

# Las unidades de paisaje del Espacio Natural Protegido de Sierra de las Nieves (sur de España): caracterización, cambios y métricas<sup>1</sup>

## The landscape units in the Natural Protected Area Sierra de las Nieves: features, changes, and metrics

Marío Menjibar-Romero<sup>2</sup> ; Ricardo Remond<sup>3</sup>  y Juan-Francisco Martínez-Murillo<sup>4</sup> 

### RESUMEN

El Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves (sur de España), declarado Parque Nacional en 2021, basa su riqueza en la presencia de sistemas naturales (pinsapares, pinares en relieves peridotíticos, matorrales y quercíneas de alta montaña), imbricados en paisajes fruto de la actividad humana secular. Este trabajo caracteriza estos paisajes mediante: inventario y cartografía de unidades de paisaje; cambios ocurridos en los usos del suelo y coberturas vegetales desde inicios del siglo XX; e índices ecológicos de métrica del paisaje. Los resultados más relevantes son: 1) la presencia de cuatro de unidades de paisaje, cuya delimitación se ha visto marcada sobre todo por la altitud y las unidades geológicas; 2) desde 1920, ha tenido lugar un proceso de naturalización del paisaje; y 3) la vegetación arbolada y el matorral incrementaron su superficie, sobre todo, a expensas del pastizal debido al retroceso de la ganadería, aunque se han visto negativamente afectados por el fuego. Estos resultados permiten resaltar la importancia de considerar este tipo de investigaciones sobre el paisaje en la ordenación y la gestión de espacios naturales protegidos.

**Palabras clave:** unidades de paisaje, métrica del paisaje, cambios de usos, espacio natural protegido, Sierra de las Nieves.

### ABSTRACT

The Sierra de las Nieves Protected Natural Area (southern Spain), declared as National Park in 2021, bases its richness on the presence of natural systems (fir forests of *Abies pinsapo* Boiss, pine forests in peridotitic relieves, scrublands and quercíneas of high mountain), imbricated in landscapes resulting from secular human activity. This work characterizes these landscapes by means of: inventory and mapping of landscape units; changes in land use and vegetation cover since the beginning of the 20th century; and

<sup>1</sup> Agradecimientos de financiación: proyectos B3\_2020-5 del I Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Málaga y EGeoland/UMA20-FEDERJA-097 del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020

<sup>2</sup> Institución: Laboratorio de Geomorfología y Suelos, Instituto de Hábitat Territorio y Digitalización. Universidad de Málaga; Departamento de Geografía, Universidad de Málaga. Correo electrónico: mariomenjibar@uma.es

<sup>3</sup> Institución: Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Correo electrónico: remond@geo.uh.cu

<sup>4</sup> Institución: Laboratorio de Geomorfología y Suelos, Instituto de Hábitat Territorio y Digitalización. Universidad de Málaga; Departamento de Geografía, Universidad de Málaga. Correo electrónico: jfmmurillo@uma.es

ecological indices of landscape metrics. The most relevant results are the following: 4-landscape units were delimited, mainly, influenced by altitude and geology; since 1920, a process of naturalization of the landscape has taken place; wooded vegetation and scrubland increased their surface area, especially at the expense of grassland due to the decline of livestock farming, although they have been negatively impacted by fire. These results highlight the importance of considering this type of investigations related to the landscape in the planning and management of protected natural areas.

**Keywords:** landscape unit, landscape metric, land use change, protected natural area, Sierra de las Nieves.

## Introducción

El estudio del paisaje se enfoca con frecuencia hacia la percepción que tienen del mismo la población local, factor crucial en su propia definición; así, lo atestiguan metodologías como ‘Landscape Character Assessment’ (Swanwick, 2002) aplicada en diferentes ámbitos geográficos como Irlanda, Corea, China y España (Groom, 2005; Gómez Zotano & Riesco Chueca, 2010; Arias-García et al., 2018). No obstante, para llegar a esta evaluación del paisaje se hace preciso un primer paso que es su delimitación y catalogación, para lo cual se han propuesto numerosas estrategias, especialmente, desde el punto de vista cartográfico, con el desarrollo de las Tecnologías de la Información Geográfica durante las últimas tres décadas.

En una revisión sistemática de publicaciones sobre cartografía de paisajes, Simensen et al. (2018) encontraron tres aproximaciones metodológicas o estrategias para la delimitación de unidades: i) aproximaciones de evaluación del carácter holístico del paisaje; ii) métodos de caracterización del paisaje basados en la selección a priori de propiedades geo-ecológicas y de usos del suelo; y iii) aproximación a la caracterización biofísica del paisaje, la cual recae en gran medida sobre análisis estadísticos para identificar gradientes de variación en la presencia y/o ausencia de elementos y propiedades del paisaje. En este sentido, son frecuentes los estudios de delimitación de unidades de paisaje en la última década. Serrano-Giné (2013) se inspiró en la propuesta de estudios integrados (Bertrand, 1968; Bolòs, 1992) matizada con el procedimiento seguido por Christian & Stewart (1968) en el ‘Reconocimiento de territorios para la cartografía de los paisajes del Muntanyes d’Ordal en la provincia de Barcelona’. Este mismo autor, más tarde, realizó una modificación de dicho procedimiento para adaptarlo a la realidad geográfica de un paisaje subtropical (Serrano-Giné et al., 2019). Por su parte, Arias-García (2019) y Arias-García et al. (2018) aplicaron la metodología GTP combinada con la de ‘Landscape Character Assessment’ obteniendo Tipos y Áreas de Paisaje en dos cuencas endorreicas del sur de España. De modo similar, se procedieron a realizar los Catálogos de Paisaje de las provincias de Málaga, Sevilla y Granada, por parte del Centro de Estudios del Paisaje y Territorio (Zoido Naranjo & Jiménez Olivenza, 2015; Zoido Naranjo & Rodríguez Rodríguez, 2015a, 2015b).

Estos trabajos sobre paisaje parten, en definitiva, de una de sus tareas básicas: la distinción, la clasificación y la cartografía de las unidades del paisaje que existen en un territorio. Es la etapa de trabajo denominada como fase de inventario (Salinas, 1991; Mateo, 2008) siguiendo el esquema metodológico planteado inicialmente por Quintela (1996), utilizado en Ramón et al. (2009). Este planteamiento, que a primera vista parece ser simple debido a lo lógico de su contenido, en

realidad constituye uno de los aspectos más complicados en toda investigación del paisaje desde el punto de vista práctico. Autores como Priego-Santander et al. (2003) han desarrollado diferentes procedimientos automatizados para generar las unidades de relieve, planteando un método que consiste en generar los mapas de disección vertical y horizontal del relieve y, por último, su integración en un mapa final para lo cual se emplean las herramientas de análisis espacial de los sistemas de información geográfica.

Al igual que los procedimientos para la delimitación de unidades de paisaje, también ha sido frecuente la aplicación de índices para el análisis cuantitativo de su métrica, especialmente, en la geografía anglosajona y escandinava, índices por lo general que se correlacionan entre sí (Cain et al., 1997; Botequilha et al., 2006). Aunque la cuantificación de la estructura del paisaje no es un tema nuevo (Forman & Godron, 1986), este campo de estudio ha seguido evolucionando en las últimas décadas gracias a los continuos desarrollos de las tecnologías de la información geográfica (Gardner et al., 2008; Messerli et al., 2009; Kelly et al., 2011). La cartografía de usos del suelo y coberturas vegetales confeccionadas mediante las técnicas de análisis de la teledetección y los sistemas de información geográfica han permitido mejorar los estudios cuantitativos del paisaje en relación a su patrón (Lasanta et al., 2015), estructura (Amici et al., 2015), heterogeneidad (Buyantuyev & Wu, 2007), conectividad (Kelly et al., 2011) y fragmentación (Benedek et al., 2011). Estos estudios se basan en el desarrollo y la aplicación de índices de métrica del paisaje, que proporcionan datos numéricos acerca de su composición y estructura, las proporciones ocupadas por diferentes cubiertas vegetales y usos del suelo y el área total y el tamaño medio de sus componentes. Los índices de paisaje también permiten realizar comparaciones diacrónicas entre diferentes patrones de paisaje (Gustafson, 1998). Existen una gran variedad de índices que se pone de manifiesto en Porcel (2017), quien describe y propone un amplio número de ellos para medir la desnaturalización de los paisajes, su diversidad y homogeneidad entre otros aspectos. La elección adecuada de los índices para caracterizar el paisaje depende de su capacidad para resaltar tanto la propia identidad del paisaje como su teselado (*patchiness*) a lo largo del tiempo (Uuemaa et al. 2009). Para Símova & Gdulová (2012), una descripción cuantitativa de la estructura del paisaje es esencial para el análisis de los patrones en sus elementos o componentes estructurales y de los procesos ecológicos que los caracterizan. Además, estos índices continúan aplicándose con vistas a una mejora en la ordenación del territorio frente a riesgos naturales y, especialmente, en áreas naturales de interés ecológico (Brum et al., 2022; Cumming et al., 2022; Petrosillo et al., 2022; Luo et al., 2023).

Para alcanzar de modo satisfactorio las directrices que emanan del Convenio Europeo del Paisaje (CEP, en adelante) (Consejo Europeo, 2000), tanto el inventario y delimitación de unidades de paisaje, como sus cambios en los usos del suelo y coberturas vegetales y su análisis ecológico-cuantitativo continúan siendo de utilidad, especialmente en áreas naturales protegidas de gran interés por su biodiversidad, geodiversidad y patrimonio cultural-histórico, reflejados en sus paisajes. Esto es así por el hecho de que el CEP (Consejo de Europa, 2000) establece de modo conciso diferentes aspectos relacionados con el paisaje: desde su definición (entendido 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"), pasando por las políticas directamente implicadas en él, hasta la calidad, protección, gestión y ordenación del mismo. Todos estos aspectos mencionados en el Artículo 1 del CEP son de especial interés para los espacios naturales protegidos porque el paisaje, o los paisajes que los constituyen y les dan sentido, deben ser

considerados como un valor a proteger tan importante como lo son la biodiversidad y la geodiversidad, al constituir un geosistema imbricado de elementos de diversa naturaleza. Esto es clave para lograr una ordenación y gestión de los recursos del espacio natural protegido en cuestión, haciéndolo compatible con el desarrollo endógeno y sostenible de la sociedad local.

La influencia del CEP se aprecia en la Ley española de Patrimonio Natural y Biodiversidad promulgada en 2007, que asumía la mencionada definición de paisaje expresada en el tratado (art. 3 de la Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad). En ella se incluía el paisaje en la ordenación de los recursos naturales y se regulaba la conservación del paisaje en espacios naturales protegidos. Particular interés tiene que se considerara al paisaje como elemento para dotar de conectividad a la Red Natura 2000 (que se extiende por la cuarta parte de la superficie del país) (IPCE, 2015). Más adelante, la Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales, en su preámbulo, indicaba que los parques nacionales debían suponer hoy, además de un modelo de conservación de la naturaleza, un ejemplo de gestión en mayor medida participativa y abierta a la sociedad y de aplicación de los principios de colaboración, coordinación y cooperación al configurarse éstos como escenarios complejos en donde los diferentes actores, desde el respeto a su competencia y singularidades, se organizan para asegurar la preservación de sus valores (MAGRAMA, 2014). En este sentido, la conservación del paisaje, además de lo que supone para la población local y los visitantes de la Red de Parques Nacionales, debería tenerse muy cuenta por parte de sus gestores, incorporando su gestión como un elemento en igualdad de condiciones que la biodiversidad y geodiversidad (aunque ésta en menor medida que la anterior), dado que todo en su conjunto son en sí mismo el propio paisaje sumado a la impronta de la actividad humana en sus territorios a lo largo del tiempo.

El Espacio Natural Protegido de Sierra de las Nieves (ENP Sierra de las Nieves, en adelante) comprende aquel territorio declarado como 'Parque Nacional' más buena parte del que previamente ya estaba bajo protección como 'Parque Natural' y que no ha sido incluido en aquél. Como parque natural el entorno de Sierra de las Nieves se declaró en 1989. Posteriormente, su territorio quedó incluido en el de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Nieves, declarada en 1995. Finalmente, no sería hasta 2021 la declaración como Parque Nacional por medio de la promulgación de la Ley 9/2021, de 1 julio (BOE, 2021). En este BOE, se indica que, con una superficie de 22.979,76 ha., su declaración culminó un "largo proceso de planificación destinado a garantizar la conservación de una singular riqueza natural, paisajística y cultural, así como de los usos y actividades que históricamente han contribuido a conformar dichos valores", siendo, además, "numerosos los estudios científicos desarrollados que avalaban el estricto cumplimiento de los requisitos de representatividad conforme a las especificaciones contenidas en la Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales". Aunque subyacente en el texto, en el preámbulo de dicha ley, no se menciona explícitamente la importancia de la configuración paisajística o los paisajes del espacio natural como elemento clave para su declaración como tal. Entre los objetivos recogidos en el Artículo 1, el objetivo b indica "Proteger la integridad de sus valores naturales y paisajes, asegurando su conservación y, en su caso, la recuperación de la biodiversidad, en especial de los hábitats y especies presentes en su interior, con criterios que garanticen el equilibrio y mantenimiento de los procesos bióticos y abióticos que determinan su estructura, función y dinámica", es decir, se usa el término 'paisaje' desde un punto de vista biologicista. La siguiente ocasión en la que se utiliza el término 'paisaje' es para hacer referencia a las actividades incompatibles con el régimen de uso y gestión del ENP Sierra de las Nieves, nuevos usos o actividades que supongan cambios en la

actual estructura, siendo así aquéllas que “supongan cambios en la actual estructura, apariencia o composición del paisaje a conservar, excepto los trabajos de mejora del paisaje o restauración del medio natural que por razones de conservación deban realizarse”. Dado que el documento técnico que determina su funcionamiento (el denominado Plan Rector de Uso y Gestión -PRUG-) del nuevo parque nacional no estaba aún redactado en el momento de elaborar este manuscrito, siguiendo lo postulado por Martins Brito et al. (2022), es deseable que los paisajes del ENP, por medio de su análisis, catalogación y diagnóstico, aparecieran como un motivo fundamental y un criterio más, junto con los puramente biológicos y geológicos, a tener en cuenta en la zonificación de dicho espacio y la gestión de las actividades humanas, es decir, tomar un punto de vista geocológico para la ordenación y la gestión de áreas protegidas. Esta visión es clave para los espacios naturales protegidos porque la Geoecología del Paisaje, al establecer una visión amplia de la relación entre los componentes y procesos naturales por un lado y la acción humana sobre ellos, por otro, en un territorio determinado, proporciona el enfoque multidisciplinar necesario para entender con mayor claridad las potencialidades y vulnerabilidades de los mismos, a diferentes escalas, y contextos geográficos (Salinas, 1998; Ramírez-Sánchez et al., 2016).

Teniendo en cuanto lo indicado en estos párrafos previos, el propósito de este trabajo es la caracterización de los paisajes del ENP Sierra de las Nieves por medio de su inventario y cartografía, sus cambios en los usos del suelo y coberturas vegetales desde inicios del siglo XX, así como de índices de métrica del paisaje, proporcionando información geocológica a su ordenación espacial y gestión sostenible. En este sentido, los objetivos específicos del trabajo son los siguientes: i) delimitar e inventariar las unidades de paisaje del ENP Sierra de las Nieves; ii) establecer los cambios en los usos del suelo y las coberturas vegetales ocurridos en ellas desde inicios del siglo XX hasta la actualidad; y iii) caracterizar dichas modificaciones mediante la aplicación de índices de métrica del paisaje.

## Área de estudio

El ENP Sierra de las Nieves abarca el territorio declarado como Parque Nacional más parte del que hasta julio de 2021 estaba bajo la figura de protección de Parque Natural desde 1989 (Figura Nº 1). Este espacio incluye hasta un total de ocho municipios de la Serranía de Ronda, en la provincia de Málaga: Benahavís, El Burgo, Istán, Monda, Parauta, Ronda, Tolox y Yunquera. A ellos, se les unen otros seis incluidos en el área de influencia de la zona periférica de protección: Alozaina, Casarabonela, Guaro, Igualeja, Ojén y Serrato. En total, el ENP Sierra de las Nieves tiene una superficie total de 29.576,76 ha, repartidas entre 22.979,76 ha de parque nacional y 6.597,00 ha de parque natural (Consejería de Medio Ambiente, Sostenibilidad y Economía Azul, 2022).

El ámbito geográfico del ENP Sierra de las Nieves abarca un territorio integrado en la Serranía de Ronda, vertiendo a tres cuencas hidrográficas: ríos Guadalhorce, Verde y Guadiaro. El relieve queda estructurado en una serie de accidentes orográficos, con altitudes que oscilan entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m., siendo las principales de norte a sur: Sierra Blanquilla, Sierra del Pinar, Sierra de las Nieves, Sierra de Tolox (con el pico Torrecilla como altitud máxima del ENP, con 1.919 m.s.n.m.) y algunas estribaciones de Sierra Bermeja (Sierra Real, Sierra de las Apretaderas y Sierra Palmitera). Esta orografía compleja se resuelve en profundos valles y barrancos en la vertiente meridional y oriental, donde dominan las litologías peridotíticas y esquistosas, y en crestones serranos en

la septentrional, separados ambos por un macizo sobreelevado y amesetado en el sector central y septentrional, coronado por el pico Torrecilla, todos constituidos fundamentalmente por rocas calcáreas, afectadas por un fuerte diaclasamiento y procesos kársticos exógenos y endógenos.

Según la clasificación climática propuesta por Olmedo Cobo & Gómez Zotano (2017) para la Serranía de Ronda, el ENP Sierra de las Nieves se caracteriza por un clima mediterráneo, pero con diferentes regímenes y matices debido a la influencia de la altitud y la orientación hacia las masas de aire atlánticas: i) clima mediterráneo oceánico húmedo-subhúmedo en las altitudes más bajas y meridionales cerca del litoral; ii) clima mediterráneo oceánico húmedo de media montaña litoral en las estribaciones de Sierra Bermeja; iii) clima mediterráneo semi-oceánico húmedo-hiperhúmedo en las cimas de Sierra Bermeja; iv) clima mediterráneo semi-continental húmedo-subhúmedo de Sierra de las Nieves en las cotas más bajas del ENP en su sector este y noreste; clima mediterráneo semi-continental húmedo de la media montaña rondeña central; y iv) clima mediterráneo semi-continental hiperhúmedo cacuminal de la Sierra de Tolox, por encima de 1.500-1.600 m.s.n.m. según la orientación. En general, las precipitaciones presentan un gradiente de incremento desde el este al oeste y con la altitud, con medias que oscilan entre 500 mm/año en las vertientes orientadas al este, hacia el valle del río Gualdahorce, en las altitudes menores del ENP, hasta más de 1.300 mm/año en las vertientes mejores expuestas a las masas de aire húmedas atlánticas y por encima de 1.500 m.s.n.m.; mientras, las temperaturas medias están muy afectadas por la altitud, la cercanía al mar y la exposición, con registros medios que abarcan desde los 15,5-18,0 °C en las menores altitudes cerca de la costa y vertientes del valle del río Guadalhorce, a menos de 9°C por encima de 1.600 m.s.n.m., llegándose a registrar temperaturas mínimas absolutas por debajo de -10°C en los meses de invierno.

La diversidad orográfica, geológica y climática se traduce en una profusa variedad de sistemas naturales. Tal como recoge la Declaración del Parque Nacional Sierra de las Nieves (BOE, 2021), entre esos se destaca (Figura N° 2): “abetales y pinsapares”, con presencia masiva y sobresaliente de *Abies pinsapo* Boiss., repartidos, sobre todo, por el sector central y septentrional del ENP; “pinnares de pino negral peridotíticos del sector occidental malacitano’ en las estribaciones de Sierra Bermeja; “sabinares negrales interiores”; “alcornocales húmedos gaditanos” en los relieves metamórficos esquistosos de lluvias abundantes; y los “matorrales almohadillados espinosos y tomillares de pradera” en el macizo amesetado elevado del sector central, confiriéndole un paisaje más propio de alta montaña. Pero, dado que estamos ante una montaña eminentemente mediterránea, estos sistemas naturales no están exentos de la huella humana la cual se ha labrado desde épocas prehistóricas, con el paso de las diferentes culturas y civilizaciones que han aprovechado los recursos ofrecidos por el territorio del ENP Sierra de las Nieves. La tala masiva para la obtención de carbón vegetal y la construcción naval, el pastoreo y el fuego han sido agentes modeladores del paisaje que nos ha llegado a la actualidad, introduciendo cambios en la composición, fisonomía y estructura de la cubierta vegetal, en el sistema geomorfológico, especialmente, por la acción de las aguas de escorrentía superficial y los procesos erosivos consecuentes, y en los suelos que han sufrido importantes procesos de degradación y desertificación, en una dinámica similar a la de otros espacios de montaña mediterránea (López Bermúdez, 1993; Gómez-Zotano, 2006; Ma-taix-Solera y Cerdà, 2009; García-Ruiz et al., 2015; Martínez-Murillo et al., 2016).



**Figura N° 2.**

Imágenes de los principales sistemas naturales del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves: arriba, pinsapar; en medio, pinares en relieves de peridotitas; abajo, pastizal y quejigal de alta montaña mediterránea.



Fuente: Elaboración propia.

## **Materiales y métodos**

### *Fuentes de información*

El proceso de trabajo comenzó con la búsqueda de información geográfica de las variables a tener en cuenta en la delimitación y descripción de las unidades de paisaje del ENP Sierra de las Nieves. Estas variables fueron las siguientes: topografía (altitud y pendiente del terreno), lito-

logía, tipo de clima y uso del suelo y cobertura vegetal. Para obtener dicha información, se han considerado diversas fuentes de información geográfica, recogidas en el Cuadro Nº 1. Así, una vez seleccionadas las variables, se consultaron los servidores web y geovisores de diferentes organismos públicos que ponen dicha información de modo gratuito a disposición del usuario interesado. También, se realizaron búsquedas y descargas de publicaciones científicas en bases de referencias bibliográficas (Dialnet y SCOPUS). Por último, otra fuente de información clave fue el trabajo de campo previo, durante y posterior al proceso cartográfico de delimitación de las unidades de paisaje.

**Cuadro Nº 1.**

Fuentes de información para la realización del estudio de las unidades de paisaje del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.

<b>FUENTE/ORGANISMO</b>	<b>TIPO DE INFORMACIÓN</b>	<b>INFORMACIÓN</b>	<b>VARIABLES</b>
Centro Nacional de Descargas del IGN.	Cartográfica (capas ráster y vectoriales).	Modelo Digital del Terreno (25x25 m). MTN50 histórico (Hojas 1.051, 1.052, 1.065, 1.066). Vuelo americano 1956-57. Vuelo Interministerial (1977-84). PNOA 2018. PNOA Máxima actualidad.	-Altimetría. -Pendiente del terreno. -Geomorfología. -Usos del suelo y coberturas vegetales.
Instituto Geológico y Minero de España.	Cartográfica (capa vectorial).	Cartografía geológica MAGNA50.	-Litología. -Geomorfología.
Red de Información Ambiental de Andalucía.	Cartográfica (capas vectoriales).	Delimitación del Espacio Natural Protegido de Sierra de las Nieves, red hidrográfica, MUCVA (Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía), SIOSEA (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España-Andalucía), SIPNA (Sistema de Información sobre el Patrimonio Natural de Andalucía).	-Límite del Espacio Natural Protegido. -Red hidrográfica. -Usos del suelo y coberturas vegetales.
Bases de referencias bibliográficas.	Publicaciones científicas.	Información científica relativa al clima, vegetación y usos de la zona de estudio.	-Tipos de clima. -Usos del suelo y coberturas vegetales. -Geomorfología.
Trabajo de campo.	Cartográfica.	Verificación y revisión de la cartografía y resultados.	-Unidades de paisaje. -Usos del suelo y coberturas vegetales. -Geomorfología.

Fuente: Elaboración propia.

### *Procedimiento cartográfico de delimitación de unidades de paisaje*

En el presente trabajo se confecciona el mapa de unidades de paisajes según la metodología propuesta por Quintela (1996), quien plantea generar estas unidades a partir de la integración de la información en un sistema de información geográfica, empleando herramientas de análisis espacial y edición cartográfica y el criterio experto. La Figura Nº 3 muestra el flujo metodológico

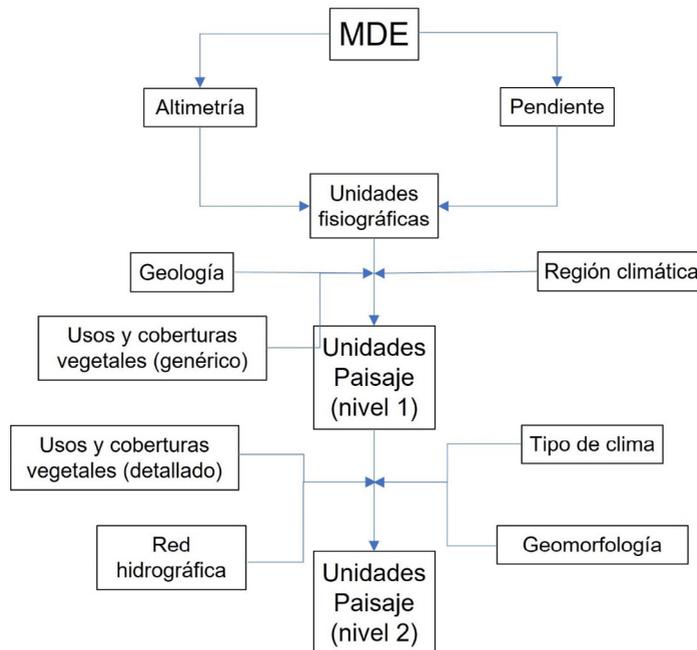
seguido para la delimitación y descripción de las unidades de paisaje según este autor. El software empleado en este procedimiento cartográfico ha sido ArcGIS 10.8.2 (Licencia académica de la Universidad de Málaga). El método combina la Evaluación Multicriterio (EMC) y la superposición de diferentes capas vectoriales de cada una de las variables seleccionadas, en dos niveles de aproximación espacial; en la confección de las unidades de paisaje, se han considerado dos escalas espaciales: 1:100.000 y 1:25.000.

De este modo, en primer lugar, se procede a una EMC teniendo en cuenta dos variables topográficas: altitud y pendiente. Tanto la altitud como la pendiente se han analizado y calculado a partir de un Modelo Digital del Terreno con resolución espacial de 5 m; la altitud se clasificó en varios intervalos: <600, 600-900, 900-1.200, 1.200-1.500 y >1.500 m.s.n.m. El resultado de la EMC y la superposición de ambas capas vectoriales origina una primera cartografía de unidades homogéneas, a las cuales, a su vez, se le superpone la capa vectorial de litologías, resultando una capa vectorial de unidades de relieve. En una última fase cartográfica, a las unidades de relieve, se superponen las capas vectoriales climáticas, hidrológicas y de usos del suelo y coberturas vegetales, quedando caracterizadas aquellas unidades por los atributos dominantes que presentan estas otras dentro de sus límites.

Por último, las unidades de paisaje finales quedan definitivamente establecidas tras ser depuradas en función del tamaño mínimo cartografiable para las dos escalas espaciales consideradas

**Figura Nº 3.**

Flujo metodológico para delimitación de las unidades de paisaje en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.



Fuente: Elaborado a partir de Quintela (1996).

y del criterio experto. El resultado final son unidades de paisaje a escala 1:100.000, divididas a su vez en subunidades establecidas a escala 1:25.000. La primera ha servido para la cartografía general de las unidades a nivel de espacio natural protegido; pero dado que la complejidad estructural de las variables consideradas para caracterizar el paisaje era evidente, la segunda escala espacial se utilizó para proporcionar una cartografía de unidades más detallada. Una vez obtenidas las unidades de paisaje en ambos niveles de aproximación se realizan cálculos de su extensión y perímetro, así como la descripción sintética de las mismas.

### *Caracterización de los cambios en los usos del suelo y las coberturas vegetales*

Los cambios temporales en los usos del suelo y las coberturas vegetales se han caracterizado a partir de la revisión de cartografía temática existente, generada por la Red de Información Ambiental de Andalucía: MUCVA25 para 1956, SIOSEA para 1984, SIPNA para 2022. Dada la incongruencia y errores en algunos sectores del área de trabajo en las capas vectoriales de esta cartografía, éstas fueron revisadas pormenorizadamente en un sistema de información geográfica (software ArcGIS 10.8.2) a partir de la fotointerpretación de ortofotos de dichos años y de trabajo de campo realizado en 2022. Asimismo, se llevó a cabo una homogeneización de la leyenda de usos y coberturas vegetales para hacer posible la comparación entre los años analizados. Siguiendo la propuesta realizada por Arias-García (2019), esta homogeneización se llevó a cabo en dos niveles de clasificación como consta en el Cuadro Nº 2. También, para dar una visión general de los usos del suelo anteriores a 1956, estos se cartografiaron a nivel agrupado a partir de la información recogida en las primeras hojas topográficas nacionales 1:50.000 que cubren el área de estudio, publicadas por el Instituto Geográfico Nacional en 1917.

**Cuadro Nº 2.**

Clasificación de los usos del suelo y coberturas vegetales consideradas en la cartografía del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves, a nivel genérico y detallado.

<b>TIPO DE ESPACIO</b>	<b>CLASIFICACIÓN GENÉRICA</b>	<b>CLASIFICACIÓN DETALLADA</b>
Espacios naturales o seminaturales.	Espacios con cubierta vegetal espontánea: -Vegetación forestal. -Vegetación preforestal. -Afloramientos rocosos.	Espacios con cubierta vegetal espontánea: -Arbolado de coníferas. -Vegetación arbolada de frondosas. -Vegetación arbolada mixta. -Matorral arbolado. -Matorral. -Pastizal arbolado. -Pastizal. -Vegetación de ribera. -Afloramientos rocosos o suelos desnudos.
Espacios antropizados o artificiales	Espacios de uso agrario: -Cultivos. Espacios de uso urbano-industrial: -Construcciones y espacios muy alterados.	Espacios de uso agrario: -Cultivos. Espacios de uso urbano-industrial: -Construcciones y espacios muy alterados.

Fuente: Elaborado a partir de Arias-García (2019).

## Aplicación de índices de métrica del paisaje

Una vez delimitadas las unidades de paisaje y caracterizados sus cambios desde el punto de vista de los usos del suelo y las coberturas vegetales, el último paso metodológico consistió en la aplicación de una serie de índices de métrica del paisaje. Estos índices se recogen en el Cuadro N° 3, aportando su definición, qué información aportan y su procedimiento de cálculo. Este cálculo se llevó a cabo mediante el uso de dos softwares: ArcGIS 10.8.2 para el índice de naturalización del paisaje, y FRAGSTAT para el resto de los índices.

La métrica de naturalización se ha calculado considerando el cambio o permanencia de la superficie ocupada por los agrupamientos de usos del suelo y coberturas vegetales entre los años considerados. Para ello, se han comparado aquellas superficies que, bien mostraban una tendencia hacia la naturalización, o bien, por el contrario, hacia la desnaturalización, manteniendo también aquellas superficies que presentaban el mismo uso en los diferentes intervalos interanuales comparados. Por ejemplo, si en un sector que presenta una cobertura de matorral en los años X e Y, esta ha cambiado su cobertura a vegetación arbolada mixta, en dicho sector se habría producido una naturalización del paisaje. Por el contrario, si tal sector de matorral en el año X cambia su cobertura hacia pastizal en Y, estaría teniendo lugar una desnaturalización. Por esta razón, hay que tener en cuenta que la permanencia de los usos y las coberturas de un año al siguiente, lo único que indica es la presencia del mismo uso a lo largo de los años en el mismo sector, pero ese uso puede haberse desarrollado en otro sector del área de estudio.

**Cuadro N° 3.**

Índices de métrica del paisaje aplicados al Parque Nacional Sierra de las Nieves.

ÍNDICE / INDICADOR	DEFINICIÓN	FÓRMULA
Área Total (TA)	Área total ocupada por las celdas de un uso y cobertura del suelo. $TA > 0$ ; se mide en hectáreas.	$TA = \text{sum}(AREA[patch_{ij}])$ $AREA[patch_{ij}]$ es el área de cada tesela en hectáreas.
Porcentaje de paisaje (PLAND)	Superficie relativa expresada en porcentaje de cada uso y cobertura del suelo respecto a la superficie total analizada (ENP Sierra de las Nieves, o unidades de paisaje).	$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100$ $a_{ij}$ , área de cada tesela; A, área total de paisaje o área de estudio.
Índice de tesela más extensa (LPI)	Porcentaje de paisaje cubierto por la tesela más extensa correspondiente a cada clase de uso y cobertura de suelo. Es una medida de dominancia.	$LPI = \left( \frac{\max_{j=1}^n(a_{ij})}{A} \right) \times 100$ $\max(a_{ij})$ , área de la tesela en metros cuadrados; A, área total del paisaje en metros cuadrados.
Borde total (TE)	Longitud de borde total en metros de cada uso o cobertura del suelo en el área de estudio. Este índice mide la configuración del paisaje porque un paisaje muy fragmentado se caracterizará por muchos bordes. $TE \geq 0$ .	$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik}$ $e_{ik}$ , longitudes de borde en metro, en cada uso/cobertura de suelo $i$ , desde la celda $k=1$ hasta la celda $m$ de dicho uso/cobertura del suelo.

ÍNDICE / INDICADOR	DEFINICIÓN	FÓRMULA
Densidad de borde (ED)	Se trata de la suma en metros de todos los bordes de un uso/cobertura del suelo $i$ en relación al área total de estudio o de paisaje. El límite del paisaje se incluye solo en el total correspondiente de la longitud total de la clase de borde. Esta métrica describe la configuración del paisaje; por ejemplo, una agregación de la misma clase resultará en una densidad de borde baja. Permite realizar comparaciones entre tipos de usos/coberturas o paisajes con diferentes áreas, al ser una métrica estandarizada.	$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A} \times 10000$ <p><math>e_{ik}</math>, longitudes de borde en metro, en cada uso/cobertura de suelo <math>i</math>, desde la celda <math>k=1</math> hasta la celda <math>m</math> de dicho uso/cobertura del suelo; <math>A</math>, área total del área de estudio o del paisaje, en metros cuadrados.</p>
Riqueza de tesela (PR)	Es una métrica de diversidad de paisaje. Es una de las medidas más simples de diversidad y composición del paisaje. $PR > 1$ . Si $PR = 1$ se trata de una única tesela; se incrementa como lo hace el número de clases de usos/coberturas o paisajes.	$PR = m$ <p><math>m</math>, número de clases de usos/coberturas o paisajes.</p>
Densidad de riqueza de tesela (PRD)	Es una métrica de diversidad de paisaje. Al ser una medida relativa permite hacer comparaciones entre paisajes con diferentes áreas totales. $PRD > 100$ . Se mide en número por 100 hectáreas.	$PRD = \frac{m}{A} \times 10000 \times 100$ <p><math>m</math>, número de clases de un uso/cobertura o paisaje; <math>A</math>, área total del paisaje o área de estudio en metros cuadrados.</p>
Diversidad del paisaje (Índice de diversidad de Shannon)	Medición de la heterogeneidad de los usos y coberturas del suelo y su equidistribución en el espacio. Cuanto mayor es el valor, mayor es la diversidad.	$H = - \sum_{i=1}^m p_i \ln(p_i)$ <p><math>P_i</math>, fracción del área muestreada ocupada por el uso <math>i</math>; <math>m</math>, número de atributos en el área muestreada.</p>
Fragmentación del paisaje (Índice de fragmentación de Shannon)	Expresa el fenómeno de desagregación espacial de usos o tipos de hábitat de un área determinada. Permite analizar la transformación del paisaje causada por la progresiva división de los hábitats y la conversión de una matriz más o menos continua en un conjunto de fragmentos aislados. El resultado del indicador es inversamente proporcional al grado de fragmentación del paisaje: cuanto más cercano a 0, menor es la diversidad; al contrario, cuanto más cercano a 1.	$E = \frac{- \sum_{i=1}^m p_i \ln(p_i)}{1nm}$ <p><math>P_i</math>, fracción del área muestreada ocupada por el uso <math>i</math>; <math>m</math>, número de atributos en el área muestreada.</p>
Índice de naturalización del paisaje	Grado de naturalización experimentado por los diferentes usos y coberturas del suelo en un determinado periodo de tiempo. Permite comprobar si existe una progresión hacia el desarrollo de hábitats progresivamente más naturales, bien por avance de la sucesión natural, bien por cese de la presión antrópica o naturalización de coberturas vegetales no autóctonas. Se expresa en porcentaje.	

## Resultados y discusión

### Unidades de paisaje

El ENP Sierra de las Nieves ha quedado dividido en 4 unidades de paisaje en el nivel 1 de aproximación (E = 1:100.000) (Cuadro Nº 4 y Figura Nº 4). Cada una de estas cuatro unidades presentan las siguientes superficies relativas: unidad I, 34,4%; unidad II, 13,2%; unidad III, 46,4%, y unidad IV, 6,0%. Las diferencias entre las unidades de paisaje vienen dadas especialmente por la variedad litológica y los matices climáticos que introducen la altitud y la exposición. Ambas imponen su influencia en la composición y el desarrollo de la cobertura vegetal, lo cual se refleja a su vez en las unidades de paisaje en el nivel 2 de aproximación espacial (E=1:25.000) (Figura Nº 5).

**Cuadro Nº 4.**

Resumen de las características geoecológicas de las unidades de paisaje del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.

UNIDADES (NIVEL 1)	UNIDADES (NIVEL 2)
I.- Paisajes de media montaña, peridotíticos, abarrancados, de clima mediterráneo oceánico, forestal.	I.1: Vaguadas y cauces en montañas medias, de 600-1.500 a m.s.n.m. y pendientes moderadas a fuertemente inclinadas; sustrato geológico de peridotitas y serpentinitas; clima mediterráneo oceánico de régimen húmedo; uso/cobertura vegetal: vegetación de ribera; relieve denudativo, procesos y morfologías fluviales; uso del suelo: forestal.
	I.2: Laderas de montañas medias, de 600-1.500 m.s.n.m. y pendientes moderadas a fuertemente inclinadas; sustrato geológico de peridotitas y serpentinitas; clima mediterráneo oceánico de régimen húmedo; uso/cobertura vegetal: dominante: matorral y matorral arbolado (coníferas: <i>Pinus pinaster</i> ); no dominante: vegetación arbolada frondosa ( <i>Quercus</i> sp.); relieve denudativo, procesos y morfologías de ladera y fluviales; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.
	I.3: Cimas y crestas de montañas medias, de 300-1.500 m.s.n.m. y pendientes ligera a moderadamente inclinadas; sustrato geológico de peridotitas y serpentinitas; clima mediterráneo oceánico de régimen hiperhúmedo; uso/cobertura vegetal: dominante: matorral y matorral no arbolado, no dominante: pastizal y afloramientos rocosos/suelo desnudo; relieve denudativo, procesos y morfologías gravitacionales y de ladera; uso del suelo: forestal.
II. Paisajes de media montaña, esquistosos abarrancados, de clima mediterráneo oceánico, forestal.	II.1: Vaguadas y cauces en montañas medias, de 300-1.500 m.s.n.m. y pendientes moderadamente inclinadas; sustrato geológico de esquistos y gneises; clima mediterráneo oceánico de régimen húmedo en medianías y subhúmedo en cotas más bajas; uso/cobertura vegetal: vegetación de ribera; relieve denudativo, procesos y morfologías fluviales; uso del suelo: forestal.
	II.2: Laderas de montañas medias, de 600-1.500 m.s.n.m. y pendientes moderadamente inclinadas; sustrato geológico de esquistos y gneises; clima mediterráneo oceánico de régimen húmedo en medianías y subhúmedo en cotas más bajas; uso/cobertura vegetal: Dominante: arbolado mixto (quercíneas: <i>Quercus suber</i> y <i>Quercus faginea</i> ; coníferas: <i>Pinus halepensis</i> y <i>Pinus pinaster</i> , acompañadas de matorral); no dominante: pastizal y pastizal arbolado; relieve denudativo, procesos y morfologías de ladera y fluviales; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.

UNIDADES (NIVEL 1)	UNIDADES (NIVEL 2)
<p>III. Paisajes de media montaña, calizos, estructurales, de clima mediterráneo semi-continental, forestal.</p>	<p>III.1: Vaguadas y cauces en montañas medias, de 600-1.500 m.s.n.m. y pendientes moderadamente inclinadas; sustrato geológico de rocas calcáreas; clima mediterráneo oceánico de régimen húmedo en medianías y subhúmedo en cotas más bajas; uso/cobertura vegetal: vegetación de ribera y arbolado de coníferas; relieve estructural, procesos y morfologías fluviales; uso del suelo: forestal.</p>
	<p>III.2: Laderas de montañas medias, de 600-1.100 m.s.n.m. y pendientes moderada a fuertemente inclinadas; sustrato geológico de rocas calcáreas (calizas, dolomías y mármoles); clima mediterráneo semicontinental húmedo en medianías y exposición oeste y subhúmedo en cotas bajas y exposición este; uso/cobertura vegetal: dominante: pastizal y pastizal arbolado; arbolado mixto (quercíneas -<i>Quercus ilex</i>- y coníferas -<i>Pinus halepensis</i> y <i>Abies pinsapo</i> Boiss.-); no dominante: vegetación arbolada frondosa (<i>Quercus</i> sp.); relieve estructural, procesos y morfologías kársticas y de ladera; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.</p>
	<p>III.3: Laderas de montañas medias, de 1.100-1.200 m.s.n.m. y pendientes fuertemente inclinadas; sustrato geológico de rocas calcáreas (calizas, dolomías y mármoles); clima mediterráneo semicontinental húmedo en medianías y exposición oeste y subhúmedo en cotas bajas y exposición este; uso/cobertura vegetal: dominante: vegetación arbolada mixta (matorrales con quercíneas -<i>Quercus ilex</i>- y coníferas -<i>Abies pinsapo</i> Boiss.-); y <i>Pinus pinaster</i> y <i>Pinus sylvestris</i> en umbrías y mayores altitudes); no dominante: vegetación arbolada frondosas, pastizal arbolado y pastizal; relieve estructural, procesos y morfologías kársticas y de ladera; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.</p>
	<p>III.4: Cimas y crestas de montañas medias, de 1.100-1.500 m.s.n.m. y con pendientes variables; sustrato geológico de rocas calcáreas (calizas, dolomías y mármoles); clima mediterráneo semicontinental húmedo en medianías y exposición oeste y subhúmedo en cotas bajas y exposición este; uso/cobertura vegetal: dominante: pastizal y afloramientos rocosos/suelo desnudo; no dominante: vegetación arbolada y matorral; relieve estructural, procesos y morfologías kársticas y de ladera; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.</p>
	<p>III.5: Planicie elevada, 1.100-1.200m, con pendientes nula o ligeramente inclinadas; sustrato geológico de rocas calcáreas (calizas, dolomías y mármoles); clima mediterráneo semicontinental húmedo en medianías y exposición oeste y subhúmedo en cotas bajas y exposición este; uso/cobertura vegetal: dominante: vegetación arbolada de frondosas (<i>Quercus</i> sp.) y arbolado de coníferas (<i>Abies pinsapo</i> Boiss.), no dominante: matorral arbolado, matorral y pastizal; no dominante: arbolado, matorral arbolado y matorral; relieve estructural y procesos y morfologías kársticas y fluviales; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.</p>
<p>IV. Paisajes de montaña alta, calizos, estructurales, de clima mediterráneo semi-continental, forestal.</p>	<p>IV.1: Laderas y altiplanicies, &gt;1.500 m.s.n.m., moderadamente inclinadas; sustrato geológico de rocas calcáreas (calizas, dolomías y mármoles); Mediterráneo semicontinental de régimen hiperhúmedo cacuminal; uso/cobertura: afloramientos rocosos/suelo desnudo, matorral disperso y pastizal arbolado mixto (quercíneas -<i>Quercus faginea subesp. alpestris</i>- y coníferas -<i>Abies pinsapo</i> Boiss.-); no dominante: vegetación arbolada mixta; relieve estructural, procesos y morfologías kársticas, de ladera y periglacial, localmente fluviales; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.</p>
	<p>IV.2: Cimas y crestas de montañas altas, &gt;1.800 m.s.n.m., con pendientes variables; sustrato geológico de rocas calcáreas (calizas, dolomías y mármoles); clima Mediterráneo semicontinental de régimen hiperhúmedo cacuminal; uso/cobertura: dominante: afloramientos rocosos/suelo desnudo, matorral disperso; relieve estructural, procesos y morfologías de ladera y periglacial; uso del suelo: forestal y ganadero extensivo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

La metodología aplicada para la delimitación de las unidades de paisaje en este trabajo responde a una selección apriorística de propiedades geoecológicas y de uso del suelo atendiendo a la clasificación de métodos propuesta por Simensen et al. (2018). No obstante, también se han tenido en cuenta aspectos relativos a la caracterización biofísica del paisaje tal como indican estos autores. De ese modo, la estrategia aplicada para la cartografía de unidades es bastante semejante a la empleada por Serrano Giné (2013) y Serrano et al. (2019), quienes apuestan por una estrategia escalar y unos elementos estructurantes del paisaje como son el relieve, la vegetación y la ocupación pasada y actual del suelo, matizados por el clima, si bien, de modo diferente, en el presente estudio, no se han considerado el tipo de suelo o los valores sociales. En este trabajo, la delimitación espacial de las unidades se aleja algo más de la metodología GTP aplicada por Arias-García (2019) y Arias-García et al. (2018), quienes definían Áreas y Tipos de Paisaje, empleando un mayor número de variables geoecológicas y una posterior valoración de la población local para las denominaciones de los paisajes. Las unidades de paisaje resultantes en este estudio han sido obtenidas a partir de un procedimiento cartográfico y de criterio experto desde una óptica geoecológica lo más objetiva posible, para ser posteriormente caracterizadas según los usos del suelo y coberturas vegetales, descritas en el siguiente apartado.

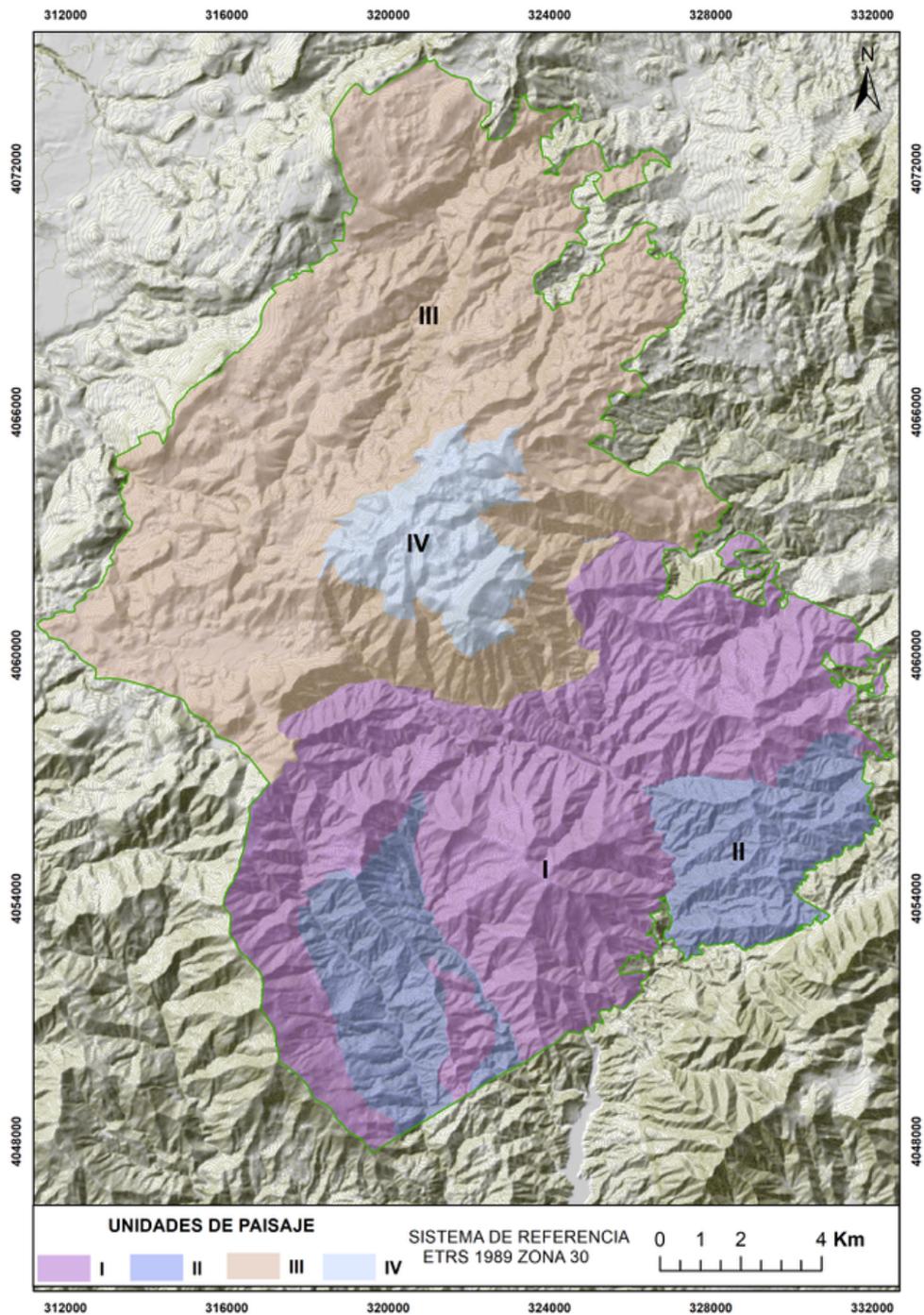
En un estudio similar, dirigido por Zoido Naranjo y Rodríguez Rodríguez (2015a), quienes delimitaron los paisajes de la Provincia de Málaga, el ENP Sierra de las Nieves quedaría distribuido por los siguientes Tipos de paisajes: 'Macizos montañosos y altas sierras Subbéticos-Prebéticos' incluidos en la asociación de paisajes 'Macizos montañosos de las Cordilleras Béticas', y 'Sierras litorales y sublitorales Béticas' y 'Sierras Béticas', incluidos ambos en la asociación de paisajes 'Sierras y montañas litorales y continentales'. A una escala más amplia, según el Atlas de los Paisajes de España (Ministerio de Medio Ambiente, 2004), el ENP Sierra de las Nieves quedaría también distribuido por los llamados 'Macizos montañosos béticos' y 'Sierras béticas'. De este modo, el inventario y la delimitación de las unidades de paisaje en este trabajo está en consonancia con los obtenidos en los trabajos previos mencionados, aunque alcanzándose una mayor definición debido al uso de una escala de aproximación espacial de mayor detalle.

## *Cambios en los usos del suelo*

Los usos del suelo y las coberturas vegetales son los elementos de paisaje que se caracterizan por un mayor dinamismo, con cambios evidentes a escala temporal humana (Bertrand y Bertrand, 2006; García-Ruiz et al., 2015). Los usos y coberturas vegetales son variables claves en esta caracterización dado que son el reflejo territorial de las intervenciones humanas en un contexto socioeconómico e histórico-cultural dado, interactuando de modo global como un sistema único, en el espacio y tiempo, con el resto de las variables abióticas (Gómez-Zotano, 2003; Arias-García, 2016). Por este motivo, las unidades de paisaje descritas en el apartado anterior han sido también objeto de análisis desde el punto de vista de los cambios en usos y coberturas ocurridos en ellas desde comienzos del siglo XX.

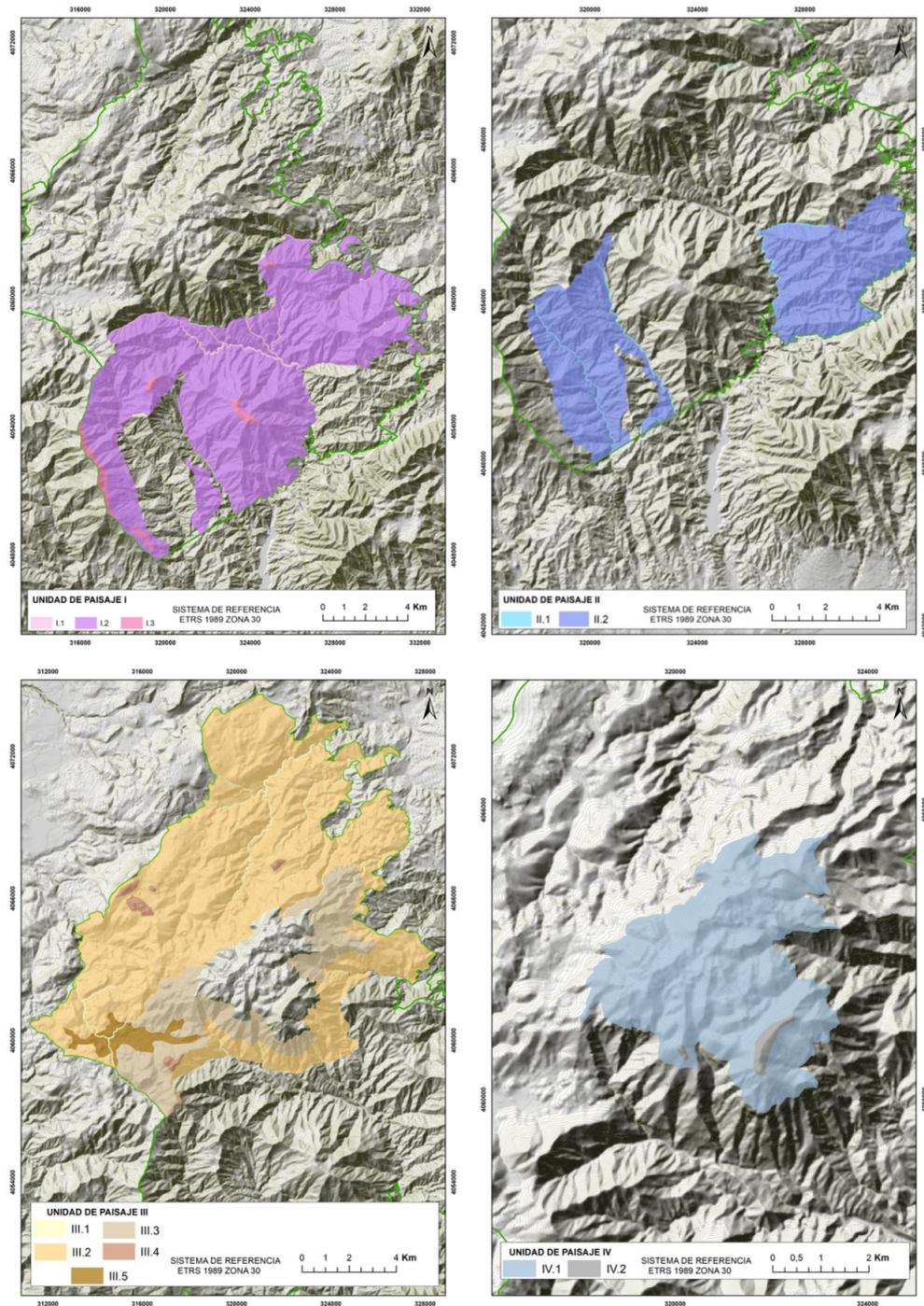
Las Figuras Nº 6 y Nº 7 recogen la cartografía de los usos y coberturas del suelo en el ENP Sierra de las Nieves para los años analizados. Además, en los Cuadros Nº 5 y 6 se dan datos de la superficie relativa ocupada por cada uno de ellos, en esos años. Aunque solo es una mera aproximación, en 1917, el territorio de estudio estaba dominado por la vegetación preforestal si atendemos a la clasificación de usos agrupada, igual que en los años posteriores, si bien la vegetación puramente

**Figura N° 4.**  
Unidades de paisaje del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves (nivel 1).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 5.**  
 Unidades de paisaje del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves (nivel 2).



Fuente: Elaboración propia.

forestal se incrementa progresivamente hasta 2022. En todos los casos, los usos agrícolas y las construcciones antrópicas suponían una ínfima parte del territorio. Si se considera la clasificación detallada de usos y coberturas, se pueden apuntar aspectos más significativos: la reducción a la casi inexistencia de los cultivos; el incremento de los bosques de coníferas y de bosques mixtos, en general, con la salvedad de la reducción de los pinsapares puros de 1984 a 2022 por la incidencia del incendio forestal de 1991, que arrasó buena parte del sector centro y sureste del área de estudio (Martínez-Murillo et al., 2016) afectando también a lo que se ha considerado como ‘Vegetación arbolada mixta’ (mezcla de arbolado de coníferas y/o quercíneas más matorral); y la reducción de afloramientos rocosos y pastizales puros, en favor del matorral, matorral arbolado y pastizal arbolado debido a la reducción de la carga ganadera y del carboneo desde la mitad del siglo XX, en una dinámica de retroceso del modelo productivo agrario tradicional en la Sierra de las Nieves (Carvajal, 1981) y Lima Cueto et al. (2017), como en el entorno geográfico de la Serranía de Ronda, en el cual se inserta (Gómez Zotano y Olmedo Cobo, 2021). Esta dinámica espacio-temporal en los usos y coberturas hace que en la actualidad las diferentes unidades de paisaje delimitadas se caractericen por los tipos indicados en el Cuadro Nº4 del apartado anterior. No obstante, hay que reseñar que la calidad del resultado final de la cartografía de estos usos y coberturas está directamente relacionada con la calidad y resolución de las ortofotos que han servido para su producción y verificación.

#### Cuadro Nº 5.

Superficie relativa ocupada por los usos del suelo, a nivel genérico, en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves durante el periodo de estudio.

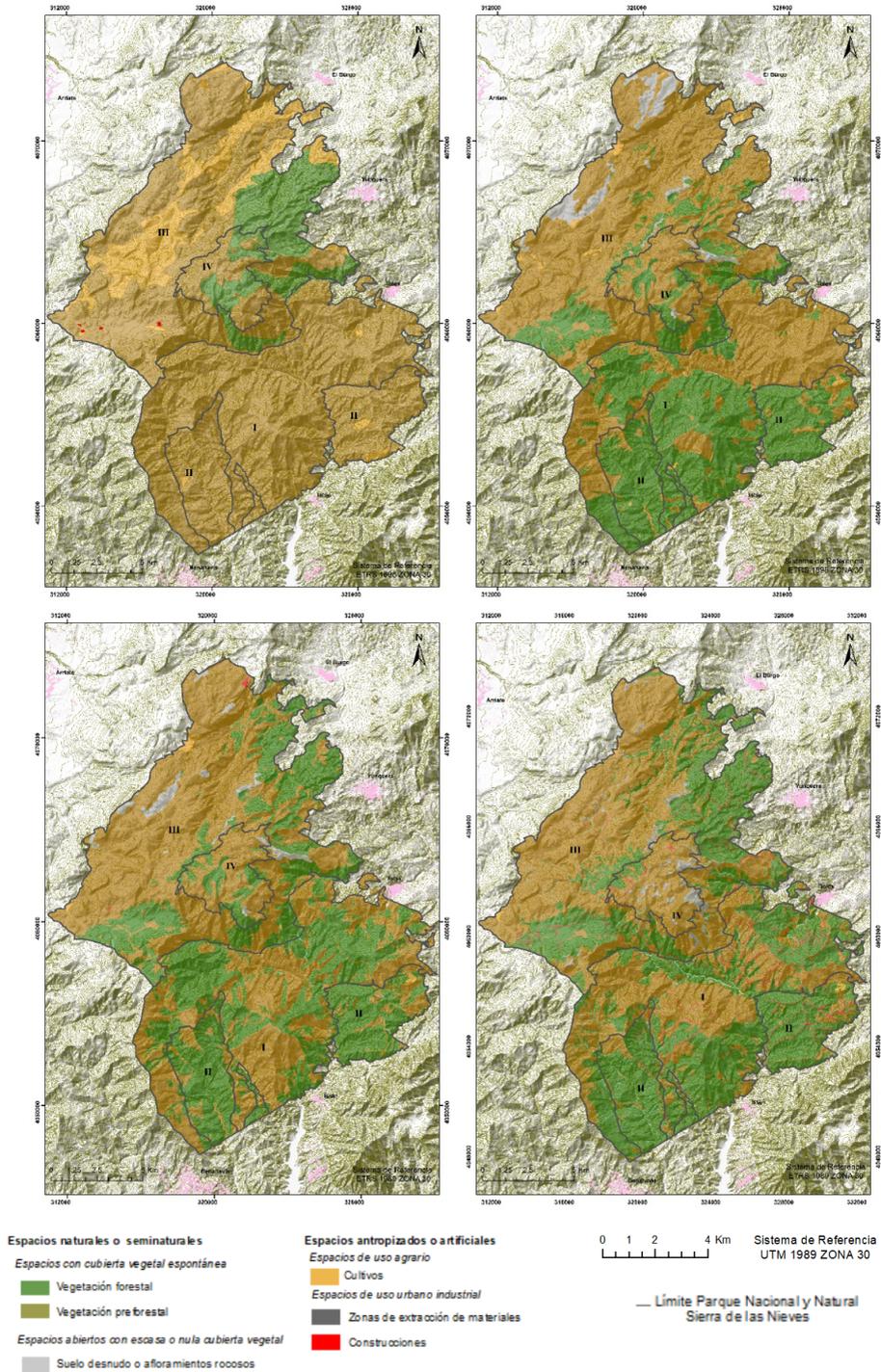
AÑO	SUPERFICIE (%)				
	Espacios con cubierta vegetal espontánea			Espacios agrarios	Espacios de uso urbano-industrial
	Vegetación forestal	Vegetación preforestal	Afloramientos rocosos	Cultivos	Construcciones y espacios muy alterados
1917	11,5	78,0	Sin datos	10,9	0,9
1956	16,1	80,3	2,7	0,9	Sin datos*
1984	24,5	73,5	1,4	0,5	0,1
2022	22,3	73,7	1,7	0,3	2,0

Nota: \*la resolución de la fotografía aérea no permite realizar una cartografía exacta de las construcciones en este año, pero sí es evidente que existían asentamientos aislados de una o pocas viviendas.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 6.**

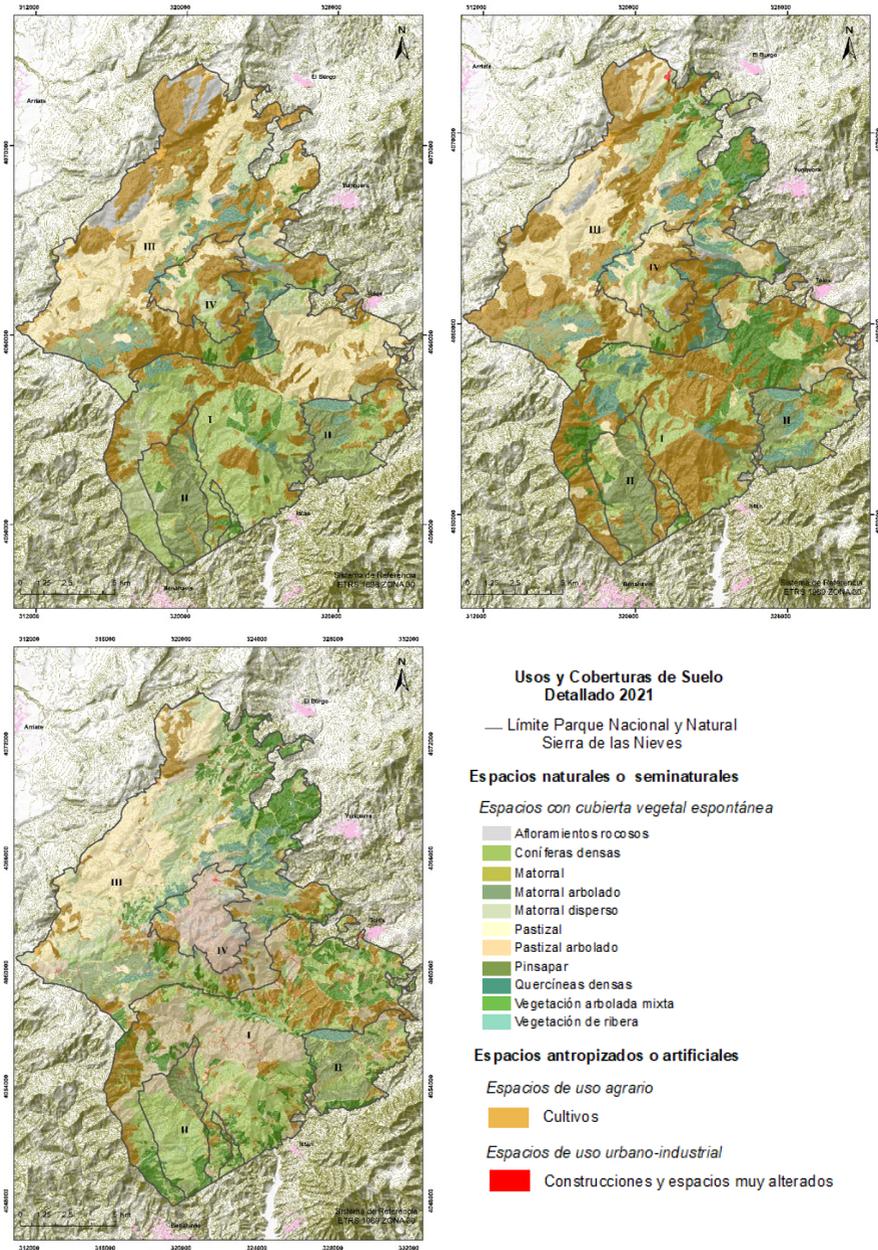
Mapas de usos del suelo agrupados del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves en el periodo de estudio: 1917 (arriba izquierda), 1956 (arriba derecha), 1984 (abajo izquierda) y 2022 (abajo derecha).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 7.**

Mapas de usos del suelo detallados, en las unidades de paisaje del Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves en el periodo de estudio: 1956 (arriba izquierda), 1984 (arriba derecha) y 2022 (abajo izquierda).



Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N° 6.**

Superficie relativa ocupada por los usos del suelo, a nivel detallado, en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves durante el periodo de estudio.

USOS DEL SUELO	SUPERFICIE (%)		
	1956	1984	2022
Arbolado de coníferas (sin pinsapar)	2,4	9,4	13,2
Arbolado de coníferas (pinsapar puro)	4,8	7,2	3,6
Arbolado de frondosas	8,9	8,1	5,5
Vegetación mixta	21,7	16,8	22,2
Matorral arbolado	0,0	0,0	12,8
Matorral	29,1	37,6	16,0
Matorral disperso	0,0	0,0	3,7
Pastizal arbolado	6,9	4,1	9,3
Pastizal	22,5	14,7	12,3
Vegetación de ribera	0,1	0,1	1,1
Afloramientos rocosos	2,7	1,4	1,7
Cultivos	0,9	0,5	0,3
Construcciones y espacios muy alterados	Sin datos*	0,1	2,0

Nota: \*la resolución de la fotografía aérea no permite realizar una cartografía exacta de las construcciones en este año, pero sí es evidente que existían asentamientos aislados de una o pocas viviendas.

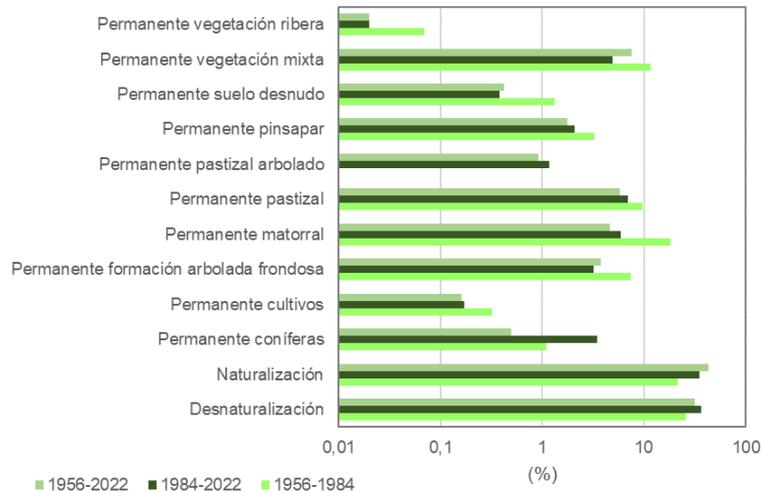
Fuente: Elaboración propia.

### *Análisis de la métrica del paisaje*

Para analizar de modo cuantitativo los cambios ocurridos en el paisaje desde el punto de vista de los usos del suelo y coberturas vegetales, se aplicaron unos índices de métrica del paisaje reseñados en el apartado 3.4. En primer lugar, cabe comentar los resultados de la métrica de naturalización, que expresa la tendencia del paisaje hacia una naturalización o desnaturalización mediante la comparación de dos años de los considerados en el estudio. En la Figura N° 8, se representan esos cambios, en la que podemos observar que la desnaturalización es mayor que la naturalización en los intervalos comparados de 1956-1984 y 1984-2022. Sin embargo, haciendo la comparación entre la evolución de los años se presenta un aumento de la desnaturalización, pero después una disminución del porcentaje, mientras que la naturalización del paisaje sí sigue una evolución porcentual en constante aumento. Estos datos nos reflejan la clara acción antrópica en estos espacios porque las permanencias de los diferentes usos son muy diferentes entre los años comparados, incrementándose estos porcentajes en naturalización o desnaturalización de las superficies. Teniendo en cuenta el valor comparado entre 1956-2022 podemos observar la evolución de un aumento de la naturalización y una disminución de la desnaturalización atendiendo al conjunto. En cuanto al cambio producido en el cómputo global de los resultados, se puede apuntar una cierta carga ganadera, aprovechamientos forestales y la acción de los incendios en nuestra área de estudio; un ejemplo de ello es el incendio forestal de julio de 1991, el cual arrasó más de 8.000 ha, la mayoría de ellas en el sector centro-sur del ENP Sierra de las Nieves (Martínez Murillo et al., 2016).

**Figura N° 8.**

Cambios en la naturalización y desnaturalización y en los usos del suelo y coberturas comparando los años de análisis, en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.



Fuente: Elaboración propia.

Además, se ha realizado un cálculo a través de los índices de métrica del paisaje, resumidos en el Cuadro N° 3, realizados por tipo de uso/cobertura y año, obteniendo los resultados de los Cuadros N° 7, 8, 9 y 10. Hay que tener en cuenta que las métricas incluidas en el Cuadro N° 7 se realizaron con el total de la superficie del paisaje del ENP, mientras que en los Cuadros N° 8, 9 y 10 se presentan las métricas según el uso agrupado en el paisaje. El Cuadro N° 7 resume los resultados de dichos índices aplicados considerando los usos del suelo y coberturas agrupados. De 1956 a 2022 hay una tendencia a la fragmentación del paisaje en teselas de diferentes tipos de cubierta vegetal, al tiempo que se incrementa la longitud de borde de las diferentes teselas, aunque, como ya se comentó previamente, han de tomarse con cautela estos resultados debido a los problemas que pueden derivarse del uso de diferentes ortofotos, con resoluciones espaciales y calidades diferentes. No obstante, sí que permiten observar una tendencia hacia la revegetación y naturalización de ámbitos de montaña mediterránea, la cual es común a otros espacios similares (Lasanta et al., 2015; Sillero-Medina et al., 2020). Esto queda corroborado con el incremento de los índices de Shannon, así como con el aumento de la densidad de borde, que implican un aumento de la diversidad paisajística.

**Cuadro N° 7.**

Métricas del paisaje para los usos del suelo agrupados, en el periodo de estudio, en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.

MÉTRICA / AÑO	1956	1984	2022
TA (ha)	29579,8	29580,9	29580,1
PR (clases)	9	10	10
LPI (%)	16,3	12,6	13,5
TE (m)	1.173.090	1.357.355	3.291.625
PRD (n 100 ha <sup>-1</sup> )	0,030	0,034	0,034

MÉTRICA / AÑO	1956	1984	2022
SHDI	1,65	1,69	1,79
SHEI	0,75	0,73	0,78
ED (m/m <sup>2</sup> )	39,7	45,9	111,3

Fuente: Elaboración propia.

#### Cuadro N° 8.

Índices de métricas del paisaje aplicados a los usos/coberturas de cultivos, antrópico y suelo desnudo en el periodo de estudio, en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.

Año Índice	CULTIVOS			ANTRÓPICO			SUELO DESNUDO		
	1956	1984	2022	1956	1984	2022	1956	1984	2022
CA (ha)	263,3	139,5	84,8	0,0	17,5	593,7	799,9	413,0	500,7
PLAND (%)	0,89	0,47	0,29	0,00	0,06	2,01	2,70	1,40	1,69
LPI (m <sup>2</sup> )	0,15	0,18	0,06	0,00	0,04	9.853,00	0,97	0,45	0,31
TE (m)	56.705,0	32.430,0	35.320,0	0,0	7.170,0	967.530,0	80.330,0	63.370,0	162.610,0
ED (m/m <sup>2</sup> )	1,92	1,10	1,19	0,00	0,24	32,71	2,72	2,14	5,50

Fuente: Elaboración propia.

#### Cuadro N° 9.

Índices de métricas del paisaje aplicados a los usos/coberturas de vegetación mixta, vegetación forestal y vegetación de ribera en el periodo de estudio, en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.

Año Índice	VEGETACIÓN MIXTA			VEGETACIÓN FORESTAL			VEGETACIÓN DE RIBERA		
	1956	1984	2022	1956	1984	2022	1956	1984	2022
CA (ha)	6.433,5	4.972,5	6.571,7	2.631,2	2.384,4	1.635,3	21,0	21,0	328,4
PLAND (%)	21,75	16,81	22,22	8,90	8,06	5,53	0,07	0,07	1,11
LPI (m <sup>2</sup> )	10,11	4,13	4,24	3,62	3,50	1,03	0,02	0,02	0,14
TE (m)	504.755,0	556.145,0	14.273*10 <sup>6</sup>	181.785,0	195.605,0	244.330,0	10.455,0	10.455,0	615.715,0
ED (m/m <sup>2</sup> )	17,06	18,90	48,25	6,15	6,61	8,26	0,35	0,35	20,82

Fuente: Elaboración propia.

#### Cuadro N° 10.

Índices de métricas del paisaje aplicados a los usos/coberturas de matorral, pastizal, coníferas y pinsapar en el periodo de estudio, en el Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves.

Año Índice	MATORRAL			PASTIZAL			CONÍFERAS			PINSAPAR		
	1956	1984	2022	1956	1984	2022	713,535	2773,918	3897,765	1956	1984	2022
CA (ha)	8585,5	11117,9	8503,5	8705,0	5620,5	6399,8	2,4	9,4	13,2	1426,8	2120,7	1064,5

	MATORRAL			PASTIZAL			CONÍFERAS			PINSAPAR		
PLAND (%)	29,02	37,58	28,75	29,43	19,00	21,64	0,55	3,57	0,55	4,82	7,17	3,60
LPI (m <sup>2</sup> )	7,8	8,2	7,4	16,3	12,6	13,5	90445,0	264795,0	855325,0	0,7	0,8	0,6
TE (m)	734255,0	902665,0	1148445,0	513435,0	459495,0	915995,0	3,1	9,0	28,9	174015,0	219580,0	210680,0
ED (m/m <sup>2</sup> )	24,8	30,5	38,8	17,4	15,5	31,0	713,5	2773,9	3897,8	5,9	7,4	7,1

Fuente: Elaboración propia.

Desde una perspectiva geoecológica, considerando los cambios de usos y coberturas vegetales, además de índices ecológicos del paisaje, este trabajo ha buscado la delimitación y caracterización de los paisajes del ENP Sierra de la Nieves, de reciente declaración por parte del Gobierno de España, en 2021. Ante la próxima redacción de documentos claves para su ordenación y gestión, desde este estudio aportamos una información básica para que dicho espacio natural protegido sea gestionado desde una óptica no solo biologicista, que ha sido la tónica habitual para los espacios naturales declarados en la Comunidad Autónoma de Andalucía desde finales de la década de 1980 (Gómez Moreno, 2010). En el mismo sentido, Mulero Mendigorri (2013) denunció que, con carácter general, ni los Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) ni los Planes de Recursos, Uso y Gestión (PRUG) —instrumentos básicos reguladores de la inmensa mayoría del territorio natural protegido en España— se habían ocupado de inventariar, diagnosticar y regular el patrimonio paisajístico presente en sus respectivos ámbitos de influencia. En la Ley 30/2014, de 3 diciembre, de Parques Nacionales, el término ‘paisaje’ aparecía hasta en seis ocasiones para hacer referencia a aspectos tales como la configuración visual de los sistemas naturales o las actividades que pueden impactar en la estética de estos, pero, en ningún caso, se explicitaba claramente que el paisaje había de ser un criterio más para la ordenación del territorio de los parques nacionales, ni un aspecto clave en la gestión de estos por medios de sus herramientas jurídicas. En definitiva, con este trabajo, aportamos una amplia información dirigida a la ordenación y la gestión, en este caso, del ENP Sierra de las Nieves porque de lo que se trata es de adoptar una óptica más global, geoecológica, en línea con lo apuntado por Martins Brito et al. (2022), puesto que favorece la aplicación de políticas sostenibles desde el punto de vista medioambiental, que busquen la sostenibilidad socioeconómica de la sociedad local, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por Naciones Unidas.

## Conclusiones

Teniendo en cuenta el propósito y los objetivos de este trabajo, se pueden aportar las siguientes conclusiones:

1) El ENP Sierra de las Nieves ha quedado delimitado en cuatro unidades de paisaje a nivel general, las cuales a su vez han quedado divididas en otras cuatro en el nivel detallado, en base a criterios específicos geoecológicos y de representatividad espacial e hito paisajístico, en los que atributos del relieve relacionados con la topografía y el sustrato geológico han influido enormemente, como así se corrobora en el territorio.

2) El ENP Sierra de las Nieves y sus unidades de paisaje han quedado caracterizados según sus usos del suelo y coberturas vegetales, tanto las actuales, como la evolución espacio-temporal de las mismas a lo largo del siglo XX, hasta 2022. Esta evolución, en consonancia con la dinámica geoecológica y socioeconómica de territorios de montaña mediterránea, progresa hacia una naturalización del paisaje, con un enriquecimiento de coberturas vegetales, favorecida por el retroceso de la ganadería, pero muy afectada y amenazada por el fuego.

3) El procedimiento metodológico seguido se ha mostrado de utilidad para la delimitación espacial de las unidades de paisaje. No obstante, se pueden aducir una serie de aspectos influyentes y otros mejorables; por ejemplo, se debe considerar con cautela la cartografía de usos del suelo y coberturas vegetales ofrecida por la administración pública, puesto que requiere de una revisión muy pormenorizada, previa a su uso en el análisis espacial y estadístico, debido a la dispar resolución espacial de las ortofotos aéreas y a la calidad del proceso de digitalización realizado. Además, en futuras investigaciones, las unidades de paisaje propuestas han de verse refrendadas y/o revisadas según aspectos relacionados con la percepción del paisaje y su representatividad espacial.

Por último, ha de apuntarse que toda la información cartográfica y de inventario paisajístico y geoecológico, está dirigida a aportar en futuras investigaciones una propuesta de ordenación y gestión de Espacio Natural Protegido Sierra de las Nieves, más acorde con la realidad de la montaña mediterránea del sur de la península Ibérica, cuyos paisajes no solo son de riqueza biológica o, en otros casos, geológicas, sino que son fruto de la labor durante siglos de la actividad humana, la cual no puede quedarse fuera de la gestión de tales espacios, en especial, cuando la permanencia de la población local depende económicamente de la puesta en valor de dichos paisajes, con usos turísticos y recreativos, sin olvidar el escenario territorial de cambio climático actual.

## Referencias bibliográficas

AMICI, V., EGGERS, B., GERI, F. & BATTISTI, C. Habitat Suitability and Landscape Structure: A Maximum Entropy Approach in a Mediterranean Area. *Landscape Research*, 2015, Nº 40-2, p. 208-225. doi: <https://doi.org/10.1080/01426397.2013.774329>

ARIAS GARCÍA, J. Identificación, caracterización y cualificación de los paisajes de las grandes cuencas endorreicas de Andalucía: ensayo metodológico para la implementación del Convenio Europeo del Paisaje en sistemas lacustre-palustres. Tesis doctoral, Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, 2016. Disponible en Internet: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/40944>

ARIAS-GARCÍA, J. Propuesta metodológica para la identificación, caracterización y cualificación de los paisajes: la cuenca endorreica de Padul (Andalucía) como caso de estudio, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 2019, Nº 80, p. 1-43. doi: <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2604>

ARIAS-GARCÍA, J., GÓMEZ-ZOTANO, J. & DELGADO-PEÑA, J.J. Classifying landscape in endorheic basins: a methodological approach for the implementation of the European landscape convention. *European Journal of Geography*, 2018, Nº 2, p. 55 – 77. Disponible en Internet: <https://www.>

[researchgate.net/publication/316959996\\_Classifying\\_landscape\\_in\\_endorheic\\_basins\\_A\\_methodological\\_approach\\_for\\_the\\_implementation\\_of\\_the\\_european\\_landscape\\_convention](https://www.researchgate.net/publication/316959996_Classifying_landscape_in_endorheic_basins_A_methodological_approach_for_the_implementation_of_the_european_landscape_convention)

BENEDEK, Z., NAGY, A., RÁCZ, I. A., JORDÁN, F., & VARGA, Z. Landscape metrics as indicators: quantifying habitat network changes of a bush-cricket *Pholidoptera transsylvanica* in Hungary. *Ecological Indicators*, 2011, N° 11, p. 930-933.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen*, 1968, N° 39-3, p. 249-272.

BERTRAND, C. & BERTRAND, G. Geografía del medio ambiente: el sistema GTP: geosistema, territorio y paisaje. (Francisco Rodríguez Martínez, traducción y coordinación). Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, 2006.

BOE. Ley 9/2021, de 1 de julio, de declaración del Parque Nacional Sierra de las Nieves. Madrid: Boletín Oficial del Estado, 2021.

BOLÓS, M. Manual de ciencia del paisaje. Barcelona: Masson, 1992.

BOTEQUILHA, A., MILLER, J., AHERN, J. & MCGARIGAL, K. *Measuring Landscapes. A Planner's Handbook*. Washington: Island Press, 2006.

BRUMM, K.J., HANKS, R.D., BALDWIN, R.F. & BRANDON K. A scale-linked conservation planning framework for freshwater ecosystems. *Landscape Ecology*, 2022, N° 37, p. 2589-2605. doi: <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01505-w>

BUYANTUYEV, A., & WU, J. Effects of thematic resolution on landscape pattern analysis. *Landscape Ecology*, 2007, N° 22, p. 7-13.

CAIN, D.H., RIITTERS, K. & ORVIS, K. A multi-scale analysis of landscape statistics. *Landscape Ecology*, 1997, N° 12, p. 199-212.

CARVAJAL, M.C. Evolución de la dinámica demográfica de la provincia de Málaga en los últimos treinta y cinco años. *Baética*, 1981, N° 4, p. 25-61.

CHRISTIAN, C.S. & STEWART, G.A. Methodology of integrated surveys. Aerial surveys and integrated studies. Paris: UNESCO, 1968, p. 233-281.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA AZUL. Parque Nacional de la Sierra de las Nieves. Sevilla: Junta de Andalucía, 2022. Disponible en Internet: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/guest/landing-page-%C3%ADndice/-/asset\\_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/parque-nacional-de-sierra-de-las-nieves/20151](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/guest/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/parque-nacional-de-sierra-de-las-nieves/20151)

CONSEJO EUROPEO. Convenio Europeo del Paisaje. Florencia: Consejo Europeo, 2000. Disponible en Internet: <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/convenio.aspx>

CUMMING, G.S, MAGRIS, R.A. & MACIEJEWSKI, K. Quantifying cross-scale patch contributions to spatial connectivity. *Landscape Ecology*, 2022, N° 37, p. 2255–2272. doi: <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01497-7>

FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. *Landscape ecology*. New York: Wiley, 1986.

SÍMOVA, P. & GDULOVÁ, K. Landscape indices behavior: A review of scale effects. *Applied Geography*, 2012, N° 34, p. 385-394. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.01.003>

GARCÍA-RUIZ, J.M., LÓPEZ-MORENO, J.I., LASANTA, T., VICENTE-SERRANO, S.M.,

GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO-GARCÉS, B.L., SANJUÁN, Y., BEGUERÍA, S., NADAL-ROMERO, E., LANA-RENAULT, N. & GÓMEZ-VILLAR, A. Los efectos geoecológicos del cambio global en el Pirineo Central español: Una revisión a distintas escalas espaciales y temporales. *Pirineos*, 2015, N° 170, e012. <https://doi.org/10.3989/Pirineos.2015.170005>

GARDNER, R. H., LOOKINGBILL, T. R., TOWNSEND, P. A., & FERRARI, J. A new approach for rescaling land cover data. *Landscape Ecology*, 2008, N° 23, p. 513-526.

GÓMEZ MORENO, M.L. Los espacios naturales protegidos como categoría de ordenación del territorio. El caso de la Comunidad Autónoma Andaluza. *Cuadernos Geográficos*, 2010, N° 47-2, p. 317-346.

GÓMEZ ZOTANO, J. Conflictos en el Monte Mediterráneo: el caso de Sierra Bermeja (provincia de Málaga), la destrucción de un espacio de alto valor ecológico», en *Las relaciones entre las comunidades agrícolas y el Monte*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Colección Humanidades, 2003, N° 71, p. 197-210.

GÓMEZ ZOTANO, J. Los montes de la Costa del Sol. Sierra Bermeja y Sierra Crestellina. *Investigaciones Geográficas*, 2006, N° 39, p. 47-71.

GÓMEZ ZOTANO, J. & RIESCO CHUECA, P. Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales. Sevilla: Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía, 2010.

GÓMEZ ZOTANO, J. & OLMEDO COBO, J.A. Los Bosques de la Serranía de Ronda. Una perspectiva temporal. Ronda: La Serranía, 2021.

GROOM, G. Methodological review of existing classifications. En: Wascher, D.M. *European landscape character areas. Typologies, cartography and indicators for the assessment of sustainable landscapes*. Wageningen: Landscape Europe, 2005, p. 32-45.

GUSTAFSON, E.J. Quantifying landscape spatial patterns: what is the state of the art? *Ecosystems*, 1998, N° 1, p. 143–156.

Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE). Plan Nacional del Paisaje Cultural. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, 2015. Disponible en internet: <https://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:55b779f7-037f-45a0-baa0-17f27bc2587a/05-maqueta-do-paisaje-cultural.pdf>

KELLY, M., TUXEN, K. A., & STRALBERG, D. Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time. *Ecological Indicators*, 2011, Nº 11, p. 263-273.

LASANTA, T., NADAL-ROMERO, E., ERREA, P. & ARNÁEZ, J. The effect of landscape conservation measures in changing landscape patterns: a case study in Mediterranean mountains. *Land Degradation and Development*, 2015, Nº 27-2, p. 373-386. doi: <https://doi.org/10.1002/ldr.2359>

LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. Reflexiones sobre la degradación de los suelos y su gestión sostenible en la Cuenca Mediterránea. *Paralelo*, 1993, Nº 37-16, p. 211-218.

LIMA CUETO, F.J., GÓMEZ MORENO, M.L. & BLANCO SEPÚLVEDA, R. El olivar de montaña y la conservación del suelo en la transición de la economía orgánica a la industrial: el caso de Sierra de las Nieves (Málaga), 1940-1975. *Ager*, 2017, Nº 23, p. 97-128. DOI: 10.4422/ager.2017.05

LUO, Z., TIAN, J., ZENGA, J. & PILLA, F. Resilient landscape pattern for reducing coastal flood susceptibility. *Science of The Total Environment*, 2023, Nº 856-1, 159087. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159087>

MAGRAMA. Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales. Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales, 2014.

MARTÍNEZ-MURILLO, J.F., REMOND, R., HUESO-GONZÁLEZ, P., & RUIZ-SINOGA, J.D. 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, Nº 171, e024, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/pirineos.2016.171008>

MARTINS BRITO, R., SALINAS CHÁVEZ, E., & MIRANDOLA GARCIA, P.H. La Geoecología de los paisajes como fundamento para la selección, planificación y gestión de Áreas Protegidas: Aspectos teórico-metodológicos. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2022, Nº 83, p. 305-229.

MATAIX-SOLERA, J. & CERDÀ, A. Los efectos de los incendios forestales en los suelos. Síntesis y conclusiones. Nuevos retos en la investigación y en la gestión. València: Càtedra Divulgación de la Ciencia, 2009.

MATEO, J. Geografía de los Paisajes, Primera Parte. Paisajes naturales. La Habana: Editorial Universitaria, 2008.

MESSERLI, P., HEINIMANN, A., & EPPRECHT, M. Finding homogeneity in heterogeneity e a new approach to quantifying landscape mosaics developed for the Lao PDR. *Human Ecology*, 2009, Nº 37, p. 291-304. doi: 10.1007/s10745-009-9238-1

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Atlas de los Paisajes de España. Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente, 2004.

MULERO MENDIGORRI, A. Significado y tratamiento del paisaje en las políticas de protección de espacios naturales en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 2013, Nº 62, p. 129-145.

OLAYA, V. *Sistemas de Información Geográfica*, 2022. Disponible en [http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG).

OLMEDO COBO, J. & GÓMEZ ZOTANO, J. Los climas de la Serranía de Ronda: una propuesta de clasificación. *Takurunna*, 2017, Nº 6-7, p. 23-57.

O'NEILL, R. V., KRUMMEL, J. R., GARDNER, R. H., SUGIHARA, G., JACKSON, B., DEANGELIS, D. L., MILNE, B. T., TURNER, M. G., ZYGMUNT, B., CHRISTENSEN, S. W., DALE, V. H. & GRAHAM, R. L. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1988, Nº 1, p. 153-162.

PORCEL, L. Estudio y propuesta de un sistema de indicadores de paisaje. Tesis doctoral. Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, 2017.

PETROSILLO, I., MARINELLI, M.V., ZURLINI, G. & VALENTE, D. Cross scale spatial and temporal indicators for measuring the effects of landscape heterogeneity on pollination service. *Ecological Indicators*, 2022, Nº 145, 109573. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109573>

PRIEGO-SANTANDER, A. G., ISUNZA-VERA, E., LUNA-GONZALEZ, N. & PEREZ-DAMIAN, J. L. Tipos morfométricos del relieve de México, a escala 1:250 000. México D.F.: Dirección General de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. INE, SEMARNAT, 2003. [http://mapas.ine.gob.mx/est\\_vertical.htm](http://mapas.ine.gob.mx/est_vertical.htm)

PRIEGO-SANTANDER, A., BOCCO, G., MENDOZA, M. & GARRIDO, A. Propuesta para la generación semi automatizada de unidades de paisajes, Fundamentos y métodos. México: Instituto Nacional de Ecología, 2008.

QUÍNTELA, J. El inventario, el análisis y el diagnóstico geoecológico de los paisajes mediante el empleo de los SIG. La Habana: Tesis de Doctorado, Universidad de La Habana, 1996.

QUINTELA, J., SECO, R. & SALINAS, E. Geomorphological and Landscape Mapping of the Cuyutlan Lagoon; Mexico. *GIS for Natural Environment Mapping*, 2001, Nº 15-7, p.44-47.

RAMÍREZ-SÁNCHEZ, L. G.; PRIEGO-SSANTANDER, A. G.; BOLLO, M. & CASTELO-AGUERO, D. Potencial para la conservación de la geodiversidad de los paisajes del Estado de Michoacán, México. *Perspectiva Geográfica*, 2016, Vol. 21, Nº 2, p. 321-344.

RAMÓN, A., SALINAS, E. & REMOND, R. Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso de los SIG: aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba, *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*, 2009, Nº 1-1, p. 95-108, 2009.

SALINAS, E. *Análisis y Evaluación de los Paisajes en la Planificación Regional en Cuba*. Tesis de doctorado. La Habana: Universidad de La Habana, 1991.

SALINAS, E. ¿Qué es la diversidad geográfica o geodiversidad? Sesión Dimensión Ambiental, Periódico El Sol de Hidalgo, 1998, p. 10.

SERRANO GINÉ, D. Tipología y organización del paisaje en Muntanyes d'Ordal (Barcelona). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 2013, Nº 61, p. 195-214. Disponible en Internet: <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1541/1461>

SERRANO GINÉ, D., GARCÍA ROMERO, A., GARCÍA SÁNCHEZ, L.A. & SALINAS CHÁVEZ, E. Un nuevo método de cartografía del paisaje para altas montañas tropicales. *Cuadernos Geográficos*, 2019, Nº 58-1, 83-100. doi: <http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6517>

SILLERO-MEDINA, J.A., PÉREZ-GONZÁLEZ, M.E., MARTÍNEZ-MURILLO, J.F., & RUIZ-SINOGA, J.D. Factors affecting eco-geomorphological dynamics in two contrasting Mediterranean environments. *Geomorphology*, 2020, Nº 352, e106996. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.106996>.

SIMENSEN, T., HALVORSEN, R. & ERIKSTAD, L. Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. *Land Use Policy*, 2018, Nº 75, p. 557-569. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.022>

SWANWICK, C. *Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland*. Edinburgh: The Countryside Agency; Scottish Natural Heritage, 2002. Disponible en Internet: <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/2671754>

UUEMAA, E., ANTROP, M., ROOSAARE, J., MARJA, R. & MANDER, Ü. Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, 2009, Nº 3, p. 25. <http://dx.doi.org/10.12942/lrlr-2009-1>

VAN DER ZEE, D. *GIS and Landscape Ecology*. Amsterdam: IALE-GIS Working Group, 1993.

ZOIDO NARANJO, F. & JIMÉNEZ OLIVENCIA, Y. *Catálogo de paisajes de la provincia de Granada*. Sevilla: Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2015.

ZOIDO NARANJO, F. & RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, J. *Catálogo de paisajes de la provincia de Málaga*. Sevilla: Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2015a.

ZOIDO NARANJO, F. & RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, J. *Catálogo de paisajes de la provincia de Sevilla*. Sevilla: Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2015b.

ZONNEVELD, I.S. *Land ecology: an introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation*. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 1995.

