

## INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA EN EL ÁMBITO MEDITERRÁNEO VALENCIANO: INDICADOR DE CAPACIDAD E INDICADOR DE VULNERABILIDAD.

Carlos AÑÓ VIDAL, Juan SÁNCHEZ DÍAZ y M<sup>a</sup> Carmen ANTOLÍN TOMÁS

U.D. Edafología. Dpto. Biología Vegetal. Facultad de Farmacia. Universitat de València.

**Abstract:** The under-use of the information provided by soil maps is mainly caused by the way of presenting the data obtained by soil surveys usually only in scientific terms. This fact prevents potential users from understanding this type of information. Faced with this situation, we propose a cartographical legend that includes the assessment of the mapped soils through the Capability and Vulnerability indexes established by Añó (1996). The Capability Index involves thirteen parameters: it reflects the inherent capabilities for agricultural or non-agricultural use or both, the soil and its surrounding physical area. The Vulnerability Index refers to the susceptibility of soils to degradation by salinization, alkalization by erosion and/or contamination; it assesses the consequences on the soils of, either non-suitable anthropic practices or the lack of efficient soil conservation measures.

**Key words:** Capability Index. Vulnerability Index. Land Evaluation. Land Use Planning

**Resumen:** La infrautilización de la información derivada de un mapa de suelos está provocada, en gran medida, por la presentación en términos exclusivamente científicos de los resultados generados por los reconocimientos edafológicos. Esta situación impide, a muchos usuarios potenciales, comprender este tipo de información. Ante esta situación proponemos una leyenda cartográfica que incorpore una valoración interpretativa de los suelos cartografiados en un territorio, indicando su Capacidad y Vulnerabilidad, utilizando los Indicadores establecidos por Añó (1996). El Indicador de Capacidad analiza trece parámetros, reflejando la vocación intrínseca del suelo y del entorno físico que favorecerá o restringirá el uso agrario. El Indicador de Vulnerabilidad considera la degradación potencial de los suelos por salinización o alcalinización, erosión y/o contaminación, valorando las repercusiones edáficas ante prácticas antrópicas inadecuadas o la ausencia de medidas efectivas de conservación del recurso.

**Palabras clave:** Indicador de Capacidad. Indicador de Vulnerabilidad. Evaluación de suelos. Planificación de usos del suelo.

### INTRODUCCIÓN

La información precisa acerca de la distribución, extensión y grado de calidad del recurso suelo es el primer requisito para orientar la gestión sostenible de los recursos del territorio

(Dumanski, 1993), facilitando la valoración del potencial del suelo o la elaboración de políticas de planificación (Burnham, 1986; Dudal, 1987). Por tanto, sería lógico que aumentara la demanda de estudios de suelos. Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha cuestionado la utili-

dad de estos estudios (Ibáñez et al., 1993). Más aún, la información de suelos con mucha frecuencia se infrautiliza o se desestima (Zinck, 1993). Entre las causas de esta situación, pueden destacarse las siguientes: presentación inadecuada de los resultados; utilización de una terminología especializada, poco accesible a científicos procedentes de otras disciplinas; ausencia de un sistema general de clasificación aceptado por toda la comunidad científica; pérdida parcial de información originada durante el proceso de realización de los mapas y leyendas, etc. (Dudal, 1986 citado por Ibáñez et al., 1993).

Una de las principales limitaciones que en España, durante muchos años, ha restringido, o incluso rechazado, la utilización de la cartografía de suelos en los estudios de planificación de usos del territorio, al margen de la inexistencia de mapas a escalas adecuadas, ha sido la ausencia de leyendas cartográficas que incorporasen la interpretación de los datos obtenidos por los reconocimientos edafológicos. Esta carencia ha dificultado o impedido a un gran número de posibles usuarios acceder a un tipo de información más comprensible, reduciendo las virtudes potenciales de los mapas de suelos, sobre todo si consideramos, como señala Burnham (1986), que los miembros encargados de diseñar la planificación de los usos de un territorio son los principales clientes de los estudios edafológicos, y, por regla general, éstos, más que el conocimiento de los detalles técnicos de los suelos de un área, demandan interpretaciones prácticas de los mapas de suelos (Bouma, 1989; Davidson, 1992).

La unidad cartográfica, síntesis de las características edáficas y de las de su entorno medioambiental, es el elemento básico que articula la evaluación de los suelos presentes en un territorio. La creación de porciones homogéneas pueden constituir piezas claves en la planificación territorial si incorporan un tipo de información que permita interpretar el comportamiento poco homogéneo de los suelos. Así, proponemos un tipo de leyenda cartográfica (instrumento clave en la organización de las unidades) que proporciona este tipo de información: incluir,

junto a los tipos de suelos, el Indicador de Capacidad y de Vulnerabilidad en cada una de las unidades cartografiadas en el sector objeto de estudio. De este modo se genera una cartografía de suelos que aporta información útil para la planificación y evaluación del territorio.

### PROPUESTA METODOLÓGICA: INDICADOR DE CAPACIDAD E INDICADOR DE VULNERABILIDAD

Un primer aspecto, básico para la evaluación, es la selección de un conjunto de propiedades o características intrínsecas y extrínsecas del medio edáfico que permitirán diagnosticar la capacidad del suelo y su vulnerabilidad a la degradación. Estas características se plasman en una serie de parámetros, estableciendo en cada uno de ellos una gradación (Sánchez y Añó, 1993; Añó, 1996). Los intervalos asignados a cada parámetro se han establecido en función de los rasgos que caracterizan el medio físico mediterráneo. Los parámetros considerados y su respectiva gradación se exponen a continuación:

En la **pendiente (P)**, parámetro que condiciona un gran número de propiedades edáficas, los diferentes grados reflejan los efectos beneficiosos o limitantes en los procesos de mecanización y riego (tabla 1). También consideramos aquellos casos en que las laderas están acondicionadas para el cultivo mediante la construcción de **bancales (P<sup>2</sup>)**, valorándolos en función de su longitud y de la pendiente en la cual están situados (tabla 2).

La **disponibilidad de agua para las plantas (Dh)** es un parámetro valorado cualitativamente ante la dificultad de establecer adecuadamente la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente de todos los suelos valencianos. La valoración (tabla 3) se realiza en función del balance hídrico del suelo (estimado a partir de la precipitación media mensual, el valor de la reserva útil del suelo y la evapotranspiración potencial media mensual según la fórmula de Thornthwaite, utilizando la

Tabla 1. Pendiente (P). Gradación del parámetro.

P1	Llana. Mecanización y riego intensivo. Ausencia de limitaciones.	<3%
P2	Suave. Alto potencial de mecanización. Moderada aptitud para el regadío.	3-8%
P3	Moderada. Medio potencial de mecanización. Baja aptitud para el regadío.	8-15%
P4	Fuerte. Bajo potencial de mecanización. Límite de utilización del tractor. Muy baja aptitud para el regadío.	15-25%
P5	Abrupta. Muy bajo potencial de mecanización. Maquinaria de bajo caballaje. Límite de la maquinaria forestal pesada. Limitaciones muy severas.	25-45%
P6	Muy abrupta. Marginal. Limitaciones extremadamente severas.	>45%

Tabla 2. Presencia de bancales (P'). Gradación del parámetro.

Bancales >50 m	P.3-8%	P'1. Ningún impedimento a la mecanización.
Bancales 15-50 m	P.8-15%	P'2. Utilización, con limitaciones, de maquinaria de bajo caballaje.
Bancales >15 m	P.15-25%	P'3. Utilización, con limitaciones, de maquinaria de bajo caballaje.
Bancales <15 m	P.15-25%	P'4-a. Mecanización no aconsejable.
Bancales >15 m	P.25-45%	P'4-b. Mecanización no aconsejable.
Bancales <15 m	P.25-45%	P'5-a. Mecanización no aconsejable.
Bancales <15 m	P.>45%	P'5-b. Mecanización no aconsejable.

Tabla 3. Disponibilidad de agua para las plantas (Dh). Gradación del parámetro.

Dh1. Alta disponibilidad de agua para las plantas.
El déficit hídrico del suelo es mínimo, o bien, no se produce en momentos determinantes para el crecimiento de las plantas. En otros casos, el déficit, elevado, queda amortiguado por la presencia de recursos superficiales o subterráneos abundantes o de fácil acceso.
Dh2. Moderada disponibilidad de agua para las plantas.
El balance de humedad negativo del suelo condiciona los niveles de producción de determinados cultivos. Los recursos hídricos superficiales o subterráneos son reducidos o con dificultades moderadas a su utilización.
Dh3. Baja disponibilidad de agua para las plantas.
Déficit hídrico muy severo que afecta al crecimiento y niveles de producción de cualquier tipo de cultivo. Los recursos hídricos superficiales o subterráneos son muy reducidos, de muy difícil utilización o de acceso poco rentable económicamente.

información estadística recopilada por Pérez Cueva, 1994) y de la presencia, ausencia o facilidad de acceso a recursos hídricos superficiales o subterráneos, estimado a partir de informes hidrológicos.

Las **condiciones térmicas (C)** es un parámetro que considera la duración de la estación vegetativa (criterio de Euverte: número de meses con una temperatura media mensual superior a 10C); el periodo con riesgo de heladas (criterio de Emberger: número de meses con una temperatura media de las mínimas menor de 7C); los valores de las temperaturas mínimas absolutas invernales y la frecuencia de las heladas primaverales (tabla 4). La información estadística utilizada está recogida en el Atlas Climático de la Comunidad Valenciana (Pérez Cueva, 1994).

El **riesgo de inundación (I)** refleja la frecuencia aproximada de inundaciones ocasionales originadas por precipitaciones de carácter torrencial (tabla 5). Hemos utilizado el criterio mixto geomorfológico-histórico establecido

para elaborar la Cartografía Geocientífica de las provincias de Castellón, Valencia y Alicante (Cendrero et al., 1986).

La gradación del parámetro **espesor efectivo (X)** refleja la mayor o menor capacidad edáfica para proporcionar un medio más o menos adecuado para el desarrollo de las raíces, retener el agua disponible y suministrar los nutrientes existentes a la vegetación (tabla 6).

La gradación del parámetro **afloramientos rocosos (R)** se ha realizado en función de las dificultades que el factor puede imponer al aprovechamiento agrario, especialmente las limitaciones al uso de maquinaria (tabla 7). En letras minúsculas indicamos la distancia entre los afloramientos (tabla 8), según los criterios establecidos por FAO (1990). En la **pedregosidad (G)** se han considerado dos formas distintas: superficial o en la zona de desarrollo radicular. En el primer caso, los diferentes grados reflejan las mayores o menores dificultades que el factor impone al laboreo o al uso de maquinaria. En el segundo caso, hemos

Tabla 4. Condiciones térmicas (C). Gradación del parámetro.

C1.Condiciones térmicas muy adecuadas.	
Periodo vegetativo continuo o largo (estación vegetativa superior a 10 meses).	
Riesgo de heladas nulo o inferior a 3 meses.	
Las temperaturas mínimas absolutas invernales no son inferiores a -4°C.	
Heladas primaverales muy poco frecuentes.	
C2.Condiciones térmicas moderadamente adecuadas.	
Periodo vegetativo medio (estación vegetativa entre 8 y 9 meses).	
Riesgo de heladas entre 4 y 5 meses.	
Las temperaturas mínimas absolutas invernales con frecuencia son inferiores a -5°C.	
Heladas primaverales frecuentes.	
C3.Condiciones térmicas poco adecuadas.	
Periodo vegetativo corto (estación vegetativa inferior a 7 meses).	
Riesgo de heladas superior a 6 meses.	
Las temperaturas mínimas absolutas invernales con frecuencia son inferiores a -10°C.	
Heladas primaverales muy frecuentes.	

Tabla 5. Riesgo de inundación (I). Gradación del parámetro.

I0	Áreas estacional o permanentemente inundadas.
I1	Riesgo bajo. Frecuencia de inundaciones en periodos de tiempo superiores a 25 años.
I2	Riesgo medio. Frecuencia de inundaciones en periodos de tiempo de 10 a 25 años.
I3	Riesgo alto. Frecuencia de inundaciones en periodos de tiempo inferiores a 10 años.

Tabla 6. Espesor efectivo (X). Gradación del parámetro.

X1	Profundo. Ausencia de limitaciones. Alta disponibilidad para el enraizamiento.	>90 cm
X2	Moderadamente profundo. Limitaciones débiles. Mediana disponibilidad para el enraizamiento.	50-90 cm
X3	Somero. Limitaciones moderadas. Baja disponibilidad para el enraizamiento.	30-50 cm
X4	Poco profundo. Limitaciones severas. Muy baja disponibilidad para el enraizamiento.	10-30 cm
X5	Muy poco profundo. Limitaciones muy severas. Muy escasa disponibilidad para el enraizamiento.	<10 cm

Tabla 7. Afloramientos rocosos (R). Gradación del parámetro.

R1	Ausencia o muy escasos. Ausencia de limitaciones para cualquier tipo de uso.	<2%
R2	Escasos. Limitaciones ligeras. No impide el uso de maquinaria.	2-5%
R3	Frecuentes. Limitaciones moderadas. Impide el uso de maquinaria pesada.	5-15%
R4	Numerosos. Limitaciones severas. Serias dificultades para la utilización de maquinaria ligera.	15-40%
R5	Abundantes. Limitaciones graves. Imposible el uso de maquinaria.	40-80%
R6	Dominantes. Limitaciones muy graves.	>80%

Tabla 8. Distancia entre los afloramientos rocosos.

Clase a >50 m	Clase b 20-50 m
Clase c 5-20 m	Clase d 2-5 m
Clase e <2 m	

considerado sus repercusiones en las propiedades físicas del suelo (tabla 9).

Las **propiedades químicas (Q)** muestran (tabla 10) la mayor o menor fertilidad química del suelo, valorando conjuntamente el contenido en materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el pH y los porcentajes de carbonato cálcico y de caliza activa, adaptando los valores establecidos por Sánchez *et al.* (1984).

El parámetro **hidromorfía (H)** analiza el tipo de drenaje, reflejando la mayor o menor saturación con agua del suelo, independientemente de la frecuencia y duración de los periodos de saturación (tabla 11). En la **clase textural (T)** establecemos la gradación del parámetro en función de las propiedades y características texturales (v. gr., mayor o menor capacidad para almacenar nutrientes, facilidad para el laboreo o tasa de infiltración) que condicionan el comportamiento del suelo (tabla 12).

La gradación de los parámetros **salinidad actual (S)** y **alcalinidad actual (N)** se ha realizado en función de los efectos, más o menos limitantes, que sobre la actividad agraria tiene la mayor o menor presencia de sales más solubles que el yeso o del ión sodio. En el primer caso, la valoración, en los primeros 30 cm superficiales del suelo, se realiza por medio de la CEE (a 25C) del extracto de pasta saturada (tabla 13). En el segundo caso, la estimación se realiza en base a la Relación de Absorción de Sodio (tabla 14).

El **riesgo de salinización o alcalinización (RS/RN)** es un parámetro valorado cualitativamente en función de la posición topográfica, la profundidad de la capa freática, el mantenimiento de la red de riego y drenaje, las necesidades de lavado y la calidad agronómica del agua de riego, atributos utilizados por Boixadera y Porta (1991) en su propuesta metodológica (tabla 15).

En la **vulnerabilidad del suelo a la contaminación (V)** la gradación del parámetro se realiza de acuerdo a los planteamientos establecidos por Schmidt (1991), modificados para el

ámbito mediterráneo por Sánchez y Añó (1993). La valoración se establece en función del contenido en arcilla, el contenido en materia orgánica, la clase textural (atributos que reflejan la capacidad de adsorción del horizonte A), la capacidad de retención de agua (indicador del potencial de lixiviación) y la pendiente que muestra la mayor o menor movilidad de las sustancias químicas por escorrentía superficial (tabla 16).

El **grado de erosión actual (Ea)** expresa la pérdida aproximada de suelo en función de las condiciones ambientales actuales. El **riesgo de erosión potencial (Ep)** refleja la pérdida probable de suelo si cambian algunas de las condiciones que influyen en el proceso (erosionabilidad potencial del suelo, desaparición de la cobertura vegetal existente y abandono de las prácticas de conservación). La valoración (tabla 17) se realiza cuantitativamente aplicando la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978), modificada para el ámbito mediterráneo por Rubio *et al.* (1984). También reflejamos una valoración cualitativa, analizando los aspectos morfológicos en que se traducen los procesos erosivos y considerando, para cada tipo, el porcentaje de ocupación superficial (tabla 18).

Por tanto, el comportamiento del suelo en cada una de las unidades cartográficas queda plasmado en el grado asignado individualmente a los distintos parámetros, de los cuales unos condicionarán la mayor o menor capacidad productiva del suelo, caracterizando el Indicador de Capacidad, y otros, inducidos por la actividad antrópica, podrán ser responsables de la pérdida o disminución del potencial edáfico, configurando el Indicador de Vulnerabilidad.

Los parámetros pendiente (P-P<sup>o</sup>), disponibilidad de agua para las plantas (Dh), condiciones térmicas (C), riesgo de inundación (I), espesor efectivo del suelo (X), afloramientos rocosos (R), pedregosidad superficial o en la zona radicular (G), propiedades químicas (Q), hidromorfía (H), clase textural (T), salinidad actual (S), alcalinidad (N) y grado de

Tabla 9. Pedregosidad superficial/zona radicular (G). Gradación del parámetro.

G1	Ausencia o escasa. Sin limitaciones. No dificulta el laboreo del suelo.	<5%
G2	Frecuente. Limitaciones débiles. Leves dificultades en la utilización de maquinaria.	5-15%
G3	Numerosa. Limitaciones moderadas. Moderadas dificultades en la utilización de maquinaria.	15-40%
G4	Abundante. Limitaciones severas. Graves dificultades en la utilización de maquinaria.	40-80%
G5	Dominante. Limitaciones muy severas. Pavimento pedregoso.	>80%

Tabla 10. Propiedades químicas (Q). Gradación del parámetro.

Q1. Propiedades Químicas Muy Adecuadas.				
M.O. (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Cal. Act. (%)	C.I.C. (cmol+/kg)	pH
>2	10-20	<5	>20	6.1-7.8
Q2. Propiedades Químicas Adecuadas.				
M.O. (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Cal. Act. (%)	C.I.C. (cmol+/kg)	pH
1-2	20-30	5-10	10-20	5.5-6.1/7.8-8.5
Q3. Propiedades Químicas Inadecuadas.				
M.O. (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Cal. Act. (%)	C.I.C. (cmol+/kg)	pH
<1	30-50	10-15	<10	<5.5/>8.5

Tabla 11. Hidromorfía (H). Gradación del parámetro.

H1	Suelos bien drenados. Presencia de propiedades hidromórficas a una profundidad superior a 50 cm a partir de la superficie.
H2	Suelos moderadamente bien drenados. Presencia de propiedades hidromórficas a una profundidad entre 30-50 cm a partir de la superficie.
H3	Suelos imperfectamente drenados. Presencia de propiedades hidromórficas a una profundidad inferior a 30 cm a partir de la superficie.

Tabla 12. Clases texturales (T). Gradación del parámetro.

T1.Franco-arcillosa	T2.Franco-arcillo-limosa	T2.Franco-arcillo-arenosa
T3.Arcillo-limosa	T3.Arcillo-arenosa	T4.Arcillosa
T5.Franco-limosa	T6.Franca	T7.Franco-arenosa
T8.Limosa	T9.Arenosa	

Tabla 13. Salinidad actual (S). Gradación del parámetro.

S1	Muy baja. Ninguna limitación.	<2 dS/m a 25°C
S2	Baja. Limitaciones ligeras.	2-4 dS/m a 25°C
S3	Moderada. Limitaciones moderadas. Los cultivos muy sensibles son afectados.	4-8 dS/m a 25°C
S4	Alta. Limitaciones severas. Saladares, desarrollo exclusivo de vegetación natural.	8-16 dS/m a 25°C
S5	Muy alta. Limitaciones muy severas. Salinas.	>16 dS/m a 25°C

Tabla 14. Alcalinidad actual (N). Gradación del parámetro.

N1	Muy baja. Ninguna limitación.	RAS <5
N2	Baja. Limitaciones muy débiles.	RAS 5-8
N3	Moderada. Limitaciones ligeras.	RAS 8-11
N4	Alta. Efectos negativos.	RAS 11-15
N5	Muy alta. Efectos muy negativos.	RAS >15

Tabla 15. Riesgo de salinización o alcalinización (RS/RN). Gradación.

RS1-RN1. Riesgo de salinización o alcalinización bajo.
Presencia de una capa freática salina (>150 cm) que no afecta a los suelos durante todo el año. Mantenimiento muy adecuado de la red de riego y drenaje. Óptima nivelación del terreno a regar. Las necesidades de lavado, satisfechas por el riego, son pequeñas evitando la acumulación de sales. Ausencia de riesgo de toxicidad por Na, Cl o B.
RS2-RN2. Riesgo de salinización o alcalinización moderado
Presencia de una capa freática salina entre 100 y 150 cm. Mantenimiento adecuado de la red de riego y drenaje. Adecuada nivelación del terreno a regar. Las necesidades de lavado, elevadas, no son cubiertas totalmente por el riego; es previsible un incremento de la salinidad. RAS del suelo entre 10 y 15. Riesgo ligero de toxicidad por Na, Cl o B.
RS3-RN3. Riesgo de salinización o alcalinización alto
Presencia de una capa freática salina a menos de 100 cm. Mantenimiento inadecuado de la red de riego y drenaje. Deficiente nivelación del terreno a regar. Necesidades de lavado muy elevadas que son imposibles de cubrir por el riego normal; es previsible un incremento elevado de la salinidad. RAS del suelo >15. Riesgo medio o alto de toxicidad por Na, Cl o B.

Tabla 16. Vulnerabilidad del suelo a la contaminación. Gradación.

V1. Vulnerabilidad a la contaminación baja				
Arcilla(%)	M.O.(%)	Textura	Cap.Ret.(mm)	P (%)
>18	>4	T3/T4	>200	<3
V2. Vulnerabilidad a la contaminación moderada				
Arcilla(%)	M.O.(%)	Textura	Cap.Ret.(mm)	P (%)
8-18	1.5-4	T5/T7	100-200	3-7
V3. Vulnerabilidad a la contaminación alta				
Arcilla(%)	M.O.(%)	Textura	Cap.Ret.(mm)	P (%)
<8	<1.5	T8/T9	<100	>7

Tabla 17. Grado de erosión actual (Ea). Riesgo de erosión potencial (Ep). Gradación.

Ea1-Ep1	Bajo	<5 t/ha/año
Ea2-Ep2	Ligero	5-10 t/ha/año
Ea3-Ep3	Moderado	10-25 t/ha/año
Ea4-Ep4	Acusado	25-50 t/ha/año
Ea5-Ep5	Alto	50-100 t/ha/año
Ea6-Ep6	Muy alto	>100 t/ha/año
E7	----	Fase lítica

Tabla 18. Valoración cualitativa de la morfología erosiva. Porcentaje superficial.

L.Laminar	S.Surcos	C.Cárcavas
D.Desplazamientos en masa	B.Abarrancamientos	
0.Ausencia: 0%	1.Ocasional: <10%	2.Frecuente: 10-30%
3.Muy Frecuente: 30-50%	4.Abundancia: 50-80%	5.Dominancia: >80%

erosión hídrica actual (Ea) constituyen el **Indicador de Capacidad** que reflejará, en función de la actuación específica de cada uno de los atributos que integran el Indicador, la vocación intrínseca del medio edáfico que permitirá o limitará el uso agrario, por tanto condicionando, en combinación con el Indicador de Vulnerabilidad, el tipo de propuesta final de utilización del suelo. A partir de los valores establecidos en cada uno de los parámetros que componen el Indicador diferenciamos (en función del grado máximo que pueden alcanzar los parámetros) entre Capacidad Muy Elevada, Capacidad Elevada, Capacidad Moderada, Capacidad Baja y Capacidad Muy Baja:

- **Capacidad Muy Elevada (C1):** los parámetros nunca superan el grado 1, a excepción de la clase textural, las propiedades químicas,

la pedregosidad superficial/zona radicular y el riesgo de inundación que pueden alcanzar el grado 2.

- **Capacidad Elevada (C2):** los parámetros nunca superan el grado 2, a excepción de la clase textural, la pedregosidad superficial/zona radicular y el riesgo de inundación que pueden alcanzar el grado 3.

- **Capacidad Moderada (C3):** los parámetros no superan el grado 3, excepto la pedregosidad superficial/zona radicular y la clase textural que pueden alcanzar, respectivamente, el grado 4 y el 7.

- **Capacidad Baja (C4):** el grado de los parámetros que determinan el Indicador (pendiente, espesor efectivo, afloramientos rocosos, pedregosidad superficial/zona radicular, erosión hídrica actual, salinidad o alcalinidad

actual y clase textural arenosa) oscilan entre 3 y 4, excepto la granulometría y la pendiente que pueden alcanzar, respectivamente, el grado 9 y 5. El valor establecido en el resto de parámetros no condicionan el carácter del Indicador.

- **Capacidad Muy Baja (C5):** los parámetros que determinan el Indicador (pendiente, espesor efectivo, afloramientos rocosos, pedregosidad superficial/zona radicular, erosión hídrica actual, salinidad o alcalinidad actual y clase textural arenosa) alcanzan o superan, en un número superior a dos, el grado 5. Los valores establecidos en el resto de parámetros no intervienen en la caracterización del Indicador.

Los parámetros riesgo de erosión potencial (Ep), riesgo de salinización o alcalinización (RS/RN) y susceptibilidad del suelo a la contaminación (V), configuran el **Indicador de Vulnerabilidad**. Este Indicador muestra la facilidad con que las actividades antrópicas, por prácticas inadecuadas o la ausencia de medidas efectivas de control, pueden modificar las propiedades edáficas y disminuir o deteriorar las funciones ecológicas o agronómicas (protección frente a procesos exógenos, producción de biomasa, etc.) que un determinado tipo de suelo puede llegar a desarrollar. En función de los valores establecidos en cada uno de los tres parámetros diferenciamos entre Vulnerabilidad Baja, Vulnerabilidad Moderada y Vulnerabilidad Alta, cada uno de los cuales determinará niveles distintos de protección del suelo:

- **Vulnerabilidad Baja (V1):** el riesgo de salinización o alcalinización (RS-RN), la susceptibilidad de los suelos a la contaminación (V) y/o el riesgo de erosión potencial (Ep) es bajo, plasmado, respectivamente, en los grados RS1-RN1, V1 y Ep2/3.

- **Vulnerabilidad Moderada (V2):** el riesgo de salinización o alcalinización (RS-RN), la susceptibilidad de los suelos a la contaminación (V) y/o el riesgo de erosión potencial (Ep) es moderado, reflejado, respectivamente, en los grados RS2-RN2, V2 y Ep4.

- **Vulnerabilidad Alta (V3):** el riesgo de salinización o alcalinización (RS-RN), la sus-

ceptibilidad de los suelos a la contaminación (V) y/o el riesgo de erosión potencial (Ep) es alto o muy alto, reflejado, respectivamente, en los grados RS3-RN3, V3 y Ep5/6.

## CONCLUSIONES

La valoración de las características intrínsecas y extrínsecas del suelo, representadas en los parámetros que se han descrito, permite un primer acercamiento (reflejado en valores cuantitativos o cualitativos) a la capacidad del suelo y a sus limitaciones actuales y potenciales. En esta aproximación inicial, a diferencia de algunas metodologías tradicionales, integramos todos los parámetros seleccionados, presentando los valores de todos los factores que hemos considerado. Así, evitamos la pérdida de información, ofreciendo al usuario de la evaluación todos los datos básicos obtenidos durante el proceso evaluador. Además, el análisis pormenorizado de cada uno de los parámetros, reflejado en valores individuales, permite determinar cual de todos ellos condiciona un nivel concreto de capacidad o de vulnerabilidad.

La incorporación de los Indicadores de Capacidad y de Vulnerabilidad en la leyenda de los mapas de suelos permite interpretar toda la información utilizada para evaluar una unidad cartográfica, clasificando el espacio rural en unidades homogéneas con un funcionamiento uniforme, mostrando la ausencia o presencia de rasgos limitantes y, en su caso, determinando la naturaleza de las propiedades desfavorables. Esta secuencia metodológica se ha aplicado (Añó, 1996) a partir de los mapas de suelos de tres sectores que representan el territorio valenciano, caracterizando, cada uno de ellos, unas condiciones biofísicas y una problemática socioeconómica diferente: Chelva (Rubio et al., 1995a), Villar del Arzobispo (Rubio et al., 1995b) y Sagunto (Rubio et al., 1995c).

En última instancia, la utilización final del suelo está condicionada por factores políticos, culturales, económicos o sociológicos. La pla-

nificación afronta objetivos diferentes, por regla general incompatibles entre ellos, y, en función de la ideología política dominante, con distintos grados de prioridad (Thornley, 1991). Por tanto, de la distribución y del ejercicio del poder político dependerá que la planificación se constituya en un proceso racional de toma de decisiones a través del cual se asignan los usos óptimos del territorio. Sin embargo, el conocimiento de la capacidad y vulnerabilidad del recurso suelo es un requisito previo para poder planificar adecuadamente el desarrollo equilibrado y sostenible de las actividades productivas, aportando un tipo de información útil para poder valorar los usos previstos o facilitar la toma posterior de decisiones que afecten directamente a la gestión del medio edáfico.

## REFERENCIAS

- Añó, C. (1996). Metodología de evaluación de suelos para el ámbito mediterráneo. Servicio de Publicaciones de la Universitat de València. Valencia. 200 pp.
- 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. Monografías 3, Madrid. 151 pp.
- Bouma, J. (1989). Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Advances in Soil Science* **9**, 177-213.
- Burnham, C.P. (1986). Classification and maps of soils and their interpretation for planners. En Last, F.T.; Hotz, M.C.B. & Bell, B.G.(ed), *Land and its uses - Actual and potential. An environmental appraisal*. Plenum Press, New York, 89-108.
- Cendrero, A., Nieto, M., Robles, F., Sánchez, J., Díaz de Terán, J.R., Francés, E., González-Lastra, J.R., Boluda, R., Garay, P., Gutiérrez, G., Jiménez, J., Martínez, V., Molina M.J., Obartí, J., Pérez, A., Pons, V., Santoyo, A. & Stubing, G. (1986). Mapa Geocientífico de la provincia de Valencia. Diputación Provincial de Valencia. Valencia. 71 pp.
- Davidson, D.A. (1992). *The evaluation of Land Resources*. Longman. Londres. 198 pp.
- Dudal, R. (1987). The role of pedology in meeting the increasing demands on soils. *Soil Survey and Land Evaluation* **7** (2), 101-110.
- Dumanski, J. (1993). Strategies and opportunities for soil survey information and research. *ITC. Journal* **1**, 36-41.
- FAO. (1990). *Guidelines for soil profile description*. FAO. Roma. 70 pp.
- Ibáñez, J.J., Zinck, A.J. & Jiménez, R. (1993). Soil survey: old and new challenges. *ITC. Journal* **1**, 7-13.
- Pérez Cueva, A.J. (1994). Atlas Climático de la Comunidad Valenciana (1961-1990). Conselleria d'Obres Públiques i Transports. Generalitat Valenciana. Valencia. 205 pp.
- Rubio, J.L., Sánchez, J., Sanroque, P. & Molina, M.J. (1984). Metodología de evaluación de la erosión hídrica en suelos del área mediterránea. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Madrid, 827-836.
- Rubio, J.L., Sánchez, J. & Forteza, J. (1995a). Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana. Chelva (666). Generalitat Valenciana. Valencia. 133 pp.
- Rubio, J.L., Sánchez, J. & Forteza, J. (1995b). Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana. Villar del Arzobispo (667). Generalitat Valenciana. Valencia. 144 pp.
- Rubio, J.L., Sánchez, J. & Forteza, J. (1995c). Proyecto LUCDEME. Mapa de suelos de la Comunidad Valenciana. Sagunto (668). Generalitat Valenciana. València.
- Sánchez, J. & Añó, C. (1993). Metodología de capacidad de uso para la planificación de usos del suelo en el ámbito mediterráneo. XII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Salamanca, 1391-1398.
- Sánchez, J., Rubio, J.L., Martínez, V. & Antolín, C. (1984). Metodología de capacidad de Uso de los suelos para la cuenca mediterránea. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Madrid, 937-948.

- Schmidt, R. (1991). Soil vulnerability assessment and chemical soil degradation in eastern Germany. En: Batjes, N. & Bridges, E. (ed.), Proceedings of the International Workshop on Mapping of Soil and Terrain Vulnerability to Specified Chemical Compounds in Europe at a scale of 1:5M. ISRIC, Wageningen, 77-81.
- Thornley, A. (1991). Urban planning under Thatcherism: the challenge of the market. Routledge. Londres.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA *Agric. Handbook* 537, Washington. 58 pp.
- Zinck, J.A. (1993). Introduction. *ITC Journal* 1, 2-6.