla 1. Fuentes cartográficas (elaboración propia)

<i>Descripción</i>	<i>Autor</i>	<i>Modelo</i>	<i>Formato</i>	<i>Escala/ resolución</i>	<i>Proyección</i>
Límites comarcales	ICGC	Vectorial	SHP	1:25000	ETRS89/UTM zona 31N
Modelo digital de elevaciones	ICGC	Ráster	ASC	25 m	ETRS89/UTM zona 31N
Mapa usos del suelo	ICGC	Vectorial	SHP	1:25000	ETRS89/UTM zona 31N
Referencial Topográfico Territorial de Cataluña	ICGC	Vectorial	SHP	1: 5000	ETRS89/UTM zona 31N
Espacios naturales protegidos	MITECO		SHP	1:50000	ETRS89/UTM zona 30N
Mapa forestal español	MAGRAMA	Ráster	SHP	1:50000	ETRS89/UTM zona 30N
Unidades de paisaje	OP	Vectorial	SHP	-	ETRS89/UTM zona 31N
Árboles monumentales	DTS	Vectorial	SHP	-	ETRS89/UTM zona 31N

5. METODOLOGÍA

La evaluación de la calidad visual del paisaje perceptible desde la vía verde del Val de Zafán en su tramo catalán se elabora en el presente trabajo mediante un modelo de EMC integrado en un SIG. Partiendo de las cualidades del área de estudio, se han ejecutado todas procedimientos necesarios para combinarlas en un mapa sintético de la calidad visual del paisaje.

5.1. Identificación de criterios

En el marco del análisis de un territorio, la tarea primordial es formar su visión objetiva, es decir, una "descripción" detallada que incluya sus componentes fundamentales. Si se trata de la evaluación de la calidad del paisaje, es necesario introducir en el modelo de EMC todos los elementos que la constituyen.

La selección de los componentes que definen la calidad visual del paisaje se llevó a cabo después de una fase preparatoria. En primer lugar, se realizó un análisis bibliográfico que permitió seleccionar aquellos criterios que tendían a repetirse de modo que se supone que son los más importantes. En segundo lugar, se realizó una salida de campo para recoger datos descriptivos de la vía verde y, al mismo tiempo, formarse una impresión general acerca de los paisajes de la región.

La evaluación paisajística del área de estudio, considerando su tamaño y su variado paisaje, necesita de un enfoque paulatino y ordenado. Con el objetivo de valorar el paisaje a partir de sus componentes, se determinaron tres grupos de factores que, en combinación, permitieron derivar el mapa final. Esta selección se hizo a partir de estudios que abordan la calidad visual del paisaje entre los que cabe remarcar los de Perez et al. (2015) y Vallina (2017) que, a su vez, se refieren a la de Escribano y Frutos (1987). También son destacables los trabajos de Solari (2009) y Montoya (2003). Los tres grupos generales de componentes de la calidad visual del paisaje son:

- Elementos paisajísticos intrínsecos: las cualidades inalienables del territorio que asuman factores tanto naturales, como culturales y forman el aspecto tradicional del área de estudio.
- Elementos de incidencia paisajística positiva: elementos paisajísticos de gran atracción como los recursos hídricos y los árboles monumentales, junto con aquellas "huellas" de actividad humana que poseen algún valor cultural, histórico, estético o ambiental.
- Elementos de incidencia paisajística negativa: aquellos que influyen en la calidad original, disminuyéndola por sus cualidades visuales negativas o no correspondientes al entorno; en este caso se considera como criterio evaluativo la incidencia visual. Corresponden a valores que modifican la calidad intrínseca del paisaje a partir de unas características visuales negativas, en el caso de que sean visibles. La incidencia visual, es decir, el grado de afectación a la percepción global según la distancia entre el observador y el elemento, será el criterio utilizado para la evaluación de su influencia visual de tales objetos, dividida en grupos según la distancia.

Para relacionar el conjunto de componentes del paisaje se diseñó un modelo jerárquico (Figura 1) que facilitó el posterior análisis gracias a la comodidad que supone valorar conceptos básicos, óptimos para su cuantificación.

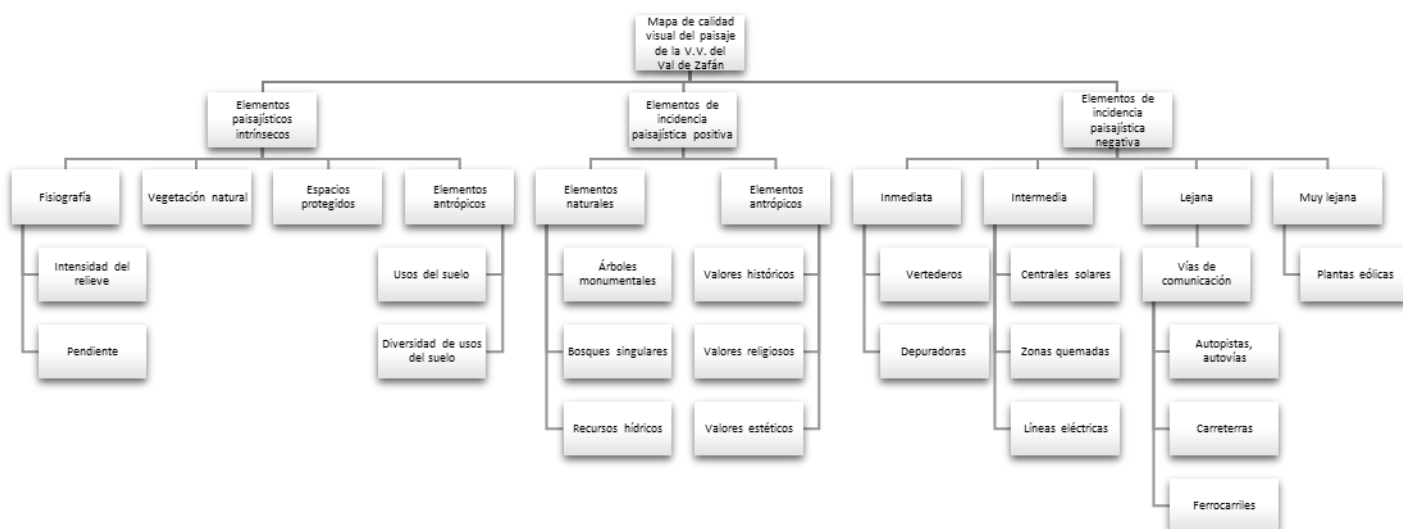


Figura 1. Modelo de criterios seleccionados (elaboración propia).

5.2. Estandarización de criterios

Una vez definido el modelo de EMC, es necesario estandarizar las variables para su introducción en la evaluación de la calidad del paisaje. Es importante que sean comparables para poder realizar el modelo. En el presente trabajo se ha aplicado el método de estandarización basado en la aproximación de escalas subjetivas (Malczewski, 2004), en el que los criterios se clasifican según rangos. Los rangos se han asignado considerando las cualidades de cada elemento del modelo que se han normalizado a través de una escala de valores entre 1 y 10.

Como ejemplo del procedimiento se explica el proceso de la estandarización de las capas de pendientes, recursos hídricos y usos del suelo. Estos elementos poseen un notable peso respecto a la riqueza y atractividad del paisaje para los observadores. El hecho generalmente reconocido por investigadores que la presencia de láminas de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico y es uno de los factores dominantes en el paisaje (Reyes et al., 2017; Solari y Cazorla, 2009). Ayad y Guenet (1997, *cit. por* Solari y Cazorla, 2009) remarcan que la presencia de ambos elementos, entre otros factores, aumenta el sentimiento de calidad escénica.

Para la capa de los recursos hídricos, en primer lugar, se extrajeron de la capa de usos del suelo aquellas entidades calificadas como ríos y lagunas que posteriormente fueron rasterizadas. A partir de esta capa, se

construyó un ráster de visibilidad. En segundo lugar, se calculó otro ráster con la distancia euclidiana a los píxeles con agua. En tercer lugar, las dos capas resultantes – la de distancias y la de visibilidad – fueron combinadas mediante una multiplicación. En este caso el valor que transmite la capa es la distancia desde los píxeles que avistan agua hasta el píxel más cercano que tiene atributo de agua. Finalmente, esta capa se normaliza a una escala de valores entre 1 y 10. La asignación de valores equivale al principio de que, a menor distancia, mayor calidad del paisaje (Tabla 2). Al mismo tiempo, la variable de pendientes se ha determinado partiendo de una aproximación de que, cuanto mayor es pendiente, mejor la calidad del paisaje. El tipo de pendiente depende de su porcentaje. Se ha adoptado la escala de porcentajes de pendientes y se ha relacionado con los valores equivalentes (Tabla 3). A su vez, la capa de los usos del suelo se ha requerido un enfoque diferente, por ser una variable categórica. Su normalización se ha basado en la evaluación del potencial paisajístico de cada capa con referencia a los materiales del Observatorio del Paisaje y los resultados de los trabajos mencionados anteriormente. De resultado, los valores aplicados les asignan mayor peso a los usos que poseen vegetación natural, mientras que los valores mínimos equivalen al suelo desnudo o edificado (Tabla 4).

Tabla 2. Valores de estandarización de los recursos hídricos.	
<i>Intervalos de distancia</i>	<i>Valor de CV</i>
0 m - 100 m	10
101 m - 200 m	9
201 m - 300 m	8
301 m - 400 m	7
401 m - 500 m	6
501 m - 750 m	5
751 m - 1000 m	4
1001 m - 2500 m	3
2501 m - 5000 m	2
5001 m - 10000 m	1

Tabla 3. Valores de estandarización de las pendientes.	
<i>Pendiente %</i>	<i>Valor de CV</i>
0,0 - 0,2	1
0,0 - 0,2	2
0,51 - 1,0	3
1,1 - 2,0	4
2,1 - 5,0	5
5,1 - 10,0	6
10,1 - 15,0	7
15,1 - 30,0	8
30,1 - 60,0	9
> 60,0	10

Tabla 4. Valores de estandarización de los usos del suelo.		
<i>Nº</i>	<i>Categoría</i>	<i>Valor de CV</i>
1	suelo desnudo	1
2	playas	8
3	zonas húmedas y superficies de agua continentales	7
4	vegetación natural	14
5	frutales	7
6	viña	6
7	algarrobos y olivos	7
8	cultivos herbáceos	4
9	cultivos abandonados	2
10	equipamiento agrícola	2
11	otros cultivos	4
12	urbanizaciones	1
13	centro urbano	1
14	edificación aislada	1
15	edificaciones industriales y comerciales	1
16	equipamientos	1
17	vías de comunicación	1
18	zonas mineras, vertederos y áreas en construcción	1

5.3. Ponderación de criterios

La ponderación de los criterios consiste en asignar un peso relativo a cada uno de los factores, según la importancia o influencia que estos tienen para lograr el objetivo determinado. Para su realización ha sido escogido el Método Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés).

El análisis de jerarquía es un método multicriterio, en el que cada problema pasa el proceso de desestructuración y reordenación jerárquica de sus componentes principales. Uno de sus aspectos importantes es la determinación de ponderaciones que reflejan la importancia relativa de cada opción en el problema con múltiples atributos. Saaty (1980) introdujo en AHP el uso de una matriz de comparación por pares. La matriz permite asignar un valor comparativo a cada uno de los pares de criterios, dando como resultado una matriz que contiene los valores de 1/9 al 9 para cada par de criterios (Tabla 5). Esta operación establece la importancia relativa de cada elemento en cada rama del árbol jerárquico, de *extremadamente menos importante* (1/9) hasta *extremadamente más importante* (9). El cálculo de los pesos se obtiene de la suma de los valores de cada columna de la matriz. Después se divide cada elemento por el total calculado para su columna, obteniendo así la matriz de normalidad, y se calcula el promedio de los elementos de cada fila de esa matriz normalizada. Los valores medios son los pesos asignados a cada criterio (Pérez et al., 2015).

En la tabla 6 está presentado el procedimiento de la determinación de los pesos de los criterios de la calidad intrínseca del paisaje. En la primera matriz se asignan los valores a cada par de variables que la componen. Así, la vegetación natural es fuertemente más importante que los elementos antrópicos porque su valor es de 6. Las comparaciones son recíprocas, y los elementos antrópicos serán fuertemente menos importantes que la vegetación natural (1/6). En la segunda matriz se han calculado los valores de las fracciones y éstos se han sumado columna a columna. La tercera matriz es la matriz normalizada a suma 1, donde cada valor de una columna se divide por la suma de los valores de esa misma columna. Posteriormente se desarrolla el vector de prioridad de cada criterio calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. Como resultado de este proceso se obtiene el peso de cada criterio.

Para facilitar el análisis se ha aplicado la herramienta *Model Builder* de ArcMap. En la figura 2 se puede observar cómo se organizan los factores y sus pesos que se han asignado a cada uno de los grupos.

Tabla 5. Escala de medidas para cuantificar las comparaciones entre factores.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
extrema	fuerte	moderada	igual	moderada	fuerte	extrema		
<i>menos importante</i>					<i>más importante</i>			

Tabla 6. Pesos de la calidad intrínseca calculados mediante la matriz de Saaty.

	<i>Fisiografía</i>	<i>Vegetación natural</i>	<i>Elementos antrópicos</i>	<i>Espacios protegidos</i>
<i>Fisiografía</i>	1	6	8	7
<i>Vegetación natural</i>	1/6	1	6	1/2
<i>Elementos antrópicos</i>	1/8	1/6	1	1/3
<i>Espacios protegidos</i>	1/7	2	3	1
	<i>Fisiografía</i>	<i>Vegetación natural</i>	<i>Elementos antrópicos</i>	<i>Espacios protegidos</i>
<i>Fisiografía</i>	1,00	6,00	8,00	7,00
<i>Vegetación natural</i>	0,17	1,00	6,00	0,50
<i>Elementos antrópicos</i>	0,13	0,17	1,00	0,33
<i>Espacios protegidos</i>	0,14	2,00	3,00	1,00
	1,43	9,17	18,00	8,83

	<i>Fisiografía</i>	<i>Vegetación natural</i>	<i>Elementos antrópicos</i>	<i>Espacios protegidos</i>	<i>Peso (%)</i>
<i>Fisiografía</i>	0,70	0,65	0,44	0,79	65
<i>Vegetación natural</i>	0,12	0,11	0,33	0,06	15
<i>Elementos antrópicos</i>	0,09	0,02	0,06	0,04	5
<i>Espacios protegidos</i>	0,10	0,22	0,17	0,11	15
	1,00	1,00	1,00	1,00	100

5.4. Algoritmo de EMC

Disponiendo de los factores normalizados y los pesos calculados, se pasa al siguiente paso: la aplicación de un algoritmo de EMC para integrar las capas que componen el modelo. Existen varios métodos o algoritmos de EMC y el uso de uno u otro, depende de los límites y las condiciones de uso específicos, de las limitaciones de tiempo y de los datos disponibles. Estos métodos se diferencian entre sí principalmente en la forma de procesamiento de la información. Sin embargo, ninguno de ellos reemplaza al otro, muchas veces lo única opción óptima es su uso combinado (Kylili et al., 2014). Como se comenta en Perez et al. (2015), “entre los métodos de EMC aparecen las técnicas no compensatorias, las borrosas y las compensatorias: las primeras suponen que los valores bajos de los criterios de las diferentes capas no pueden ser compensados entre sí; las técnicas borrosas tratan de procesar información borrosa e imprecisa y parten de la idea de que el mundo no está formado por partículas elementales indivisibles y discretas, sino que es un continuo con propiedades diferenciadas en diversas localizaciones; las últimas, las compensatorias, se basan en el precepto de que un valor alto de una alternativa en un factor puede compensar un valor bajo de la misma alternativa en otro factor”.

El presente trabajo se refiere al método de la Sumatoria Lineal Ponderada, una técnica compensatoria y uno de los métodos más utilizados para tomar decisiones espaciales de atributos múltiples. Estos métodos aditivos y de compensación se basan en el concepto de promedio ponderado (Lamelas, 2009). Este método se caracteriza por su simplicidad y facilidad de uso (Perpiña, 2012). Para evaluar cada una de las alternativas, es necesario aplicar una ecuación que sea la suma del resultado de multiplicar el valor de cada criterio por su peso:

donde: r_i – nivel de adecuación de la alternativa i ,

$$r_i = \sum_{j=1}^n w_j v_{ij}$$

w_j – peso del criterio j ,

v_j – valor normalizado del factor,

n – el número total de criterios utilizados en la superposición ponderada para el mapa final.

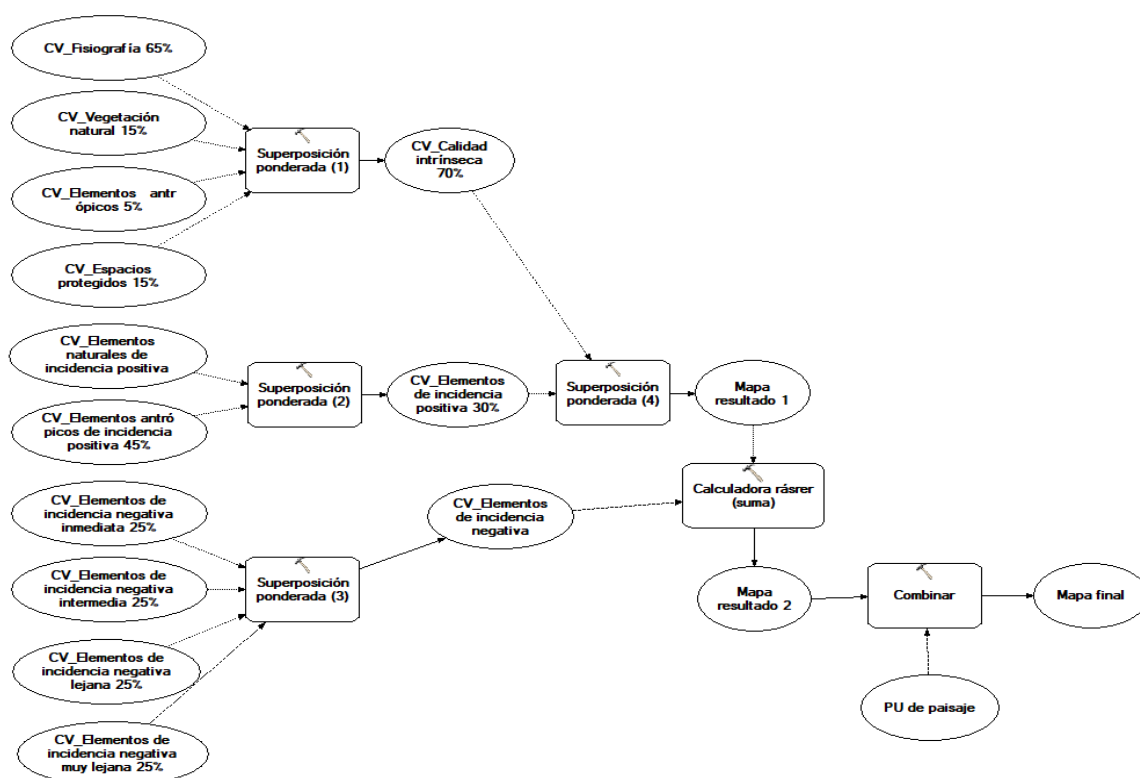


Figura 2. Model Builder del proceso de generación del mapa final de calidad visual.

5.5. Wikiloc

Wikiloc es una aplicación web híbrida de mapas que permite cargar y descargar rutas y puntos de referencia GPS gratis. En este estudio se buscaban datos-puntos geolocalizados para determinar los lugares de mayor interés a lo largo de la vía verde analizada. Desgraciadamente, la mayoría de los itinerarios que en cualquier momento pueden ser descargados, no contienen datos de puntos, sólo los puntos de salida y término como máximo.

Sin encontrar alternativas se planteó la siguiente secuencia: en primer lugar, hacer una selección por localización y guardar en una lista alguna cantidad suficiente de itinerarios que pasan por la vía de Val de Zafán. Al final se pudo componer una lista de 98 rutas que correspondían a esa única condición. Luego de forma manual y con apoyo operacional del GIS software ArcGIS se localizaron en el mapa los puntos equivalentes a las fotos, vinculadas a una proporción de las rutas seleccionadas. En la mitad de los casos las fotos disponían de los datos de geolocalización, pero en caso de su ausencia se aplicaba el "método" de interpretación visual e identificación del lugar según la misma foto. Tal enfoque pierde algo de precisión, pero a pesar de eso permitió crear una capa de 290 puntos que representaban unas fotos geolocalizadas.

En adelante a la dicha capa se aplicó la operación de cálculo de la densidad kernel de ArcMap que devolvió un ráster con las agrupaciones de puntos más representativas estadísticamente dentro de una distancia concreta. Finalmente, en la base de aquel ráster y mediante una selección subjetiva se elaboró una capa de 25 puntos representativos en la vía verde estudiada, a través de las cuales se calculó la capa de visibilidad. El último paso del apartado dado fue superponer la capa de visibilidad con el mapa de calidad visual del paisaje.

6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el marco del trabajo realizado se han identificado y se han evaluado los componentes característicos del paisaje en los territorios de las comarcas de Terra Alta y Baix Ebre con referencia a la vía verde estudiada. Hay que notar que el área de estudio se ha ampliado sobre una parte del territorio de la comarca Matarraña de Aragón. Considerando el papel crucial del parámetro del alcance visual para la investigación y la idea de continuidad del paisaje, se ha decidido en todas las etapas del análisis incluir la información correspondiente al dicho territorio. El hecho, por una parte, ha aumentado la escala de precisión de la evaluación del paisaje, y

por otra parte ha demostrado el posible potencial de una colaboración en un estudio similar con los investigadores de Aragón para abordar toda la longitud de la vía verde del Val de Zafán y fomentar el estudio del paisaje que se desarrolle por arriba de los límites administrativos. Tal enfoque podría influir favorablemente en la percepción del mismo concepto del paisaje y consolidar las técnicas y métodos de evaluación del paisaje aquí presentadas.

En segundo lugar, una vez seleccionados los componentes, se han empleado los métodos de Evaluación Multicriterio (EMC) en combinación con los SIG para obtener el mapa definitivo. En la figura 3 se puede observar el mapa de la calidad visual del paisaje que rodea la vía verde del Val de Zafán en el territorio del ámbito territorial de Terres de l'Ebre, Cataluña. Después de aplicar la metodología explicada en este trabajo, se ha podido llegar a una serie de resultados. Tal y como se presenta en la figura, la calidad visual del paisaje del área estudiado se divide en cinco categorías. La mayor parte del área de estudio, hasta el 48,3% del territorio, tiene una valoración baja de calidad visual del paisaje. El 34,3 % representa la calidad muy baja, mientras que las valoraciones media, alta y muy alta suponen el 11,3%, 5% y 1,1%, respectivamente.

En tercer lugar, se ha realizado una comparación de la evaluación paisajística con la percepción popular de los mismos paisajes. A partir de las fotografías, publicadas en Wikiloc, se ha hecho una selección de "lugares populares" en el itinerario, y se han analizado las posibles pautas en el uso de la vía y se han hecho unas cuantas observaciones adicionales.

Hay que notar que la metodología aplicada para esta etapa de la investigación puede ser mejorada, en sobre todo con su reformulación y consolidación en una base de métodos estadísticos que se aplican en los estudios de tal temática. No obstante, en la Figura 4 se ve el resultado del enfoque escogido: la superposición de la visibilidad a partir de los *puntos representativos* y el mapa de la calidad visual elaborada antes.

Hay que subrayar dos momentos importantes. En primer lugar, la mayoría de los lugares "populares" no presentan alguna notable calidad del paisaje y están rodeados principalmente por las áreas de calidad baja. Al mismo tiempo, la visibilidad en algunos de estos lugares es bastante reducida. Se ve una relación directa entre las fotografías hechas por los visitantes de la vía y las paradas que ellos realizan en las estaciones ferrocarriles antiguas. En segundo lugar, si analizamos la visibilidad desde aquellos puntos en conjunto, se puede decir que la calidad visual de estos lugares se oscila, cubriendo bastantes paisajes de calidad alta, pero al mismo tiempo se extiende mucho a las zonas de calidad baja. Sin embargo, la proporción general de los paisajes con mayor calidad es más elevada en el mapa de calidad visual principal.

En general, se nota que la distribución de los valores de la calidad paisajística depende mucho del relieve local, debido a que la zona de la cordillera prelitoral ocupa el lugar céntrico del área investigado. Este mismo elemento determina la forma de otros componentes importantes, tales como los usos del suelo y, por consiguiente, la vegetación natural. En la figura 3 se puede ver que las zonas de la mayor calidad del paisaje están ubicadas en las laderas de los dichos montes. Allí crece la vegetación natural del mayor valor de calidad paisajística, que forma una cubierta forestal de coníferos y bosques mixtos. Al mismo tiempo, es evidente la influencia del Parque Natural Els Ports y otras figuras de protección, presentes en la zona. Ellas garantizan la conservación de aquellos elementos naturales del paisaje, minimizando la presión de la actividad humana.

Sin embargo, a lo largo de toda el área de estudio están presentes múltiples tipos de cultivos. La producción agrícola constituye una de las razones principales de la extensa difusión de la calidad baja y muy baja del paisaje en la Delta del Ebro y sus alrededores (igual que al otro lado de la cordillera). Junto con eso cabe añadir que cuanto más el visitante de la vía del Val de Zafán baja hacia el mar y la ciudad de Tortosa, más notable se hace el aumento de los usos agrarios, diferentes equipamientos y elementos antrópicos.

Considerando el proyecto realizado y las metodologías aplicadas, cabe concluir que es posible mejorarlo haciendo un análisis más detallado de los factores que son actuales para tales objetos de estudio y seguir con el análisis de la correlación entre la calidad visual del paisaje del área estudiado con las tendencias, demostradas por los visitantes de la vía verde del Val de Zafán.

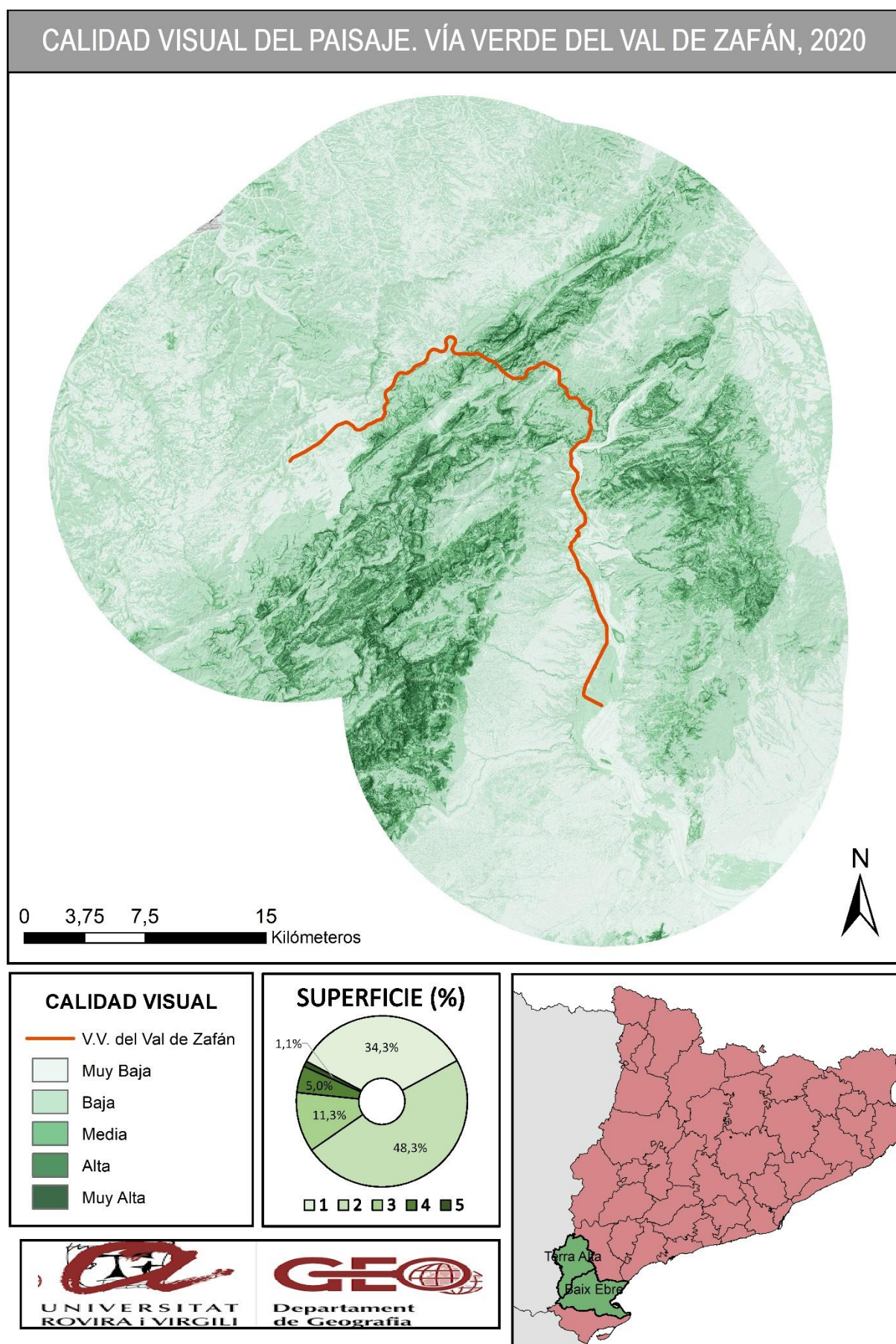


Figura 3. Mapa de calidad visual del paisaje de la vía verde del Val de Zafán.

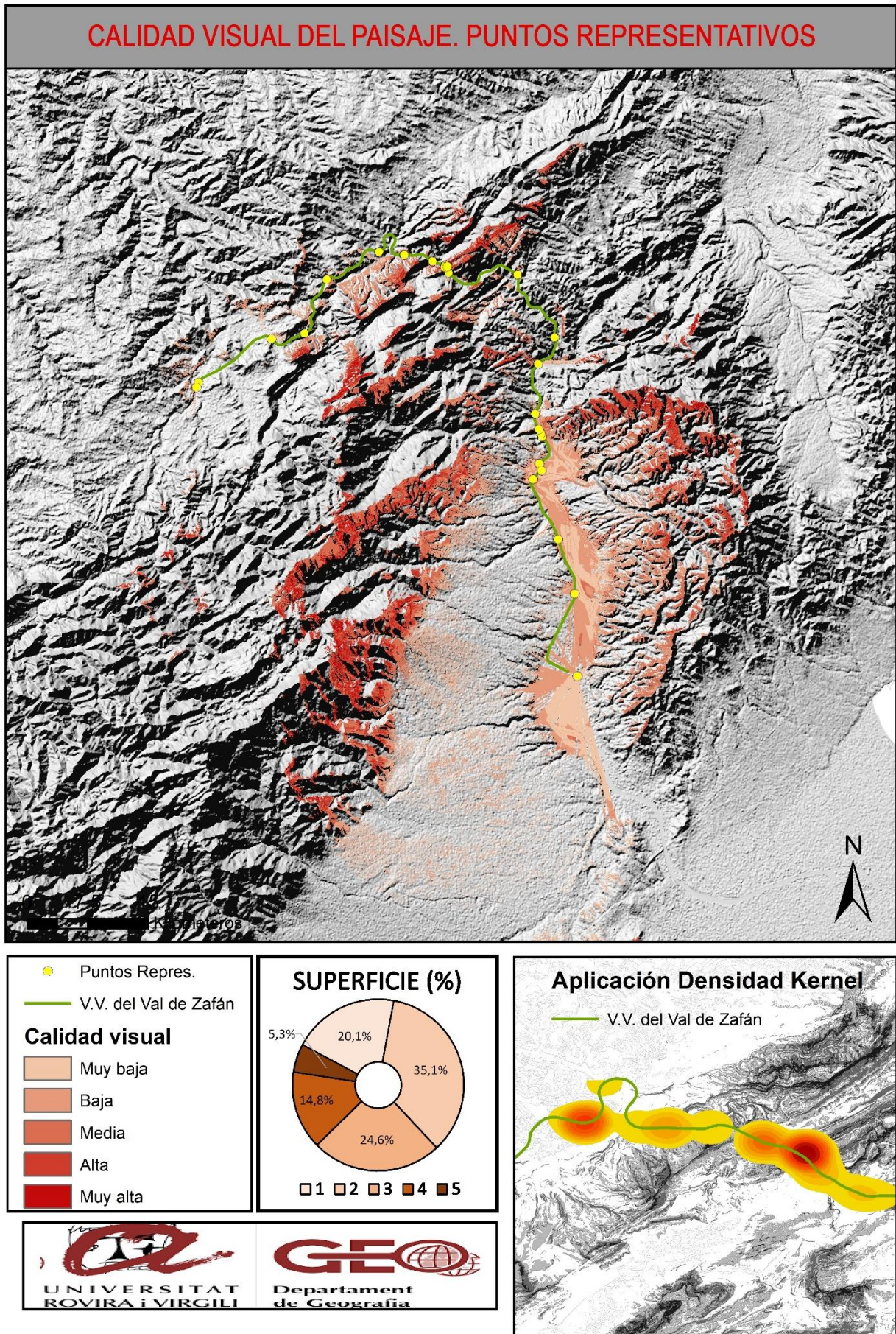


Figura 4. Mapa de CVP a partir de los puntos representativos y la aplicación de la *Densidad Kernel*.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Nikolaev VA (2005) Landscape: aesthetics and design (a textbook). Aspect Press, Moscow (en ruso)
- Carlier, J., Moran. J. 2018. SLNCR Proposed Greenway Route: 1km wide Habitats Interpretation Map. Mendeley Data, v1 <http://dx.doi.org/10.17632/xpdmwcz2sj.1>
- Estados Miembros del Consejo de Europa. Convenio Europeo del Paisaje. 2000. http://www.mcu.es/patrimonio/docs/Convenio_europeo_paisaje.pdf. (Consulta: noviembre 2020).
- María Moral-Moral. 2016. “El desarrollo del Cicloturismo como una modalidad turística sostenible”, Revista Turydes: Turismo y Desarrollo, n. 21 (diciembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/turydes/21/cicloturismo.html>
- Consell Comarcal del Baix Ebre. 2020. <http://www.baixebre.cat/actualitat/noticies/comencen-les-obres-dadequacio-de-lantic-tracat-del-carrilet-per-convertir-lo-en-> (Consulta: noviembre 2020).
- Wu, Y., Bishop, I., Hossain, H., & Sposito, V., 2006. Using GIS in Landscape Visual Quality Assessment. Applied GIS, 2(3), 18.1-18.20. <https://doi.org/10.2104/ag0600188>
- Cruz López-Contreras¹, Alejandro L. Collantes-Chávez-Costa^{1*}, Sara Barrasa-García², Eduardo Alanís-Rodríguez (2019) Bases conceptuales y métodos para la evaluación visual del paisaje. En línea: <https://agrocienca-ccruzolpos.mx/index.php/agrocienca/article/view/1864/1861>
- Vallina Rodríguez, A. 2017 Procedimiento de evaluación de la Calidad Visual del Paisaje mediante métodos directos. Caso práctico. En línea: https://www.researchgate.net/publication/320564374_Procedimiento_de_evaluacion_de_la_Calidad_Visual_del_Paisaje_mediante_metodos_directos_Caso_practico
- Pérez Albert, Y. et al. 2015. “Propuesta metodológica para el análisis de la calidad visual del paisaje. El caso de la comarca de El Priorat”. En línea: https://www.researchgate.net/publication/318041070_Propuesta_metodologica_para_el analisis_de_la_calidad_visual_del_paisaje_El_caso_de_la_comarca_de_El_Priorat
- Samuel S. Myers, Lynne Gaffikin, Christopher D. Golden, Richard S. Ostfeld, Kent H. Redford, Taylor H. Ricketts, Will R. Turner, and Steven A. Osofsky. 2013. Human health impacts of ecosystem alteration. PNAS November 19, 2013 110 (47) 18753-18760; <https://doi.org/10.1073/pnas.1218656110>
- Declaración de Lille (2000). La Asociación Española para la Gerencia de los Centros Urbanos (AGECU). En línea: <https://www.agecu.es/>
- García-Mayor C, Martí P, Castaño M, Bernabeu-Bautista Á. The Unexploited Potential of Converting Rail Tracks to Greenways: The Spanish Vías Verdes. Sustainability. 2020; 12(3):881. <https://doi.org/10.3390/su12030881>
- Hernández Magaña A. I., Güiza Valverde. Información Geográfica Voluntaria (IGV), estado del arte en latinoamérica. 2016. En línea: <https://revistasipgh.org/index.php/rcar/article/download/426/448>
- Rodríguez V. Mokrova N. Multi-criteria assessment of territorial planning alternatives using geographic information system technologies for dam construction. 2020. DOI: 10.15862/11INOR120
- Meng, Y., & Malczewski, J. 2009. Web-PPGIS Usability and Public Engagement: A Case Study in Canmore,

Alberta, Canada. CyberGeo: European Journal of Geography. (Article 483). Retrieved from <http://cybergeogeo.org/22849>

Gomez, M. and Barredo, J.L. 2005. Sistemas de Informacion Geografica y Evaluacion Multicriterio en la Ordenacion del Territorio. En línea:

https://www.researchgate.net/publication/31772457_Sistemas_de_informacion_geografica_y_evaluacion_multicriterio_en_la_ordenacion_del_territorio_segunda_edicion

Angeliki Kylili, Elias Christoforou, Paris A. Fokaides & Polycarpus Polycarpou (2014): Multicriteria analysis for the selection of the most appropriate energy crops: the case of Cyprus, International Journal of Sustainable Energy, DOI: 10.1080/14786451.2014.898640