



¿Es necesario actualizar la cartografía de capacidad de uso del suelo de la Comunidad Valenciana?

Is it necessary to update the land capability cartography of the Valencian Community?

Añó Vidal, C. ^{(1) (*)}; Valera Lozano, A. ⁽²⁾; Carbó Valverde, E. ⁽¹⁾

(1) Departamento de Calidad Ambiental y Suelos. Centro de Investigaciones sobre Desertificación - CIDE (CSIC-Universitat de València-GV). Ctra. Moncada-Náquera, Km 4,5. 46113 Moncada (Valencia). *carlos.anyo@uv.es

(2) Departamento de Geografía. Universitat de València. Av. Blasco Ibáñez, 28. 46010 Valencia.

Resumen

La Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana es el instrumento que establece los objetivos, criterios y directrices para su ordenación territorial. En este marco se redactó, en 2011, una guía metodológica para la evaluación agrológica municipal de los suelos, con el fin de orientar los futuros desarrollos territoriales e intentar preservar los suelos agrícolas con muy elevada o elevada capacidad de uso. Previamente hay que concretar los suelos con estas clases de capacidad. En este trabajo se propone una secuencia metodológica, dividida en cinco fases, con el fin de adaptar y actualizar la cartografía preexistente de capacidad agrológica del suelo. Las fases son las siguientes: identificación de unidades fisiográficas; individualización de unidades con muy elevada o elevada capacidad de uso; identificación de superficies artificiales, zonas de extracción o vertido y masas de agua; identificación de las áreas con pendientes superiores al 8% y retrazado de las unidades con muy elevada y elevada capacidad de uso. Estas adaptaciones permiten mejorar la exactitud posicional, temática y, sobre todo, temporal de la cartografía original de capacidad de uso, acción necesaria si la escala de trabajo es municipal y el territorio ha experimentado importantes transformaciones derivadas de los cambios de uso del suelo.

Palabras clave: planificación urbanística y territorial, capacidad de uso, cartografía, Xàbia (Alicante).

Abstract

The Territorial Strategy of the Valencian Community is the instrument that establishes the objectives, criteria, and guidelines for its territorial spatial planning. Within this framework, a methodological guide for the municipal agrological soil evaluation was drafted in 2011 to guide future territorial developments and try to preserve agricultural soils with very high or high land capability. Previously it is necessary to specify the soils



with these land capability classes. This work proposes a methodological sequence, divided into five phases, to adapt and update the pre-existing land capability cartography. The phases are the following: identification of physiographic units; individualization of units with very high or high land capability; identification of artificial surfaces, extraction or dumping areas and bodies of water; identification of areas with slopes greater than 8% and retracing of units with very high and high land capability. These adaptations allow to improve the positional, thematic and, above all, temporal accuracy of the original cartography of land use capability, which is a necessary action if the working scale is municipal, and the territory has undergone important transformations derived from changes in land use.

Key words: land use planning, land capability, cartography, Xàbia (Alicante).

1. Introducción

La evaluación de suelos o de tierras (*land evaluation*), concepto más amplio que incorpora el análisis de más variables no estrictamente edáficas y de los factores socioeconómicos, abarca todas las modalidades de interpretación, sin implicar un método particular, que pronostica la utilización potencial de los suelos o del territorio (Van Diepen *et al.*, 1991; Boixadera y Porta, 1991; Rossiter, 1995 y 1996; Añó, 1996; Alcalá *et al.*, 1998; Dorronsor, 2002; Blanco y Larrubia, 2008). El objetivo fundamental de la evaluación de suelos es seleccionar el tipo de uso más adecuado y menos agresivo con el entorno medioambiental, de acuerdo con los rasgos peculiares que caracterizan los recursos biofísicos del área a evaluar (Moreira, 1991; Aguilar y Ortiz, 1992; Machín y Navas, 1995; Añó *et al.*, 1997; De la Rosa, 2005; Blanco, 2008; Bienes *et al.*, 2010; Corral, 2016). La consecución de este fin varía en función de los planteamientos metodológicos iniciales. Así, el proceso culmina con la evaluación de la idoneidad del suelo para acoger orientaciones productivas o prácticas de gestión específicas (sistemas de aptitud), o bien, estableciendo la capacidad de uso de los suelos en función de las características de usos agrarios descritos en términos muy generales y poco precisos (sistemas de capacidad). Los procedimientos de evaluación empleados en edafología aplicada interpretan las potencialidades y limitaciones que confieren al sistema edáfico capacidad/aptitud y vulnerabilidad frente a las actuaciones humanas, recomendando alternativas viables de

utilización de los suelos, y previniendo frente a usos que puedan provocar su destrucción o degradación. Por lo tanto, la disciplina aporta un conjunto de métodos que permiten acceder al conocimiento del recurso edáfico en un modo que pueda ser empleado en la ordenación del territorio desde las fases iniciales, constituyendo un instrumento eficaz en la planificación de usos del suelo de un espacio predeterminado (FAO, 1993).

La evaluación de suelos en España, dentro del contexto de la edafología aplicada, ha carecido de un marco metodológico bien estructurado que pudiera ser aceptado por el conjunto de la comunidad científica de la ciencia del suelo. En general, los estudios de evaluación de suelos desarrollados en España se caracterizan por utilizar variantes metodológicas de las contribuciones internacionales más significativas, adaptadas a las condiciones ambientales de espacios rurales específicos, o por la aplicación directa de los criterios de evaluación de estos métodos. Los sistemas de capacidad más utilizados para evaluar en España el potencial edáfico han sido la clasificación de capacidades agrológicas (sistema categórico) y, entre los paramétricos, el sistema multiplicativo de Riquier *et al.* (1970). La clasificación de capacidades agrológicas (*Land Capability Classification*), diseñado en Estados Unidos por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura (USDA) desde la década de 1930 y cuya descripción definitiva la establecieron Klingebiel y Montgomery (1961), es la metodología que más ha influido en los trabajos de evalua-

ción de suelos efectuados en España. Desde finales de la década de los ochenta del siglo pasado se ha generalizado la aplicación de los principios, conceptos y procedimientos metodológicos que integran el sistema de evaluación de tierras establecido por FAO (1976). La propuesta de la FAO, diseñada originalmente con el fin de pronosticar la idoneidad del territorio para aceptar usos agrarios descritos con un grado de detalle muy elevado, también se ha aplicado en España para evaluar la aptitud del medio edáfico en función de las características de sistemas agronómicos generales (Añó *et al.*, 1999; Añó y Sánchez, 2003).

En la Comunidad Valenciana ha predominado la aplicación de sistemas de evaluación de suelos de capacidad categóricos (Añó y Sánchez, 2005). En concreto, el método de Sánchez *et al.* (1984) ha sido, durante más de treinta años, el más utilizado para evaluar los suelos valencianos. Este método de capacidad de uso recoge cinco clases y considera nueve factores: erosión (e), pendiente (p), espesor efectivo (x), afloramientos rocosos (r)/ pedregosidad (g), salinidad (s), propiedades físicas (f) y químicas (q) del suelo, exceso de agua (h) y duración del periodo de heladas (c). Cuantifica estas propiedades, seleccionando los intervalos de cada factor de acuerdo con las características de los suelos de la Comunidad Valenciana. Las clases de capacidad de uso indican el sistema óptimo de explotación del suelo compatible con el mantenimiento de su capacidad productiva. Este sistema de evaluación que también se ha aplicado en otros ámbitos geográficos (v.gr., Comunidad de Madrid, País Vasco e isla de Gran Canaria), ha sido utilizado, con ligeras modificaciones metodológicas (Antolín y Añó, 1998), como instrumento de evaluación del recurso suelo en la configuración del Sistema de Información Territorial de la Comunidad Valenciana (Sánchez y Añó, 2021). La evaluación por capacidad de uso permite predecir que una unidad ambiental que posea unas propiedades y unas limitaciones semejantes, y un riesgo similar de degradación, responderá de igual manera ante la implantación de una actividad dada o ante un cambio sustancial en uno o

varios de los parámetros que la caracterizan, constituyendo una unidad de actuación en estudios de mesoplanificación. Este nivel de planificación es el que se utiliza a escala regional con el fin de intentar resolver conflictos territoriales y ambientales que surgen por la competencia que se establece entre los diferentes usos o actividades (Sánchez, 1998).

A principios de los años 90 del siglo pasado, la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte (COPUT) encargó a la Unidad de Investigación Ciencias de la Tierra de la Universitat de València la realización, a escala 1:50.000, del proyecto de investigación "Capacidad de Uso del Suelo como Recurso Natural en la Comunidad Valenciana" (Antolín *et al.*, 1997). El estudio fue publicado en 1998 por la COPUT en la Colección "Territori" nº8 (Antolín, 1998). Durante la realización del proyecto, se dividió el territorio en casi 5.100 unidades fisiográficas con información tanto sobre la capacidad de uso como del grado y riesgo de erosión actual y potencial, recogido todo ello en una base de datos asociada a las unidades digitalizadas. La capacidad de uso expresa, en cada unidad ambiental, la matriz de acogida ante usos agrarios muy generales, evaluando qué características ofrece el suelo de forma natural y cuáles son las limitaciones que restringen su utilización (Sánchez *et al.*, 1984). La división del territorio en un número reducido de categorías jerarquizadas permite diferenciar, desde un punto de vista agrícola, los mejores suelos de los peores; los que a través de prácticas sencillas pueden mejorar significativamente su productividad, y aquellos cuyas limitaciones son de tal naturaleza o intensidad que las prácticas antrópicas no pueden subsanarlas, excluyendo directamente el uso agrícola (Peris y Añó, 2002). Así, al establecer el destino más apropiado de los predios rústicos los estudios de capacidad de uso son un instrumento muy útil para la planificación de los usos agrícolas del suelo (Añó y Sánchez, 2003).

La documentación cartográfica y base de datos asociadas en formato digital sobre capacidad de uso del suelo, a escala 1:50.000, de la

Comunidad Valenciana es la única disponible para el personal que trabaja en la administración autonómica o municipal y en las consultorías medioambientales. Sin embargo, la cartografía presenta una serie de problemas que hacen necesaria su adaptación en los siguientes aspectos: mejora de la exactitud geométrica y correcciones en la exactitud temática y temporal (Añó *et al.*, 2021). La Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana es el marco de referencia que regula, a escala regional, la asignación de nuevos usos del territorio (Olcina y Vera, 2023). En este contexto se diseñó una guía metodológica para la evaluación agrológica municipal de los suelos. La guía, con el fin de permitir el cumplimiento de los principios directores de la Infraestructura Verde y la actividad agrícola y ganadera (directrices 48 —“Conservar como activo territorial estratégico la mayor parte posible de suelo agrícola de alta capacidad agrológica”— y 49 —“Se concretarán en los documentos de planificación urbanística y territorial los suelos de alta capacidad agrológica”—) y la Infraestructura Verde del litoral (directriz 136 —“Los municipios del litoral clasificarán como suelo no urbanizable protegido la mayor cantidad posible de suelo de muy alta capacidad agrológica”—) (Muñoz y Doménech, 2012), está dirigida a los técnicos que intervengan en la redacción de planes y proyectos con incidencia en el territorio que requieran de la realización de un estudio sobre la capacidad de uso del medio edáfico. Estos estudios deben acompañar a los informes y documentos de planificación territorial y urbanística y, por tanto, han de concretar los suelos de muy elevada y elevada capacidad agrológica. El principal objetivo de este artículo es aportar un procedimiento metodológico, dividido en cinco fases, con la finalidad de actualizar la cartografía de capacidad de uso del suelo. Todas las fases se aplicaron en los municipios de La Vall d’Uixó (Castellón), Benaguasil (Valencia) y Xàbia (Alicante); en este artículo sólo se presenta el ejemplo alicantino, modificado y actualizado respecto a la versión original.

2. Metodología

En la propuesta metodológica de Sánchez *et al.* (1984), las clases de capacidad de uso constituyen el conjunto de suelos que poseen las “características primarias” (propiedades del suelo y de su entorno favorables para cualquier uso) o que tienen idéntico grado de limitaciones y/o riesgos de degradación semejantes que repercuten en su utilización durante un largo periodo de tiempo. Existen cinco clases decrecientes de capacidad de uso: A (Muy Alta), B (Alta), C (Moderada), D (Baja) y E (Muy Baja). Las subclases se definen como el conjunto de suelos que presentan la misma “limitación mayor” (propiedad del suelo y/o su entorno desfavorable para un uso determinado, establecidas en un orden de prelación), y se representan por dos letras: la mayúscula, que define a la clase, y la minúscula que expresa la limitación mayor entre las propiedades que aparecen en la Tabla 1. Por último, la unidad de capacidad de uso define el conjunto de suelos pertenecientes a una clase o subclase con la misma “limitación menor” (propiedad desfavorable del suelo y/o su entorno potencialmente modificable o que no supone la limitación más relevante, aunque tenga un carácter permanente). La unidad de capacidad se representa con tres letras, las correspondientes a la clase y subclase, y la tercera, en minúscula, que indica la limitación menor. La clase A no presenta limitación mayor, pero si puede tener limitación menor modificable: Ap (pendiente), Ax (espesor), Ag (pedregosidad), As (salinidad), Af (propiedades físicas) y Aq (propiedades químicas). La construcción del código de capacidad de uso para cada unidad ambiental se realiza colocando en mayúsculas la clase a la que pertenece dicha unidad, a continuación, en minúscula se toma la limitación mayor (que constituye la subclase) y, por último, la segunda limitación que forma la unidad. Un ejemplo sería Dpx, unidad fisiográfica con una baja capacidad de uso (clase D) siendo su limitación mayor la pendiente (subclase Dp) y su limitación menor el reducido espesor efectivo del suelo (unidad de capacidad Dpx).

Tabla 1. Caracterización de las clases de capacidad de uso. Fuente: Antolín y Añó (1998).

Table 1. Characterisation of land capability classes. Source: Antolín y Añó (1998).

CLASES						
Propiedades		A	B	C	D	E
Erosión (e) (USLE) (t/ha/año)		<7	7-15	15-40	40-100	>100 o Fase lítica
Pendiente (p) (%)		<8	8-15	15-25	25-45	>45
Espesor efectivo (x) (cm)		>80	40-80	30-40	10-30 variable	<10 variable
Afloramientos (r) (%)		<2	2-10	10-25	25-50	>50
Pedregosidad (g) (%)		<20	20-40	40-80	80-100	Pavimento pedregoso
Salinidad (s) (dS/m)		<2	2-4	4-8	8-16	>16
Propiedades físicas (f)	Textura	Equilibradas	Poco equilibrada	Fracción dominante	Fracción dominante	Fracción dominante
	Permeabilidad		Moderada	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	Estabilidad estructural (%)		5-15	<5	<5	<5
Propiedades químicas (q)	Materia orgánica (%)	Favorables	1,5-2	1-1,5	<1	---
	Carbonatos (%)		10-30	30-50	>50	> 50
	Caliza activa (%)		7-15	15-25	>25	---
	CIC (cmol _c /kg)		10-20	<10	<10	---
	pH (H ₂ O, 1/2,5)		5,5-8,5	<5,5 - >8,5	<5,5 - >8,5	---
Hidromorfía (h)		Ausencia	Pequeña	Moderada	Grande	Grande

Fases del procedimiento metodológico para la actualización de la cartografía de capacidad de uso de la Comunidad Valenciana:

- 1) Selección de las unidades fisiográficas presentes en el término municipal.

En este primer paso se identifican las unidades fisiográficas de la cartografía de capacidad de uso del suelo presentes en el municipio. Las unidades se han intersectado con el contorno municipal y se han calculado las superficies absolutas (ha) y relativas (%) para cada clase de capacidad de uso. Las unidades fisiográficas subdividen el territorio, de acuerdo con el método fisiográfico de Vink (1963), en zonas que son homogéneas en relación con la topografía, las propiedades edáficas, la morfología erosiva y la vegetación (Carbó

y Arnal, 1998). La cartografía de capacidad de uso presenta, en bastantes ocasiones, desplazamientos derivados de la trasposición analógica a digital y que puede cifrarse en decenas de metros para algunas unidades. Los desplazamientos no son siempre en la misma dirección y, por tanto, es necesario un trabajo previo de ajuste. Las deficiencias de la exactitud geométrica, tanto las derivadas de la escala original como de los errores en la elaboración y digitalización de la cartografía, se reducen con la revisión de los límites de las unidades fisiográficas sobre una ortofoto de alta resolución espacial correspondiente a 2021 y un Modelo Digital de Elevaciones de 5x5 m.

- 2) Individualización de las unidades con muy elevada o elevada capacidad de uso. Fusión del resto de unidades.

Mediante herramientas de edición y geoprocésamiento espacial SIG se han fusionado las unidades fisiográficas que no pertenecen ni a la clase A ni a la B, manteniendo individualizadas, por tanto, las unidades de muy elevada y elevada capacidad de uso. En el caso de identificar algún error temático (identificación incorrecta de una unidad) se corregiría en este paso.

- 3) Identificación de superficies artificiales, zonas de extracción o vertido y masas de agua.

En esta fase se han delimitado aquellas coberturas del suelo que anulan la capacidad agrológica del medio edáfico. Se ha diferenciado entre:

- Superficies artificiales: Áreas principalmente cubiertas por superficies duras e impermeables. Se incluyen las construcciones e infraestructuras de carácter urbano, industrial, de transporte y zonas verdes o de ocio.
- Zonas de extracción o vertido: Superficies severamente alteradas por actividades antrópicas; dedicadas a la explotación minera, vertederos de residuos urbanos, en construcción o en transformación.
- Masas de agua: Áreas ocupadas, temporal o permanentemente, por superficies de agua.

En esta aplicación se ha utilizado la información procedente del Sistema de Ocupación del Suelo de España (SIOSE), realizado en la Comunitat Valenciana por el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV), a escala 1:25.000 y para la fecha de 2015 (efectuado a partir de ortofotos de 2014). Esta cartografía de ocupación del suelo presenta una escala media de 1:25.000, al digitalizarse sus polígonos y asignarse las clases a escala de visualización 1:5.000 y una unidad mínima cartografiable de entre 0,5 y 2 hectáreas (SIOSE, 2015). Se recomienda la utilización de información de coberturas del suelo lo más actualizada posible.

- 4) Identificación de las áreas con pendientes superiores al 8%.

Las áreas con una pendiente superior al 8% conceptualmente no pueden pertenecer a las unidades con muy elevada capacidad de uso. En el caso de las unidades con elevada capacidad de uso, en la mayoría de ellas es válido este criterio. En caso de identificarse unidades con elevada capacidad de uso cuya limitación mayor o menor sea la pendiente el criterio cambia, situándose el límite en el 15%.

Se ha utilizado el Modelo Digital de Elevaciones de 5x5 m, publicado por el Centro Nacional de Información Geográfica y obtenido a partir de datos LIDAR recogidos entre 2008 y 2015 (IDEE, 2023a). A partir de esa información se han generado los Modelos Digitales de Pendientes, que han sido reclasificados a los intervalos anteriormente mencionados. El modelo de superficies generado con una resolución espacial de 5 metros permite una precisión mucho mayor de esta variable temática que la derivada de la equidistancia entre curvas de nivel topográficas empleada en los años 90.

- 5) Revisión y retrazado de las unidades fisiográficas con muy elevada y elevada capacidad de uso.

Mediante herramientas de edición y geoprocésamiento espacial SIG se han retrazado a escala detallada las unidades con clases de capacidad de uso A y B sobre una ortofoto con una resolución espacial de entre 0,25 y 0,5 metros correspondiente a 2021 (IDEE, 2023b). El uso de la ortofoto permite incorporar los cambios, relacionados con el sellado antropogénico del suelo, acaecidos en el territorio desde 2015. En el proceso de revisión se ha utilizado la información procedente de las fases 3 y 4, así como otras fuentes cartográficas disponibles: mapa topográfico digital 1:10.000 del ICV, mapas litológicos generados por la COPUT y la cartografía de procesos erosivos realizada por Gisbert e Ibáñez (2003) y MIMAM (2006). En este trabajo sólo se ha considerado la información de suelos (inédita

y no incorporada a la base de datos) generada durante el proyecto original de investigación. La caracterización edáfica de las unidades fisiográficas se efectuó en campo (espesor, afloramientos, pedregosidad, hidromorfía, morfología erosiva) y laboratorio (propiedades físicas y químicas, salinidad). En gabinete se determinó la pendiente y la erosión. La propiedad más conflictiva es la salinidad por su gran variabilidad espacial y temporal, sobre todo en el sur de la provincia de Alicante (Vega Baja del Segura) (García Navarro, 2015). Lo ideal sería hacer análisis periódicos y, sobre todo, intensificar el muestreo. Una buena opción es acudir a las cooperativas agrícolas, los técnicos son accesibles y con ganas de colaborar y disponen de abundantes análisis completos de suelos de parcelas

perfectamente localizadas. El primer firmante del artículo ha tenido una muy buena experiencia con la Cooperativa Oleícola Serrana del Palancia (Viver, Castellón) y la Cooperativa del Campo Santa María Magdalena (Novelda, Alicante). Una vez retrazadas las unidades, se han recalculado las superficies absolutas (ha) y relativas (%) para las clases de capacidad de uso muy elevada y elevada.

3. Resultados y discusión

La secuencia metodológica aplicada en el término municipal de Xàbia se visualiza en las Figuras 1 (identificación de unidades fisiográficas en las que se especifica la clase de capacidad), 2 (individualización de unidades con

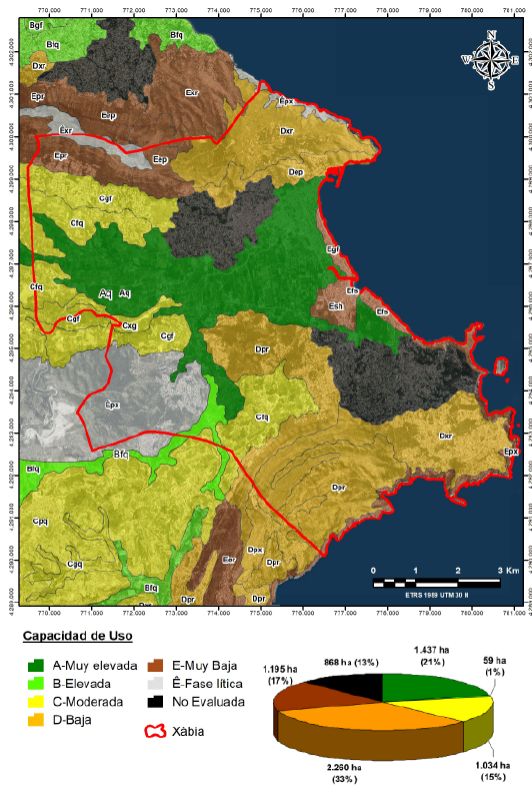


Figura 1. Identificación de las unidades de capacidad de uso presentes en el término municipal de Xàbia.

Figure 1. Identification of land capability units of the municipality of Xàbia.

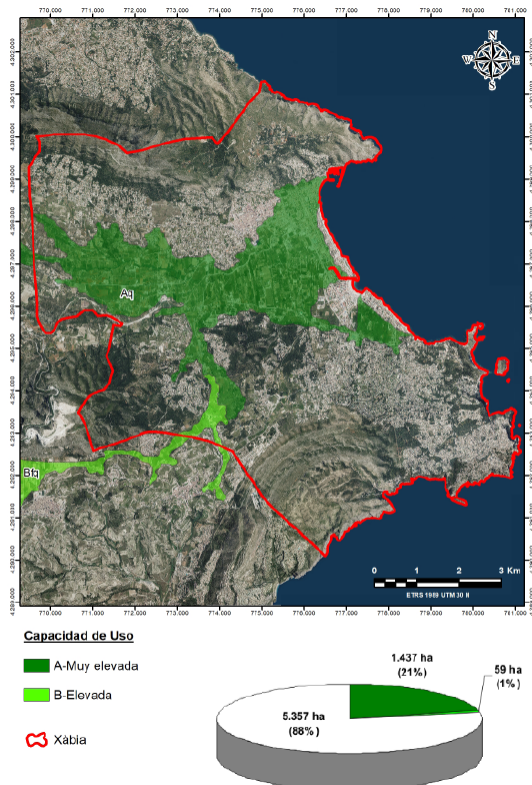


Figura 2. Individualización de las unidades fisiográficas con muy elevada o elevada capacidad de uso en el término municipal de Xàbia (1990).

Figure 2. Individualization of physiographic units with very high or high land capability in the municipality of Xàbia (1990).

muy elevada o elevada capacidad de uso), 3 (identificación de superficies artificiales, zonas de extracción o vertido y masas de agua), 4 (identificación de las áreas con pendientes superiores al 8%) y 5 (retrazado de las unidades con muy elevada y elevada capacidad de uso).

La Figura 1 muestra la distribución de las unidades fisiográficas, con su correspondiente código de capacidad de uso, a escala 1:50.000. La mitad del término municipal de Xàbia tiene muy baja o baja capacidad de uso. En zonas de relieve abrupto, cuando los materiales litológicos son poco consolidados, las unidades ambientales presentan una baja capacidad de uso por limitaciones causadas por la erosión (tasa de pérdida de suelo comprendida entre 40 y 100 t/ha/año) y la pendiente (entre 25 y 45%), clasificándose la unidad como **Dep**. Si

la pendiente no supone un factor limitante, y sobre litologías consolidadas, los parámetros que condicionan la capacidad de uso son el espesor efectivo del edafosistema (10-30 cm y/o variable) y los afloramientos rocosos (25-50%) (**Dxr**). En las unidades con pendiente entre el 25 y el 45% y con un grado de erosión moderado o menor la limitación secundaria es la rocosidad (**Dpr**). En áreas con pendientes mayores del 45% y escasa cobertura vegetal que condicionan pérdidas muy importantes de suelo (grado de erosión muy alto) se establece la unidad de capacidad de uso **Eep**. En sectores con el mismo porcentaje de inclinación, pero con menor grado de erosión la limitación secundaria es la abundante rocosidad (> 50 %) (**Epr**). Uno de los cambios metodológicos que introdujeron Antolín y Añó (1998) fue el desdoblamiento de la clase E, identificando con el símbolo Ê aquellas uni-

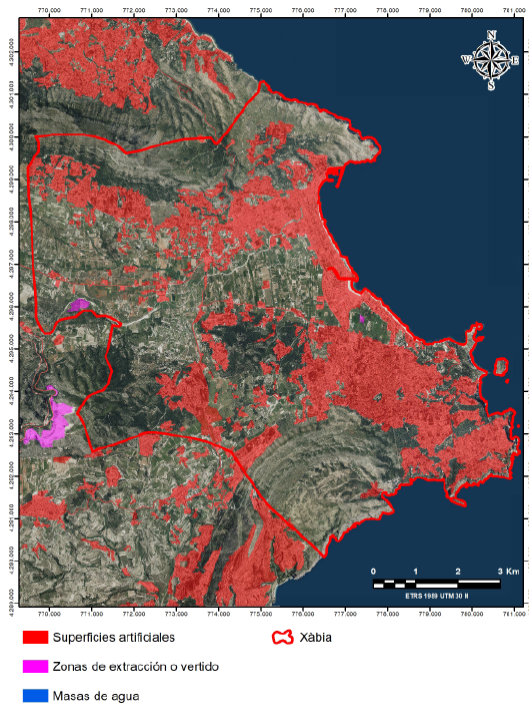


Figura 3. Identificación de superficies artificiales, zonas de extracción y masas de agua en el término municipal de Xàbia.

Figure 3. Identification of artificial surfaces, extraction or dumping areas and bodies of water in the municipality of Xàbia.

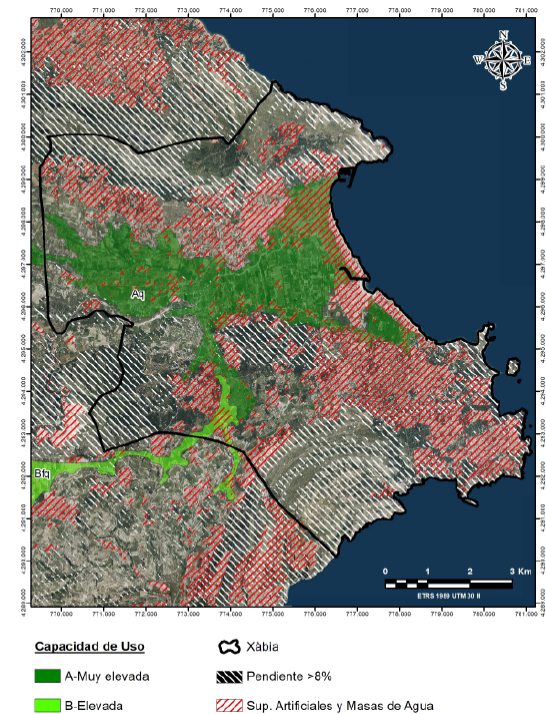


Figura 4. Identificación de las áreas con pendientes superiores al 8% en el término municipal de Xàbia.

Figure 4. identification of areas with slopes greater than 8% in the municipality of Xàbia.

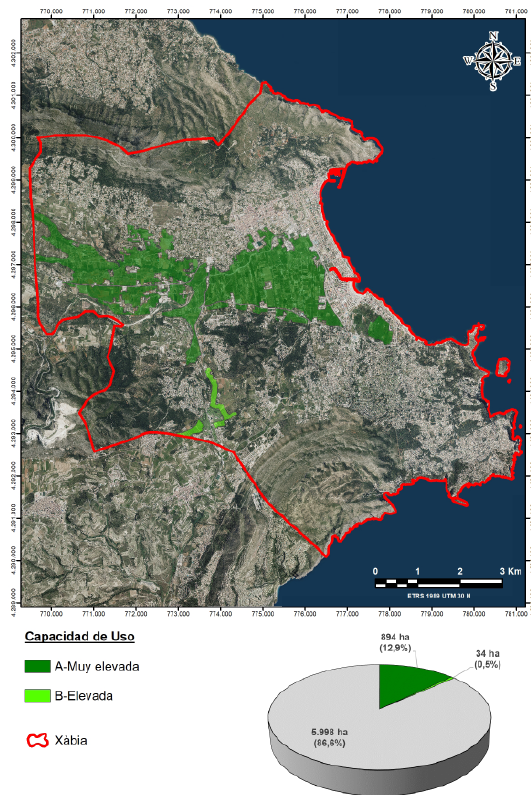


Figura 5. Retrazado de las unidades fisiográficas con muy elevada y elevada capacidad de uso en el término municipal de Xàbia (2015).

Figure 5. Retracing of physiographic units with very high and high land capability in the municipality of Xàbia (2015).

dades ambientales que presentan muy baja capacidad de uso provocado por la intensidad de los procesos erosivos, pero la erosión no es cuantificable por encontrarse sus suelos en fase lítica (espesor efectivo del medio edáfico inferior a 10 cm), o por aparecer la roca consolidada en superficie. Es el caso de una unidad fisiográfica identificada en el área de estudio en el que se consideró el suelo irreversible erosionado y se concretaron el resto de las limitaciones permanentes: la pendiente y los afloramientos rocosos ($\hat{E}px$). En zonas próximas a la costa los factores limitantes son la salinidad (> 16 dS/m) y la hidromorfía o un exceso de agua en el perfil edáfico (Esh). En las zonas agrícolas las limitaciones están ocasionadas principalmente por el espesor efectivo del suelo (30-40 cm) y la pedregosi-

dad (40-80 %) (Cxg , Cgf) y las deficiencias que presentan las características físicas y químicas del medio edáfico (Bfq , Cfq). En la llanura de Xàbia se localizan los mejores suelos que integran la unidad clasificada como Aq .

En la Comunidad Valenciana los suelos de la clase A se hallan en terrenos llanos o con pendientes muy suaves, siempre inferior al 8%. El espesor efectivo del suelo supera los 80 cm, proporcionando un medio adecuado para el desarrollo radicular, la retención del agua disponible y el suministro de los nutrientes existentes. Los porcentajes en afloramientos rocosos y en elementos gruesos superiores a 25 cm de diámetro son bajos ($<2\%$) y la pedregosidad (tamaño grava y piedra) es inferior al 20%, sin afectar al laboreo ni al uso de maquinaria agrícola. Los suelos están bien drenados, por tanto, los cultivos no presentan problemas por encharcamiento. La textura es equilibrada y la estructura adecuada; las características químicas son favorables. Los procesos de erosión hídrica son inexistentes o el grado de erosión es muy bajo. No hay salinidad o ésta es muy baja, siempre inferior a 2 dS/m. Las principales diferencias que presentan los suelos de la clase B respecto a la anterior clase son las siguientes: la pendiente puede ser mayor (8-15%); la profundidad útil, que puede dificultar el desarrollo radicular de ciertas especies, oscila entre 40 y 80 cm; el porcentaje de elementos gruesos menores de 25 cm de diámetro puede estar cercano al 40%, la textura ser poco equilibrada, el contenido en materia orgánica escaso y la proporción de carbonato cálcico en el perfil alta. El grado de erosión es bajo y puede haber presencia de salinidad (2-4 dS/m) que afecte, aunque no impida los cultivos muy sensibles. La Figura 2 muestra la individualización de las unidades de muy elevada (clase A) y elevada (clase B) capacidad de uso del término municipal de Xàbia.

Entre las características que definen la calidad del dato geográfico, las principales son la exactitud temporal, la posicional o geométrica y la exactitud del atributo o temática. Al utilizar a escala municipal la cartografía de

capacidad de uso del suelo de la Comunidad Valenciana, hay que tener en cuenta que ésta contiene una serie de inexactitudes derivadas de su escala original (1:50.000), la fecha en la que se obtuvo la información (1990-1992), así como de los propios errores cometidos durante su realización. Los problemas relacionados con la exactitud temporal están condicionados por las fechas de obtención de la información que se utilizó como base para la delimitación de las unidades cartográficas. La fotointerpretación de la fisiografía se efectuó a partir de fotografías aéreas de mediados de los años ochenta del siglo pasado. Los datos recogidos de esta fuente están en parte desactualizados, muy especialmente por lo que se refiere al aumento, muy considerable, de las superficies artificiales. Respecto a la exactitud temática, hay dos tipos de unidades (zonas urbanas y masas de agua) que no siempre están recogidas en la cartografía digital pese a que sí se individualizaron en la versión analógica inicial y se tuvieron en cuenta en el cálculo de distintas variables de las unidades fisiográficas. Las masas de agua no se encuentran siempre individualizadas como tales, sino que se representan con una clase de capacidad de uso del suelo similar a la de la unidad circundante o más próxima, cuando su capacidad de uso real no es cuantificable. El mismo problema es aplicable a las áreas urbanas, cuya superficie debería no ser considerada en un estudio de capacidad agrológica.

En su momento se propuso que las masas de agua deberían ser extraídas de la cartografía de capacidad de uso o clasificadas como no evaluadas, pues existen en ellas limitaciones de hidromorfía que hacen imposible su clasificación dentro de los suelos con elevada o muy elevada capacidad agrológica. Hay que tener en cuenta que la delimitación de estas áreas presenta cierta dificultad, dadas las fluctuaciones de nivel que afectan a las mismas estacionalmente. Por tanto, más que una ortofoto de detalle es más conveniente utilizar cartografía temática o topográfica a escala detallada que identifique los problemas de hidromorfía o, en su defecto, que recoja el nivel máximo o medio del agua. Incluso para las

masas de aguas ya recogidas en la cartografía de capacidad original, es necesario revisar la delimitación con información actualizada y a escala detallada. El caso de las áreas urbanizadas es el que mayor atención merece, dada la gran complejidad espacial y el elevado dinamismo temporal que presentan las superficies artificiales, así como la nula capacidad agrológica de las áreas selladas. Las pocas áreas urbanas delimitadas en la cartografía de capacidad de uso original deben revisarse para corregir los errores posicionales y, especialmente, su obsolescencia. En cualquier caso, se debe utilizar la información sobre superficies artificiales más detallada y actualizada disponible.

En 1990, cuando se efectuó la cartografía, los suelos de las clases A y B ocupaban el 22% del término municipal (Figura 1) gracias, sobre todo, a la importancia territorial que suponían los suelos de muy elevada capacidad de uso (21%). En 2015 los suelos de la clase A representaban sólo el 12,9% (Figura 5). Esta disminución está ligada directamente al sellado artificial del edafosistema producido por los diferentes procesos de urbanización. En gran medida, el crecimiento de la superficie urbanizada se ha efectuado consumiendo los mejores suelos. La provincia de Alicante, sobre todo la franja litoral, fue uno de los territorios que más contribuyó al *boom* inmobiliario de la Comunidad Valenciana entre 1997 y 2006; la desmesurada expansión urbanística en la Comunidad Valenciana supuso, durante 10 años, la construcción de más de 700.000 viviendas y, por tanto, la desaparición del correspondiente suelo rústico, unos 180 millones de metros cuadrados (Burriel, 2009a). Tal y como señala Burriel (2009b), la ausencia de limitaciones en el planeamiento urbanístico municipal, las carencias o insuficiencias de la ordenación territorial supramunicipal y la falta de medidas limitadoras del crecimiento en las sucesivas modificaciones de la legislación autonómica, propiciaron esta situación. Las modificaciones de usos del suelo impuestas por los procesos de urbanización son, por regla general, irreversibles e imposibles de reconstruir incluso a largo plazo.

Los procesos de degradación del medio edáfico inducidos, directa o indirectamente, por la actividad humana constituyen uno de los principales problemas ambientales en la Comunidad Valenciana. Entre estos procesos uno de los más importantes es el sellado antropogénico del suelo con superficies duras e impermeables (piedra, ladrillo, cemento, asfalto, etc.). El sellado artificial del suelo conlleva la pérdida prácticamente irrecuperable del recurso edáfico, convertido en mero soporte de las actividades relacionadas con la urbanización, el turismo o la implantación de infraestructuras viarias y equipamientos; proceso de degradación del suelo tan característico de las zonas litorales del Levante peninsular, tal y como han puesto de manifiesto diferentes estudios, más o menos detallados, en porciones territoriales de las provincias de Castellón (Añó *et al.*, 2005; Pascual *et al.*, 2005a), Valencia (Pascual *et al.*, 2005b; Pérez-Hoyos y Añó, 2007; Añó *et al.*, 2009; Fernández-Gimeno y López-García, 2015; Pascual-Aguilar *et al.*, 2015; Valera *et al.*, 2016 y 2019), Alicante (Valera *et al.*, 2006 y 2011; Navarro-Pedreño *et al.*, 2012; Valera *et al.*, 2013; Navarro-Leblond *et al.*, 2021) y en la Región de Murcia (Martí y Moreno, 2014; Romero *et al.*, 2017; Caballero, 2017; Illán-Fernández *et al.*, 2022a y 2022b; Giménez y García, 2023). En la Comunidad Valenciana, el cambio en los usos y coberturas del suelo ocasionado por el crecimiento urbano ha sido especialmente intenso en los llanos litorales, afectando en gran medida a las huertas periurbanas (Romero y Melo, 2015). En esta estrecha franja costera se localizan los tipos de suelos más fértiles, aquéllos con mayor capacidad de uso agrario, pero que, al mismo tiempo, han sufrido y sufren, las consecuencias del incremento de las superficies artificiales que sustraen de la actividad agrícola los suelos más productivos. En muchas ocasiones, como en el caso de Xàbia, el aumento generalizado de la superficie urbanizada o en proceso de urbanización se ha efectuado a costa del consumo de las mejores tierras de regadío. Estas importantes modificaciones no aparecen recogidas en la cartografía de capacidad de uso del suelo.

Otro aspecto que no es baladí es la escala. La cartografía de capacidad de uso se realizó a partir de fuentes cartográficas temáticas y topográficas a escala 1:50.000, fotointerpretación de fotografías aéreas a escala 1:30.000 y un procedimiento de obtención totalmente analógico. El proceso de conversión a un formato digital SIG consistió en el case de hojas, la digitalización del producto analógico y la georreferenciación a partir de las coordenadas de las hojas topográficas 1:50.000. Por tanto, dicha información original sólo se debería aplicar a escala 1:50.000 o inferior, pues la precisión de las capas (entendida como la exactitud geométrica de las delimitaciones fisiográficas) es limitada. Mientras que aplicando la generalización cartográfica es posible elaborar nuevos mapas con escala menor (menos detallada) que la del original, el proceso contrario presenta numerosos problemas. Así, al utilizar información procedente de cartografías de escala menos detallada se están asumiendo niveles de error inadecuados para la escala a la que se está trabajando. La escala de la cartografía de capacidad de uso de la Comunidad Valenciana no es adecuada para la planificación territorial municipal.

En relación con la escala de trabajo, también hay que prestar especial atención a las unidades complejas. Las unidades complejas se definen como aquellas que bajo la misma litología y con idéntica posición fisiográfica desarrollan el mismo tipo de suelo, pero presentan, bien por un proceso natural o por influencia antrópica, alguna característica distinta, no separable cartográficamente, que provoca que su capacidad de uso varíe espacial y/o temporalmente (Antolín, 1985). Por ejemplo, en el proyecto original se cartografió una unidad compleja de gran extensión situada en la Vega Baja del Segura clasificada como Aq + Bs_q. Son distinguibles a escalas de trabajo más detalladas, pero no tienen entidad propia al no distribuirse de forma homogénea en una misma unidad cartográfica delimitada a escala 1:50.000. El conjunto de sus características intrínsecas y extrínsecas muy favorables, permite adscribirla a la clase A, pero la calidad del agua de riego y su utili-

zación inadecuada en un sector con una evapotranspiración elevada, condiciona, en parcelas específicas, su progresiva salinización, determinando en su momento su inclusión en la Clase B. Por cierto, en la base de datos no se incorporó este matiz y la unidad aparece clasificada sólo como clase A, aspecto que puede confundir a potenciales usuarios. Además, estudios posteriores desarrollados por el CIDE (Visconti, 2009) y el IVIA (De Paz *et al.*, 2011) muestran unos valores de salinidad más elevados que los considerados en su momento en la realización de la cartografía original, siendo conveniente replantearse la clasificación inicial de esta unidad compleja. En definitiva, la clasificación de capacidad de uso hay que modificarla cuando el territorio ha experimentado importantes transformaciones derivadas de la dinámica impuesta por los cambios de usos y cubiertas que afectan al edafosistema.

4. Conclusiones

El conocimiento de la capacidad y vulnerabilidad del sistema edáfico permite localizar los mejores suelos sin riesgos de degradación, identificar otros con atributos menos favorables pero capaces de sustentar un uso sin perjuicio medioambiental, y delimitar las unidades cartográficas sometidas a un aprovechamiento inadecuado que origina la degradación del medio edáfico. Por lo tanto, aporta un tipo de información útil para la planificación de usos del medio edáfico. La información precisa acerca de la distribución, extensión y grado de calidad del recurso edáfico es un requisito fundamental para orientar la gestión sostenible del territorio. Tal y como establece la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana, los informes de planificación urbanística y territorial tienen que especificar los suelos de muy alta y alta capacidad agrológica. La cartografía de capacidad de uso del suelo, a escala 1:50.000, de la Comunidad Valenciana es la única fuente cartográfica disponible para extraer esta información. Sin embargo, antes de utilizar esta información es necesario efectuar adapta-

ciones previas relacionadas con la escala de trabajo, mejorando la exactitud posicional, temática y, sobre todo, temporal. Los errores presentes en la cartografía original generan errores en el análisis e interpretación de los resultados, sobre todo a escala municipal. La actualización de la cartografía es imprescindible en sectores que hayan experimentado importantes modificaciones en la ocupación o en los usos del medio edáfico durante los últimos treinta años, tal y como es el caso de Xàbia.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente (Generalitat Valenciana).

Bibliografía

- Aguilar Ruiz, J., Ortiz Silla, R. (1992). Metodología de capacidad de uso agrícola de suelos. Actas del III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. SECS, Pamplona, 281-286.
- Alcalá del Olmo Bobadilla, L., Olmos Palomero, T., Martín Ferrero, Y. (1998). Evaluación de la capacidad de uso agrícola y forestal del suelo mediante un Sistema de Información Geográfica en el sector Torrelaguna- La Cabrera (Madrid). Boletín Geológico y Minero, 109 (2), 161-172.
- Antolín Tomás, C. (1985). Comarca Camp de Turia (Valencia). Cartografía Básica, Prescripción de Uso y Capacidad Agrológica. Tesis Doctoral (inédita), Facultad de Farmacia, Universitat de València.
- Antolín Tomás, C. (Coord.) (1998). El Suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana. Publicacions de Divulgació Técnica. Col·lecció Territori 8. COPUT (Generalitat Valenciana), Valencia. 2 V (V. I: XIX, 187 p.; V II: 4 h. map. pleg., 74 h de lam. + 1 cd-rom).
- Antolín Tomás, C., Añó Vidal, C. (1998). Capacidad de uso de los suelos de la Comunidad Valenciana. En: El Suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana. COPUT (Generalitat Valenciana), Valencia, 111-131.
- Antolín Tomás, C., Añó Vidal, C., Carbó Valverde, E. y Álvarez Alonso, D. (1997). Capacidad de uso del suelo en la Comunidad Valenciana.

- Una aproximación a la planificación territorial. *Edafología*, 3 (2), 387-392.
- Añó Vidal, C. (1996). Metodología de evaluación de suelos para el ámbito mediterráneo. Tesis Doctoral, Universitat de València, Valencia, 200 pp.
- Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J., Antolín Tomás, C. (1997). Análisis y valoración de los sistemas de evaluación de suelos en España. Evolución, tendencias actuales y perspectivas futuras. *Estudios Geográficos*, 228, 331-353. <https://doi.org/10.3989/egoeogr.1997.i228.635>
- Añó, C., Sánchez, J., Antolín, C. (1999). The evolution of agricultural land evaluation in Spain. En: C.A. Brebbia, J.L. Usó (Eds.), *Ecosystems and Sustainable Development II - Advances in Ecological Sciences 2*. WIT Press, Southampton, 35-44.
- Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J. (2003). Orientaciones de Uso Agrario. Una metodología para la planificación de usos del suelo en la Comunidad Valenciana. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 129 pp.
- Añó Vidal, C.; Sánchez Díaz, J. (2005). Los sistemas de evaluación de suelos en la planificación de los usos del territorio en el ámbito mediterráneo. Aplicaciones en la Comunidad Valenciana. En: J. Álvarez Rogel (Coord.), *Alternativas para la planificación y manejo del suelo en condiciones de aridez climática*. Caja de Ahorros del Mediterráneo, Murcia, 131-146.
- Añó Vidal, C., Pascual Aguilar, J.A., Sánchez Díaz, J. (2005). Capacidad de uso y sellado antropogénico del suelo en la franja litoral de la provincia de Castellón. *Investigaciones Geográficas*, 38, 65-77. <https://doi.org/10.14198/INGEO2005.38.04>
- Añó, C., Valera, A., Sánchez, J. (2009). Urban sprawl and soil sealing in the Metropolitan Area of Valencia, Spain. En: A. Faz, A.R. Mermut, J.M. Arocena, R. Ortiz (Eds.), *Land Degradation and Rehabilitation-Dryland Ecosystems - Advances in GeoEcology*, 40. CATENA VERLAG, Reiskirchen, 177-184.
- Añó, C., Valera, A., Carbó, E., Sánchez, J. (2021). Planificación territorial municipal en la Comunidad Valenciana. La problemática de la información cartográfica disponible sobre capacidad de uso del suelo. Actas del IX Simposio Nacional sobre el Control de la Degradación y Recuperación de Suelos. SECS y UMH, Elche, 77-80.
- Bienes Allas, R., Jiménez Ballesta, R., Marqués Pérez, M.J. (2010). Caracterización, cartografía y evaluación de los suelos de la zona regable del Canal de Estremera y su nueva ampliación. Aplicación del estudio al cultivo del olivar. IMIDRA, Madrid, 239 pp.
- Blanco Sepúlveda, R. (2008). La evaluación de la vulnerabilidad del suelo a la degradación por uso ganadero en espacios montañosos. Análisis metodológico. *Estudios Geográficos*, 264, 57-80.
- Blanco Sepúlveda, R., Larrubia Vargas, R. (2008). Usos agrarios y sostenibilidad medioambiental. Evaluación de la capacidad agrológica y socioeconómica de la Axarquía (Málaga). *Cuadernos Geográficos*, 42, 83-108.
- Boixadera, J., Porta, J. (Coord.) (1991). Información de suelos y evaluación catastral. Método del Valor Índice. Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid, 151 pp.
- Burriel, E. (2009a). La planificación territorial en la Comunidad Valenciana (1986-2009). *Scripta Nova*. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, XIII/306, <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-306.htm>.
- Burriel, E. (2009b). Los límites del planeamiento urbanístico municipal. El ejemplo valenciano. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 54, 33-54.
- Caballero Pedraza, A. (2017). Sellado de suelos en la comarca del Mar Menor (Murcia). *Consecuencias medioambientales*. Tesis Doctoral, Murcia, Universidad de Murcia, 369 pp.
- Carbó Valverde, E., Arnal García, S. (1998). Delimitación territorial: Unidades ambientales. En: *El Suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. COPUT (Generalitat Valenciana), Valencia, 88-96.
- Corral Fernández, R. (2016). Capacidad de uso y evaluación de suelos para distintos usos forestales mediante SIG en el Valle de los Pedroches (Córdoba). Tesis Doctoral, Córdoba, Universidad de Córdoba, 380 pp.
- De la Rosa, D. (2005). Soil quality evaluation and monitoring based on land evaluation. *Land Degradation & Development*, 16, 551-559. <https://doi.org/10.1002/ldr.710>
- De Paz J.M., Visconti, F., Rubio J.L. (2011). Spatial evaluation of soil salinity using the WET sensor in the irrigated area of the Segura river lowland. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174, 103-112. <https://doi.org/10.1002/jpln.200900221>
- Dorransoro, C. (2002). Soil evaluation. The role of soil science in land evaluation. En *Sustainable Use and Management of Soils in Arid and Semiarid Regions*. IUSS, SECS y ESSC, Vol., 1. Cartagena, 106-128.

- FAO (1976). Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos 32, FAO, Roma, 66 pp.
- FAO (1993). Guidelines for Land-Use Planning. FAO Development Series 1, FAO, Roma, 96 pp.
- Fernández-Gimeno, L., López-García, M.J. (2015). Expansión urbana del Área Metropolitana de Valencia en el periodo 1984-2011 a partir de imágenes Landsat TM y ETM+. *Revista de Teledetección*, 44, 1-14. <https://doi.org/10.4995/raet.2015.3628>.
- García Navarro, A.F. (2015). Caracterización y Riesgos de Salinización de los Suelos de la Red de Riegos del Bajo Segura. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, Murcia, 306 pp.
- Giménez García, R., García Marín, R. (2023). Urban sprawl and transformation of land cover and land use in the Urban Agglomeration of Murcia. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 96. <https://doi.org/10.21138/bage.3269>
- Gisbert Blanquer, J.M., Ibáñez Asensio, S. (2003). Procesos erosivos en la provincia de Alicante. Conselleria de Medi Ambient (Generalitat Valenciana), Alcoy, 413 pp.
- IDEE (2023a). Metadatos. Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 5 metros (MDT05) de España. Infraestructura de Datos Espaciales de España. <https://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search?#/metadata/spaignMDT05>. [10-11-2023].
- IDEE (2023b). Metadatos. Ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) máxima actualidad de España. Infraestructura de Datos Espaciales de España. <https://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search?#/metadata/spaignMDT05>. [10-11-2023].
- Illán-Fernández, E.J., Pérez-Morales, A., Romero-Díaz, A. (2022a). Reliability of sealed surfaces detection using Copernicus data. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 93. <https://doi.org/10.21138/bage.3288>
- Illán-Fernández, E.J., Pérez-Morales, A., Romero-Díaz, A. (2022b). Estimación y evolución del sellado antropogénico del suelo en los municipios de Murcia y Alcantarilla (sureste de España). En *Actas del XVII Coloquio Ibérico de Geografía*. US, AGE y APG, Salamanca, 122-132.
- Klingebiel, A.A., Montgomery, P.H. (1961). Land capability classification. *Agricultural handbook 210*, Soil Conservation Service (USDA), Washington, D.C., 21 pp.
- Machín, J., Navas, A. (1995). Land evaluation and conservation of semiarid agrosystems in Zaragoza (NE Spain) using an expert evaluation system and GIS. *Land Degradation & Rehabilitation*, 6, 203-214. <https://doi.org/10.1002/ldr.3400060402>
- Martí Ciriquián, P., Moreno Vicente, E. (2014). La transformación urbana y territorial de la ciudad de Murcia y su entorno (1977-2010). *Estudios Geográficos*, 276, 261-309. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201407>
- MIMAM (2006). Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012. Comunidad Valenciana. Alicante. 2006. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, 179 pp.
- Moreira Madueño, J.M. (1991). Capacidad de uso y erosión de suelos. Una aproximación a la evaluación de tierras en Andalucía. AMA (Junta de Andalucía), Sevilla, 446 pp.
- Muñoz Criado, A., Doménech Gregori, V. (2012). *Comunitat Valenciana 2030. Síntesis de la Estrategia Territorial*. Generalitat Valenciana, Valencia, 169 pp.
- Navarro-Leblond, M., Meléndez-Pastor, I., Navarro-Pedreño, J., Gómez Lucas, I. (2021) Soil sealing and hydrological changes during the development of the University Campus of Elche (Spain). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 9511. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189511>
- Navarro-Pedreño, J., Meléndez-Pastor, I., Gómez-Lucas, I. (2012). Impact of three decades of urban growth on soil resources in Elche (Alicante, Spain). *Spanish Journal of Soil Science*, 2 (1), 55-69. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2012.V2.N1.04>
- Olcina Cantos, J., Vera Rebollo, J.F. (2023). Políticas públicas de planificación territorial en la Comunidad Valenciana. Luces y sombras. *Cuadernos de Geografía*, 110, 129-158. <https://doi.org/10.7203/CGUV.110.25183>
- Peris, M., Añó, C. (2002). Viabilidad de la agricultura ecológica en Enguera y Anna (Comunidad Valenciana). Godoy, Murcia, 341 pp.
- Pascual, J.A., Añó, C., Sanjaime, V., Sánchez, J. (2005a). Estimating soil sealing rates in Mediterranean coastal environments. Preliminary results for Castellón, Spain. En: A. Faz, R. Ortiz, A.R. Mermut (Eds.), *Sustainable Use and Management of Soils. Arid and Semiarid Regions*. *Advances in GeoEcology*, 36. CATENA VERLAG, Reiskirchen, 339-346.
- Pascual, J.A., Añó, C., Valera, A., Poyatos, M., Sánchez, J. (2005b). Urban growth (1956-1998) and soil degradation in the municipality of Valencia, Spain. En: A. Faz, R. Ortiz, A.R. Mermut (Eds.), *Sustainable Use and Management*

- of Soils. Arid and Semiarid Regions. *Advances in GeoEcology*, 36. CATENA VERLAG, Reiskirchen, 347-354.
- Pascual-Aguilar, J.A., Andreu, V.; Gimeno-García, E., Pícol, Y. (2015). Current anthropogenic pressures on agro-ecological protected coastal wetlands. *Science of the Total Environment*, 503–504, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.07.007>
- Pérez-Hoyos, A., Añó, C. (2007). Degradación de suelos por sellado antropogénico en Sagunto y Canet d'En Berenguer (Valencia): 1956-2004. *Actas del III Simposio Nacional sobre Control de la Degradación de Suelos y la Desertificación*. ULL, CIF y SECS, Fuerteventura, 325-326.
- Riquier, J., Bramao, L., Cornet, S.P. (1970). A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity. *Soil Resources, Development and Conservation Service*, FAO, Roma, 38 pp.
- Romero Díaz, A., Caballero Pedraza, A., Pérez Morales, A. (2017). Expansión urbana y turismo en la comarca del Campo de Cartagena-Mar Menor (Murcia). *Impacto en el sellado del suelo*. *Cuadernos de Turismo*, 39, 521-546. <https://doi.org/10.6018/turismo.39.290691>
- Romero, J., Melo, C. (2015). Spanish Mediterranean Huertas: theory and reality in the planning and management of peri-urban agriculture and cultural landscapes. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 193, 585-595. <https://doi.org/10.2495/SDP150501>
- Rossiter, D.G. (1995). Economic land evaluation: why and how. *Soil Use and Management*, 11 (3), 132-140. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1995.tb00511.x>
- Rossiter, D.G. (1996). A theoretical framework for land evaluation. *Geoderma*, 72, 165-190. [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(96\)00031-6](https://doi.org/10.1016/0016-7061(96)00031-6)
- Sánchez Díaz, J., Rubio Delgado, J.L., Martínez Gómez, V., Antolín Tomás, C. (1984). Metodología de Capacidad de Uso de los suelos para la cuenca mediterránea. En *Actas del I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. SECS, Vol., II. Madrid, 937-948.
- Sánchez Díaz, J. (1998). Planificación de usos del suelo. En: *El Suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. COPUT (Generalitat Valenciana), Valencia, 88-96.
- Sánchez Díaz, J., Añó Vidal, C. (2021). Los estudios de evaluación de suelos en la Comunidad Valenciana. En: P. García-Fayos, J. Sánchez, J.L. Rubio, M. Verdú (Coord.), CIDE Centro de Investigaciones sobre Desertificación. 25 años contribuyendo al conocimiento (1996-2021). CIDE, Valencia, 28-34.
- SIOSE (2015). Manual de control de calidad SIOSE. Versión 3.1. Sistema de Ocupación del suelo en España. https://www.siose.es/SIOSEtheme-theme/documentos/pdf/Man_Control_Calidad_SIOSE_v3.1.pdf.
- Valera, A., Añó, C., Sánchez, J. (2006). Urban growth (1956-2005) and soil degradation. The case of Elche, Spain. En *Proceedings of the International ESSC Conference on "Soil and Water Conservation under Changing Land Use"*. Universitat de Lleida, Lleida, 101-104.
- Valera Lozano, A., Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J. (2011). Crecimiento urbano (1956-2005) y sellado antropogénico del suelo en el municipio de Alacant. *Serie Geográfica*, 17, 97-108.
- Valera Lozano, A., Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J. (2013). Medio siglo (1956-2005) de crecimiento urbano y pérdida de suelo en el litoral mediterráneo español. *El entorno metropolitano de Alacant-Elx*. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 59 (2), 291-312. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.39>
- Valera Lozano, A.; Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J. (2016). Transformación de usos agrícolas tradicionales en superficies construidas. Cambios en los usos y coberturas del suelo en el municipio de Valencia (1956-2012). *Estudios Geográficos*, 281, 671-692. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201623>
- Valera Lozano, A., Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J. (2019). Urban growth (1956-2012) and soil sealing in the metropolitan area of Valencia (Eastern Spain). *Spanish Journal of Soil Science*, 9 (2), 88-104. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2019.V9.N2.03>
- Van Diepen, C.A., Van Keulen, H., Wolf, J., Berkhout, J. (1991). Land evaluation: from intuition to quantification. En: B.A. Stewart (Ed.), *Advances in Soil Science 15*. Springer-Verlog, New York, 139-204. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3030-4_4
- Vink, A.P.A. (1963). Aerial photographs and the soil sciences. UNESCO, París, 117 pp.
- Visconti Reluy, F. (2009). Elaboración de un modelo predictivo de la acumulación de sales en suelos agrícolas de regadío bajo clima mediterráneo; aplicación a la Vega Baja del Segura y Bajo Vinalopó. Tesis Doctoral, Universitat de València, Valencia, 309 pp.

Recibido el 23 de febrero de 2023

Aceptado el 22 de noviembre de 2023

