

CAPACIDAD DE USO Y SELLADO ANTROPOGÉNICO DEL SUELO EN LA FRANJA LITORAL DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

Carlos Añó Vidal, Juan Antonio Pascual Aguilar y Juan Sánchez Díaz
Departamento de Planificación Territorial. Centro de Investigaciones sobre Desertificación
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Valencia)

RESUMEN

Uno de los principales procesos de degradación del edafosistema en la Comunidad Valenciana es el sellado antropogénico producido por la urbanización, tanto residencial como comercial-industrial, y los sistemas de comunicaciones e infraestructuras. Proceso muy incidente en los llanos litorales, donde se localizan los suelos más fértiles de nuestro entorno, en la mayoría de sus expresiones provoca la pérdida irrecuperable del recurso edáfico. En este trabajo, basado en una metodología con Sistemas de Información Geográfica, se ha procedido al análisis de las tasas de sellado artificial y la capacidad de uso de los suelos en los municipios costeros de la provincia de Castellón. Los resultados muestran que el sellado artificial, en 1991, es particularmente acusado en la franja litoral, donde el 76% del territorio comprendido entre la línea de costa y la cota de 100 metros presenta muy elevada o elevada capacidad de uso, por tanto con unas características idóneas para implantar cualquier tipo de aprovechamiento agrario.

Palabras clave: Capacidad de uso, degradación de suelos, sellado antropogénico, Sistemas de Información Geográfica, franja litoral, provincia de Castellón.

ABSTRACT

Among processes causing soil degradation in the Valencia Region, one of the most relevant is human induced soil sealing from urban development such as housing, roads and associated infrastructure and from industrial and commercial activities. Soil sealing is especially important over the alluvial plains of the Valencia Region, driving in most cases to the irreversible loss of the edaphic resource. In this work, based on Geographical Information Systems, an analysis at municipal level comparing soil sealing and land capability is undertaken in the coastal municipalities of the Castellón Province. Results show that in 1991 the process of soil sealing is particularly important in the littoral band, the land below the 100 m contour lines, where 76% of the territory lies in classes of

very high and high land capability. These soils are characterised by its potential for any kind of agrarian land use.

Key words: Land capability, soil degradation, soil sealing, Geographical Information Systems, coastal planes, Castellón Province.

1. Introducción

La franja litoral de la Comunidad Valenciana es un área paradigmática de las múltiples modificaciones que ha experimentado el paisaje agrario en las zonas costeras mediterráneas españolas. Los cambios demográficos y socioeconómicos ocurridos en los últimos cincuenta años han ejercido grandes presiones en los entornos urbanos hasta el punto que, en algunos sectores, las transformaciones en los usos del suelo y cubiertas superficiales han modificado radicalmente la estructuración del paisaje heredado (Pascual Aguilar, 2001). Estos espacios plurifuncionales se caracterizan por la competencia entre diferentes tipos de utilización del medio edáfico, incompatibles entre sí, y que, además, en algunos casos son grandes consumidores de suelos que presentan unas propiedades idóneas para el uso agrícola.

En este marco territorial, especialmente frágil y vulnerable, el edafosistema constituye un componente fundamental. El suelo, recurso natural no renovable en una escala de tiempo humano en función de una tasa de formación muy lenta (Jenny, 1980; Friend, 1992), es un sistema multifuncional: produce biomasa; protege a organismos y microorganismos que viven exclusivamente en su interior; aporta el soporte físico de las actividades antropogénicas; es fuente de materias primas; participa en el ciclo bioquímico, geoquímico e hidrológico; filtra, neutraliza y transforma sustancias contaminantes, etc. (Karlen *et al.* 1997; de Kimpe y Warkentin, 1998; Blum, 2002).

Por estos motivos el conocimiento del medio edáfico representa un elemento clave en los estudios de planificación de usos del suelo (Zinck, 1996; Verheyne, 1997; Añó y Sánchez, 2003) pues, como indican diferentes autores (v. gr., Arshad y Martin, 2002; Zalidis *et al.*, 2002), una utilización acertada del mismo es una premisa fundamental para conseguir un desarrollo sostenible, sobre todo si consideramos que todas las actividades antrópicas que fomentan la ocupación del espacio, particularmente en las áreas más dinámicas, pueden ocasionar la degradación del medio edáfico y, finalmente, provocar la eliminación definitiva del recurso.

Los procesos de degradación del edafosistema inducidos, directa o indirectamente, por la actividad humana constituyen el principal problema medioambiental en la Comunidad Valenciana, conduciendo, en última instancia, a la desertificación. Entre estos procesos uno de los más importantes, pero poco estudiado en las investigaciones sobre desertificación efectuadas en el ámbito mediterráneo (Leontidou *et al.*, 1998; ENEA, 2002), es el sellado artificial del suelo, *soil sealing* en la literatura anglosajona, con superficies duras e impermeables (piedra, ladrillo, cemento, asfalto, etc.). Este fenómeno conlleva la pérdida prácticamente irrecuperable del recurso edáfico, convertido en mero soporte de las actividades relacionadas con la urbanización, la industrialización, el turismo o la implantación de infraestructuras viarias y equipamientos. De este modo el suelo pierde su carácter multifuncional (Blum, 1998; EEA, 2002).

Una reciente comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas (CEC, 2002) resalta la necesidad de establecer políticas de protección de los suelos que limiten el sellado artificial de éstos; protección que debería considerar, en primer lugar, los suelos más fértiles,

aptos para cualquier tipo de aprovechamiento agrario. Desde este último punto de vista, los criterios y procedimientos metodológicos que conforman los sistemas de capacidad categóricos de evaluación del medio edáfico determinan las porciones del territorio más adecuadas para una utilización agrícola respecto a otras que son inadecuadas; identificando, de este modo, los mejores suelos agrícolas (Añó *et al.*, 1998).

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).

En este trabajo se aporta una primera aproximación al sellado artificial del medio edáfico en la franja litoral de la provincia de Castellón, considerando, paralelamente, la capacidad de uso que presentan los suelos sometidos a este proceso. Los resultados que se presentan a continuación se insertan en el marco de una investigación mayor que plantea un análisis evolutivo-temporal de la última década en el que se incorporarán sucesivas capas temáticas que recogen los cambios ocurridos hasta el momento actual. Por tanto, los resultados presentados obedecen al momento de referencia inicial (1991) de la serie temporal prevista.

2. Procedimiento metodológico

El desarrollo conceptual del estudio se ha puesto en práctica utilizando las ventajas técnicas para tratar y gestionar la información que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En la actualidad son instrumentos fundamentales en los proyectos de planificación de usos del suelo ya que facilitan las labores encaminadas al análisis, tanto espacial como temporal, de cualquiera de los procesos que intervienen en la ocupación del territorio. Así, con ellos se han elaborado tanto trabajos integrales de gestión, como modelos predictivos y de evaluación e, incluso, mapas temáticos orientativos establecidos a partir de unidades de tratamiento. Además, permiten el análisis, a distintas escalas, de fenómenos actuales que tienen gran incidencia en el territorio como, por ejemplo, el crecimiento urbano a nivel municipal (López *et al.*, 2001; Hathout, 2002; Pascual *et al.* 2002; Fricke y Wolff, 2002; Cheng y Masser, 2003) o la dinámica de competencia por el suelo de los distintos usos a escalas regionales (Perdigao y Annoni, 1997; Tulloch *et al.*, 2003) o locales (Fazal, 2000; Morello *et al.*, 2000; Mendoza y Etter, 2002; Hoobler *et al.*, 2003; Hasse y Lathrop, 2003; Onvik *et al.*, 2004). Metodológicamente, el trabajo se ha dividido en dos fases (Figura 1).

2.1. Recogida de datos e incorporación de la información en el entorno SIG

La información necesaria para el estudio comparativo entre la capacidad de uso del edafosistema y la superficie sellada artificialmente proviene de dos fuentes distintas. En primer lugar, el potencial de utilización de los suelos se ha establecido a partir de los resultados obtenidos durante la realización del proyecto de investigación "El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana." (Antolín, 1998), cuyas cartografías se presentan en el formato digital propio del SIG ARC/INFO PC. En este proyecto se delimitaron, a escala 1:50.000, más de 5100 unidades fisiográficas, asignando a cada una de ellas la capacidad de uso de los suelos. Así, el territorio se dividió en cinco clases de capacidad: A (Muy Elevada), B (Elevada), C (Moderada), D (Baja) y E (Muy Baja), atendiendo a las siguientes propiedades:

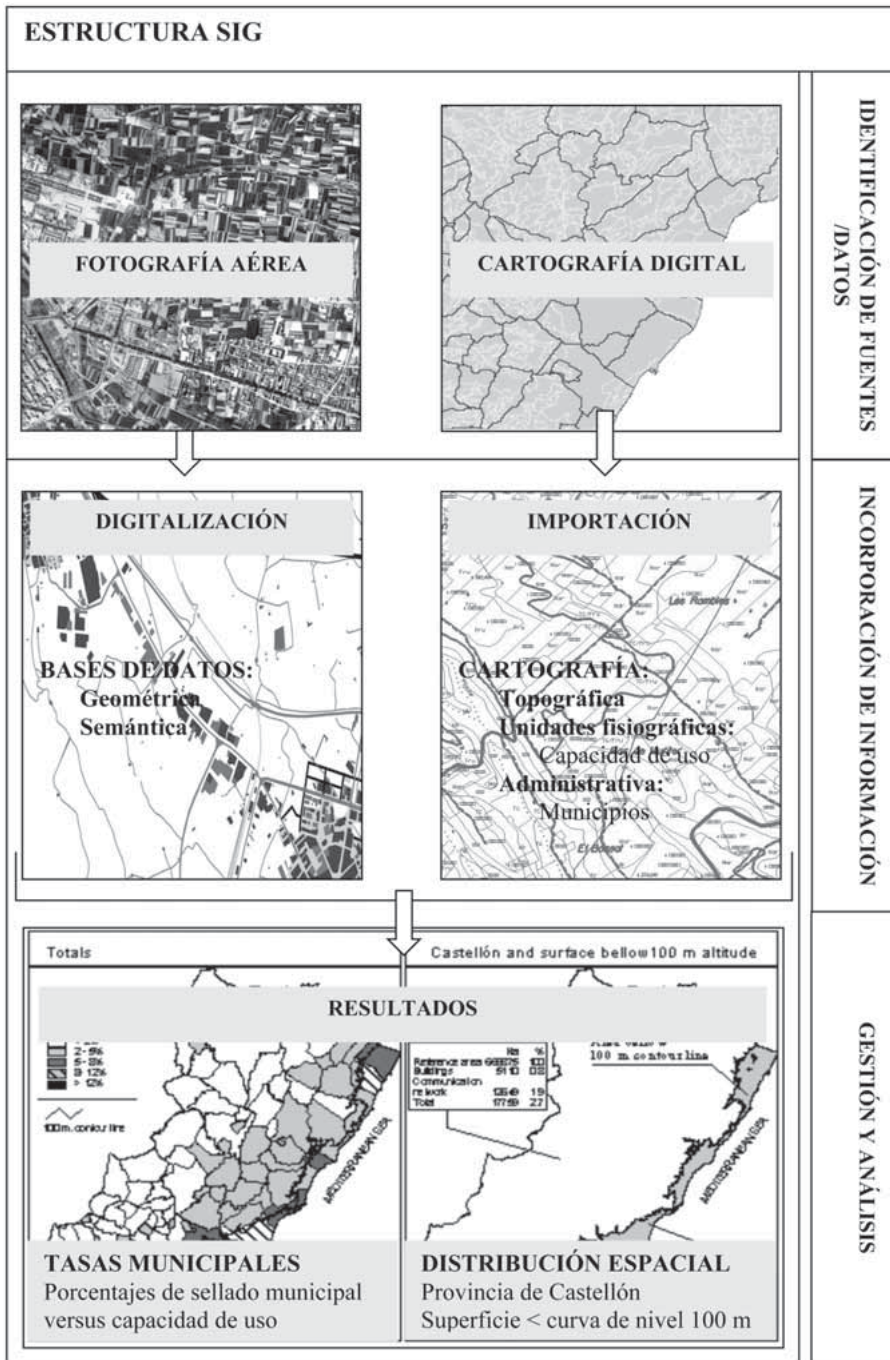


FIGURA 1. Esquema metodológico para el estudio de la incidencia territorial del sellado artificial del suelo en la franja litoral de la Provincia de Castellón.

erosión, pendiente, espesor efectivo del medio edáfico, porcentaje de afloramientos rocosos y pedregosidad, salinidad, características físicas (textura, permeabilidad y estabilidad estructural) y químicas (contenido en materia orgánica, carbonatos, caliza activa, CIC y pH) de los suelos e hidromorfía. Una explicación pormenorizada del funcionamiento metodológico y de las características del sistema de evaluación de suelos aplicado en este proyecto puede consultarse en Antolín y Añó (1998) y Añó *et al.* (2000).

Por su parte, la información sobre la superficie sellada por la acción antropogénica se ha obtenido mediante procedimientos convencionales de fotointerpretación (Taylor *et al.*, 2000), integrando en el Sistema de Información Geográfica el vuelo de 1991, escala 1:25.000, de la Dirección General de Urbanismo de la Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte (Generalitat Valenciana).

El proceso de incorporación se ha realizado, en primer lugar, digitalizando los polígonos que, mediante fotointerpretación, se han identificado como pertenecientes a las clases de sellado artificial, utilizando, para este fin, una base cartográfica referencial de detalle (mapas topográficos digitales a escala 1:10.000). A continuación se introdujeron las digitalizaciones al entorno SIG por medio de la importación de las capas digitalizadas y la construcción topológica de los polígonos. Finalmente, se construyeron las bases de datos asociadas a las capas temáticas con la asignación de atributos para cada entidad poligonal. Las capas temáticas se han dividido en dos grupos principales: los elementos que producen sellado artificial de los suelos por construcción de vías y redes de comunicación (autopistas, carreteras nacionales y locales, calles e infraestructuras ferroviarias) y los debidos a edificaciones, bien sean urbanas, industriales o comerciales.

2.2. *Análisis comparativo de las cartografías temáticas de capacidad de uso y sellado artificial del suelo*

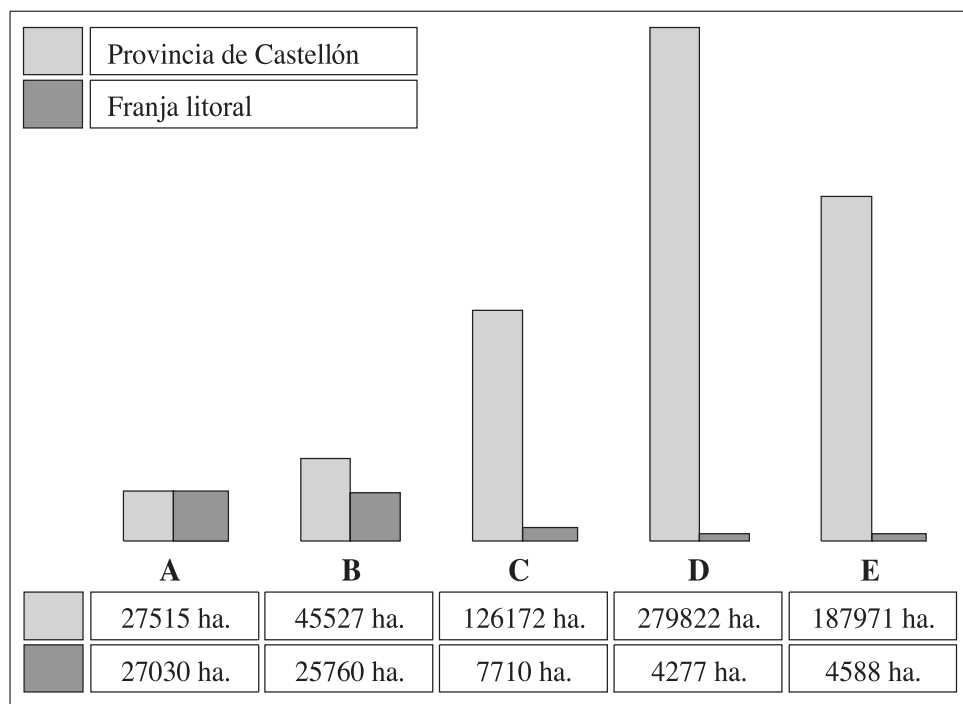
Una vez integradas las capas temáticas en el entorno SIG, el procedimiento analítico se ha establecido bajo dos criterios generales: la distribución espacial derivada de los elementos topográficos y el reparto superficial por términos municipales. Para el primero se ha tenido en cuenta una variable altimétrica (cota de 100 metros) que históricamente ha constituido, en la Comunidad Valenciana, el umbral de referencia en los procesos de ocupación del territorio. Con la división administrativa se han relacionado las tasas de sellado artificial de los municipios costeros con la capacidad de uso de los suelos.

3. **Capacidad de uso y sellado antropogénico de los suelos en la franja litoral de la provincia de Castellón**

En la provincia de Castellón las unidades ambientales con muy elevada (clase A) y elevada (clase B) capacidad de uso ocupan una extensión cercana a las 73.000 ha (11% del total provincial) y se localizan preferentemente en los llanos litorales. Las unidades con moderada capacidad (clase C) con más de 126.000 ha (19% de la superficie provincial) suelen conformar, por regla general, áreas de transición entre las de mejor capacidad y los relieves circundantes. Las unidades con baja (clase D) o muy baja (clase E) capacidad de uso son las más representadas, 42% y 28% respectivamente, y ocupan las topografías más abruptas, los altiplanos de las alineaciones montañosas o bien, en los sectores litorales, saladares, humedales y playas (Cuadro 1).

El 76% del territorio comprendido entre la línea de costa y la cota de 100 metros presenta muy elevada o elevada capacidad de uso. Más aún, el 98% de las unidades de la clase A de la provincia se localizan en este sector, en concreto en los llanos litorales de la Plana

Cuadro 1
 DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL Y EN LA FRANJA LITORAL DE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO



Elaboración propia a partir de ANTOLÍN (1998).

de Castellón (Figura 2). Estas unidades se distribuyen principalmente entre los términos municipales de Alquerías del Niño Perdido, Almassora, Betxí, Burriana, Castellón de la Plana, Nules, Villavieja y Vila-real.

En líneas generales, los suelos de estas unidades se caracterizan por presentar unas propiedades, tanto intrínsecas como extrínsecas, favorables para cualquier tipo de uso agrario. La ausencia de limitaciones permite la implantación de un gran número de cultivos de excelente productividad. Así, las unidades están situadas sobre superficies llanas o con pendientes muy suaves. Las condiciones térmicas son muy adecuadas y la disponibilidad hídrica es alta. Los procesos de erosión hídrica son inexistentes o poco agresivos, con una tasa de pérdida, aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), inferior a 7 t/ha/año. El espesor efectivo del medio edáfico supera los 80 cm., proporcionando un medio adecuado para el desarrollo radicular, la retención del agua disponible y el suministro de los nutrientes existentes. No existen afloramientos rocosos y el porcentaje de pedregosidad no dificulta el laboreo ni afecta al uso de maquinaria agrícola. No hay salinidad o ésta es muy baja, siempre inferior a 2 dS/m. Los suelos están bien drenados, por tanto los cultivos no presentan problemas por encharcamiento. En relación con las características físicas y químicas del medio edáfico éstas son favorables: la textura es equilibrada, la estructura adecuada, la porosidad y la retención de agua son idóneas, el contenido de nutrientes es equilibrado y en la proporción necesaria para el desarrollo vegetal; existe una respuesta aceptable al uso de fertilizantes, etcétera.

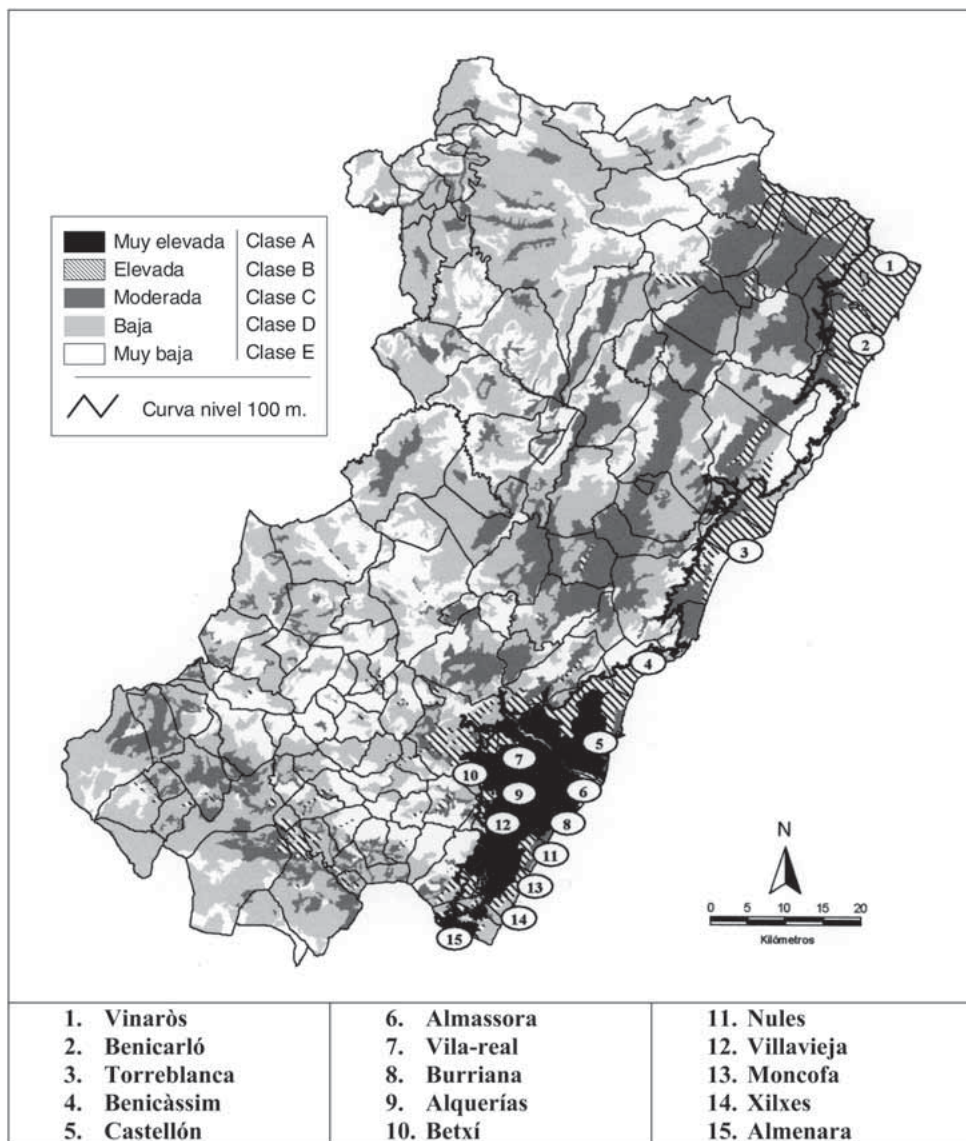


FIGURA 2. Distribución espacial de la capacidad de uso de los suelos en la provincia de Castellón. Elaboración propia a partir de Antolín (1998).

En definitiva, en estas unidades se han cartografiado los suelos más fértiles de la provincia de Castellón. Sin embargo éstos se localizan, precisamente, en los términos municipales con mayor sellado artificial del medio edáfico, bien sea provocado por las edificaciones o por las redes de comunicación. Las poblaciones donde el proceso es más acusado con porcentajes, en 1991, superiores al 10% de su superficie son Vila-real, Castellón de la Plana y Almassora (Figura 3). Estos núcleos urbanos, muy dinámicos demográficamente y situados junto a las

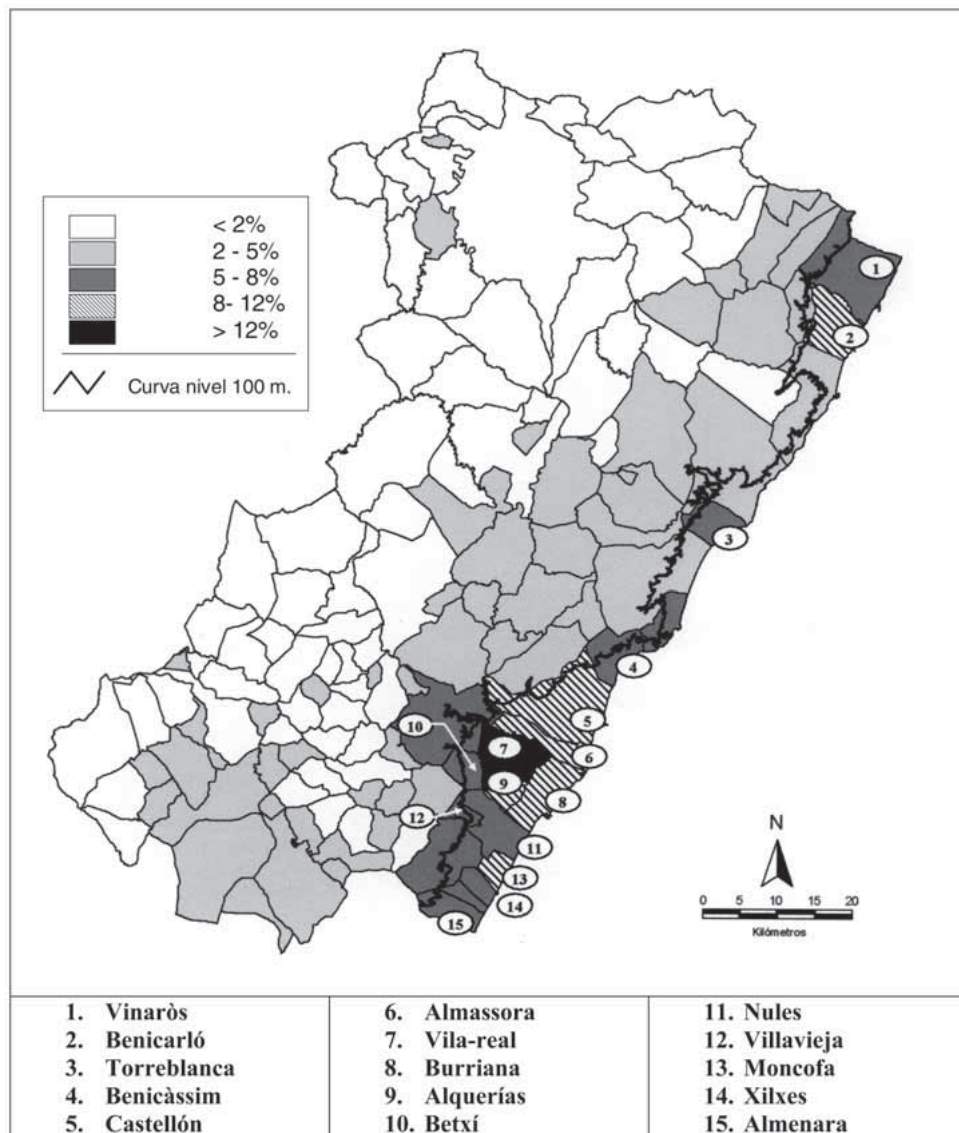


FIGURA 3. Densidad (en porcentajes) de sellado artificial del suelo derivado de edificaciones y redes de comunicación (1991).

principales vías de comunicación de la provincia (ferrocarril Valencia-Barcelona, carretera N-340 y autopista A-7), se caracterizan por alojar, junto a otras implantaciones industriales y diversos tipos de construcciones (depósitos comerciales, talleres, etc.), a numerosas empresas dedicadas a diferentes actividades productivas relacionadas con la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos.

Por su parte en Betxí y Nules, localidades que también acogen a un buen número de firmas azulejeras, y en los términos municipales de Alquerías del Niño Perdido, Villavieja y Burriana, los porcentajes de sellado artificial de los suelos están comprendidos entre 7 y 9 (Cuadro 2). En estos municipios, al igual que en otros litorales de la comarca de la Plana Baixa (Almenara, Xilxes y Moncofa) el segundo motor económico de la provincia, el cultivo de cítricos, también tiene su reflejo en la ocupación industrial del suelo, con numerosísimas empresas dedicadas al almacenaje y distribución de los cítricos.

Las unidades con elevada capacidad de uso (clase B) se distribuyen en el 34% de la superficie de la franja litoral. Estas unidades, que representan el 55% del total provincial, están presentes en todos los sectores de la llanura costera aluvial (Figura 2). Los suelos que caracterizan a estas unidades presentan limitaciones ligeras que restringen sus posibilidades de utilización, sobre todo desde el punto de vista de la elección de cultivos. Las limitaciones más habituales son las siguientes: la profundidad útil del medio edáfico, que puede dificultar el desarrollo radicular de ciertas especies; oscila entre 40 y 80 cm.; el porcentaje de pedregosidad puede ser cercano al 40%; textura poco equilibrada; moderada a baja estabilidad estructural, escaso contenido en materia orgánica y alta proporción de carbonato cálcico en el perfil.

Cuadro 2
MUNICIPIOS DE LA FRANJA LITORAL DE CASTELLÓN CON UN SELLADO
ARTIFICIAL DEL SUELO SUPERIOR A 5% (1991)

Municipio	Sup. (ha)	Sellado artificial del suelo					
		Redes viarias		Edificaciones		Conjunto	
		ha	%	ha	%	ha	%
1. Vinaròs	9.592	421,9	4,4	209,9	2,2	631,9	6,6
2. Benicarló	4.829	239,7	5,0	169,9	3,5	409,6	8,5
3. Torreblanca	2.998	104,9	3,5	56,7	1,9	161,6	5,4
4. Benicàssim	3.646	129,4	3,5	126,9	3,5	256,3	7,0
5. Castellón de la Plana	10.846	497,0	4,6	749,9	6,9	1246,9	11,5
6. Almassora	3.308	164,3	5,0	199,5	6,0	363,8	11,0
7. Vila-real	5.525	274,1	5,0	406,4	7,4	680,5	12,3
8. Burriana	4.726	194,4	4,1	185,2	3,9	379,6	8,0
9. Alquerías	1.304	72,4	5,6	42,4	3,3	114,9	8,8
10. Betxí	2.132	84,5	4,0	67,9	3,2	152,4	7,1
11. Nules	4.934	200,4	4,1	160,1	3,2	360,5	7,3
12. Villavieja	598	16,9	2,8	28,5	4,8	45,4	7,6
13. Moncofa	1.478	61,3	4,1	73,5	5,0	134,8	9,1
14. Xilxes	1.382	62,6	4,5	45,0	3,3	107,6	7,8
15. Almenara	2.804	142,7	5,1	60,6	2,2	203,3	7,3

Ejemplos de términos municipales que tienen suelos con estas limitaciones que determinan la clase de capacidad son Torreblanca, Vinaròs, Benicarló y el extremo septentrional de Castellón de la Plana. Vinaròs y Benicarló son las localidades más dinámicas, demográfica y económicamente, del norte de la provincia de Castellón. Estas dos localidades presentan una fuerte concentración espacial de empresas fabriles, relacionadas principalmente con la industria del mueble y el sector alimenticio, y de servicios, además de un intenso desarrollo turístico en la costa. De este modo, el crecimiento económico de Benicarló ha tenido su reflejo en la tasa de sellado antropogénico del medio edáfico que, en 1991, alcanzaba el 8,5% de la superficie municipal (Cuadro 2).

En las zonas más próximas a la costa la salinidad, que impide el desarrollo de cultivos sensibles, y/o el exceso de agua en el perfil, consecuencia de un drenaje insuficiente, son las limitaciones más destacables, sobre todo en áreas pertenecientes a antiguas marjales o próximas a ellas. Unidades con estas características edáficas se han cartografiado en Xilxes y Moncofa, localidades situadas en el sector meridional de la llanura aluvial. Precisamente estos dos términos municipales, que en 1991 ya presentaban una elevada tasa de sellado artificial del suelo (Cuadro 2), se han convertido en los últimos años en las áreas de expansión de la industria cerámica (Martínez Puche y Pérez Pérez, 2001).

En el 10% de la llanura costera la capacidad de uso es moderada (clase C), provocada, fundamentalmente, por un espesor efectivo del medio edáfico que no supera los 40 cm. y abundante pedregosidad (porcentajes comprendidos entre 40 y 80%); limitaciones que influyen en la capacidad productiva de los suelos, restringiendo los tipos de aprovechamientos agrícolas o afectando a los rendimientos finales. Estas unidades caracterizan amplias zonas de secano de, por ejemplo, los términos municipales de Peñíscola y Santa Magdalena de Pulpis (Añó *et al.*, 1992). En áreas cercanas a marjales y saladares actualmente antropizados se localizan unidades donde las limitaciones, más acusadas que en el caso anterior, son la salinidad y la hidromorfía. Únicamente en el 11% de la superficie estudiada la capacidad de uso es baja (clase D) o muy baja (clase E) con una casuística de limitaciones muy variadas, destacando en las zonas más próximas a la costa, excepto en los aldeaños montañosos de la Sierra de Irta, las provocadas por valores elevados de salinidad, exceso de agua en el perfil edáfico durante gran parte del año o hidromorfía permanente, y las inadecuadas características físicas y químicas de los suelos. El ejemplo más significativo, desde un punto de vista superficial, es el espacio protegido del Prat de Cabanes-Torreblanca.

Las limitaciones impuestas por la topografía y las restricciones implícitas a los Parques Naturales (Sierra de Irta, Prat de Cabanes-Torreblanca y Desierto de las Palmas) en relación con las actividades constructivas explican que los municipios de Peñíscola, Santa Magdalena de Pulpis, Alcalá de Xivert y Cabanes presenten, en relación con su superficie, un porcentaje de sellado artificial inferior a 5% o muy cercano a éste, caso de Torreblanca. Los mismos motivos se repiten en Benicàssim y Oropesa del Mar, dos de los municipios más dinámicos de la provincia con una intensa actividad inmobiliaria relacionada con el turismo litoral, que no superaban en 1991 el 7% de sellado antropogénico del suelo.

4. Consideraciones finales

En la Comunidad Valenciana, al igual que en gran parte del reborde mediterráneo de los países de la Unión Europea, la zona litoral ha experimentado, desde la segunda mitad del siglo XX, cambios considerables en los usos del suelo que han originado importantes transformaciones del paisaje. En la franja costera de la provincia de Castellón los elementos

principales que han desencadenado las modificaciones están determinados por la concentración de la población en los llanos costeros, el paso de una agricultura tradicional hacia otra más comercial, la expansión industrial y un intenso desarrollo turístico. Y es, precisamente, en esa estrecha banda litoral donde predominan los tipos de suelos más fértiles, aquéllos con mayor capacidad de uso agrario. Sin embargo, por su localización en las zonas más dinámicas, demográfica y económicamente, de Castellón, representan a las unidades que deberían requerir un nivel máximo de protección frente a las consecuencias de la expansión urbano-industrial y turístico-residencial que sustraen de la actividad agrícola los suelos más productivos de la provincia. No hay que olvidar que, en muchas ocasiones, el crecimiento generalizado de la superficie urbanizada o en urbanización se ha efectuado a costa del consumo indiscriminado de los mejores suelos, muy vulnerables ante el afán urbanizador de los promotores, bien sean privados o públicos.

Las modificaciones de usos del suelo impuestas, sobre todo, por los procesos de urbanización, industrialización, terciarización y la implantación de infraestructuras y equipamientos vinculadas a estas actividades son, por regla general irreversibles e imposibles de reconstruir incluso a largo plazo. La irreversibilidad del proceso incide directamente sobre la desertificación. De este modo, los cambios, ligados en muchas ocasiones a recalificaciones de suelo agrícola a industrial y urbano, no deberían guiarse exclusivamente por intereses económicos. Por el contrario, éstos deberían efectuarse considerando, previamente, las potencialidades y limitaciones de los suelos, evaluando el impacto sobre la calidad edáfica y su capacidad productiva, y procurando proteger aquellas porciones del territorio utilizadas actualmente en su uso más apto. En el marco de un desarrollo sostenible este último principio debería dictar, especialmente en medios frágiles y vulnerables como los mediterráneos, la planificación racional de las actividades urbanas, industriales o turísticas, sobre todo si consideramos que el empleo inadecuado del suelo, recurso limitado y prácticamente no renovable, puede provocar, en última instancia, su destrucción o degradación.

Referencias bibliográficas

- ANTOLÍN, C. (Coord.) (1998): *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Vol. II 4 h. de map. pleg., 74 h. de lam. + 1 cd-rom. COPUT, Generalitat Valenciana, Valencia.
- ANTOLÍN, C. y AÑO, C. (1998): Capacidad de uso de los suelos de la Comunidad Valenciana. En: *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 111-131.
- AÑO, C. y SÁNCHEZ, J. (2003): *Orientaciones de Uso Agrario. Una metodología para la planificación de usos del suelo en la Comunidad Valenciana*. Biblioteca de Ciencias 5, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 129 pp.
- AÑO, C.; PERIS, M.; ANTOLÍN, C. y SÁNCHEZ, J. (2000): Capacidad de uso del suelo en Enguera y Anna (La Canal de Navarrés). *Cuadernos de Geografía*, 67/68, pp. 295-303.
- AÑO, C.; SÁNCHEZ, J. y ANTOLÍN, C. (1998): Los sistemas categóricos de evaluación de suelos. En: *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 97-109.
- AÑO, C., SEGARRA, V., VENDRELL, B. y ANTOLÍN, C. (1992): Capacidad de uso del suelo en el área central de la comarca del Baix Maestrat (Castellón). *Actas del III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*, Pamplona, pp. 287-292.
- ARSHAD, M.A. y MARTIN, S. (2002): Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88, pp. 153-160.
- BLUM, W.E.H. (1998): Soil degradation caused by industrialization and urbanization. En: H.P. Blume, H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij y K.G. Steiner (eds.), *Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions*. Vol. I. Advances in GeoEcology 31. Catena Verlag, Reiskirchen, pp. 755-766.

- BLUM, W.E.H. (2002): Soil quality indicators based on soil functions. En J.L. Rubio, R.P.C. Morgan, S. Asins y V. Andreu (eds.), *Proceedings of the Third International Congress of the European Society for Soil Conservation*. Geoforma Ediciones, Logroño, pp. 149-151.
- CEC (2002): *Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Towards a Thematic Strategy for Soil Protection*. Commission of the European Communities, Brussels, 35 pp.
- CHENG, J. y MASSER, I. (2003): Urban growth pattern modeling: a case study of Wuhan city, PR China. *Landscape and Urban Planning*, 62, pp. 199-217.
- DE KIMPE, C.R. y WARKENTIN, B.P. (1998): Soil functions and the future of natural resources. En H.P. Blume, H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij y K.G. Steiner (eds.), *Towards sustainable land use: furthering cooperation between people and institutions*. Vol. I. Advances in GeoEcology 31. Catena Verlag, Reiskirchen, pp. 3-10.
- EEA (2002): *Proceedings of the Technical Workshop on Indicators for Soil Sealing*. European Environment Agency, Copenhagen, 62 pp.
- ENEA (2002): *Valutazione e mitigazione della desertificazione nella regione Sicilia: Un caso di studio*. Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Roma, 110 pp.
- FAZAL, S. (2000): Urban expansion and loss of agricultural land – a GIS based study of Saharanpur City, India. *Environment & Urbanization*, 12 (2), 133-149.
- FRICKE, R. y WOLFF, E. (2002): The MURBANDY Project: development of land use and network databases for the Brussels area (Belgium) using remote sensing and aerial photography. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4, pp. 33-50.
- FRIEND, J.A. (1992): Achieving soil sustainability. *Journal of Soil & Water Conservation*, 47 (2), pp. 156-157.
- HASSE, J.E. y LATHROP, R.G. (2003): Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*, 23, pp. 159-175.
- HATHOUT, S. (2002): The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. *Journal of Environmental Management*, 66 (3), pp. 229-238.
- HOUBLER, B.M.; VANCE, G.F.; HAMERLINCK, J.D.; MUNN, L.C. y HAYWARD, J.A. (2003): Applications of land evaluation and site assessment (LESA) and a geographic information system (GIS) in East Park County, Wyoming. *Journal of Soil and Water Conservation*, 58 (2), pp. 105-112.
- JENNY, H. (1980): *The Soil Resource. Origin and Behavior*. Ecological Studies 37, Springer-Verlag, New York, 377 pp.
- KARLEN, D.L., MAUSBACH, M.J., DORAN, J.W., CLINE, R.G., HARRIS, R.F. y SCHUMAN, G.E. (1997): Soil quality: A concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science of American Journal*, 61, pp. 4-10.
- LEONTIDOU, L., GENTILESCHI, M.L., ARU, A. y PUNGETTI, G. (1998): Urban Expansion and Littoralisation. En: P. Mairota, J.B. Thornes y N. Geeson (eds.), *Atlas of Mediterranean Environments in Europe*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, pp. 92-97.
- LÓPEZ, E., BOCCO, G., MENDOZA, M. y DUHAU, E. (2001): Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 55 (4), pp. 271-285.
- MARTÍNEZ PUCHE, A. y PÉREZ PÉREZ, D. (2001): Sistemas productivos locales, áreas y corredores industriales en la Comunidad Valenciana. En: J. Romero, A. Morales, J. Salom y F. Vera, F. (coord.), *La Periferia Emergente. La Comunidad Valenciana en la Europa de las Regiones*, Ariel Geografía, Barcelona, pp. 301-323.
- MENDOZA, J.E. y ETTER, A. (2002): Multitemporal analysis (1940-1996) of land cover changes in the southwestern Bogotá highplain (Colombia). *Landscape and Urban Planning*, 59 (3), pp. 147-158.
- MORELLO, J.; BUZAI, G.D.; BAXENDALE, A.B.; RODRÍGUEZ, A.F.; MATTEUCCI, S.D.; GODAGNONE, R.E. y CASAS, R.R. (2000): Urbanization and the consumption of fertile land and other ecological changes: the case of Buenos Aires. *Environment and Urbanization*, 12 (2), pp. 119-131.

- ONVIK, A., NYHUUS, S., BLINDHEIM, T. y WERGELAND, O.M. (2004): Implementation of a GIS-based management tool for conservation of biodiversity within the municipality of Oslo, Norway. *Landscape and Urban Planning*, 68 (4), pp. 429-438.
- PASCUAL AGUILAR, J.A. (2001): *Cambios de usos del suelo y régimen hídrico en la rambla de Poyo y el barranc de Carraixet*. Tesis Doctoral, Facultat de Geografia i Història, Universitat de València, 307 pp.
- PASCUAL, J.A., AÑÓ, C., VALERA, A., POYATOS, M. y SÁNCHEZ, J. (2002): Urban growth (1956-1998) and soil degradation in the municipality of Valencia (Spain). En: A. Faz, R. Ortiz y A.R. Mermut (eds.), *Sustainable Use and Management of Soils in Arid and Semiarid Regions*, Murcia, pp. 396-397.
- PERDIGAO, V. y ANNONI, A. (1997): *Technical and methodological guide for updating CORINE Land Cover database*. Report EUR 17288 EN, European Communities, Luxembourg, 124 pp.
- SÁNCHEZ, J. (1998): Planificación de usos del suelo. En: *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, Generalitat Valenciana, Valencia, pp. 71-86.
- TAYLOR, J.C., BREWER, T.R. y BIRD, A.C. (2000): Monitoring landscape change in the National Parks of England and Wales using photo interpretation and GIS. *International Journal of Remote Sensing*, 21 (13), pp. 2737-2752.
- TULLOCH, D.L., MYERS, J.R., HASSE, J.E., PARKS, P.J. y LATHROP, R.G. (2003): Integrating GIS into farmland preservation policy and decision making. *Landscape and Urban Planning*, 63 (1), pp. 33-48.
- VERHEYE, W.H. (1997): Land Use Planning and National Soils Policies. *Agricultural Systems*, 53, pp. 161-174.
- ZALIDIS, G., STAMATIADIS, S., TAKAVAKOGLU, V., ESKRIDGE, K. y MISOPOLINOS, N. (2002): Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 88, pp.137-146.
- ZINCK, J.A. (1996): La información edáfica en la planificación del uso de las tierras y el ordenamiento territorial. En: J. Aguilar, A. Martínez y A. Roca (eds.), *Evaluación y manejo de suelos*. Junta de Andalucía, Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, Universidad de Granada, Granada, pp. 49-75.

