

# DEGRADACION, SUSCEPTIBILIDAD Y TOLERANCIA A LA EROSION DE LOS SUELOS EN ANDALUCIA\*

José Manuel MOREIRA MADUEÑO\*\*

## 1. INTRODUCCION

En regiones como Andalucía donde el proceso de ocupación del espacio posee una historia milenaria gran parte de los suelos con potencial agrícola están ya en producción, e incluso ciertas partes del territorio, no pequeñas en nuestro caso, han sido abandonadas agrícolamente tras haber sufrido un uso inapropiado.

Por otra parte la gran importancia de la superficie agraria de Andalucía, hace que la conservación del recurso natural primario que es el suelo sea algo trascendental, debido a que la estabilidad de la productividad agrícola descansa sobre el mantenimiento de la calidad de dichos suelos y no en la puesta en cultivo de nuevas tierras.

Es evidente además, que la mejora de los suelos a través de medios artificiales no ha alcanzado grandes proporciones en Andalucía, antes bien, hay extensas zonas donde este recurso ha sufrido, sufre y sufrirá graves deterioros en sus cualidades de fertilidad natural de no mediar una clara estrategia de conservación.

## 2. LA DEGRADACION DE LOS SUELOS

Del conjunto de procesos que participan en mayor o menor medida en la degradación de la fertilidad de las tierras (erosión hídrica, eólica, pérdida de estructura, salinización, acidificación, contaminación y fenómenos erosivos puntuales)

\* El presente artículo constituye un avance de los trabajos que el autor desarrolla como Tesis doctoral titulada: "La degradación de los suelos en el valle central del Guadalquivir. Su influencia en el uso y gestión de las Tierras", bajo la dirección del Prof. Diego de la Rosa Acosta.

\*\* Jefe de la Sección de Reconocimiento y Evaluación de Tierras. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

es, sin lugar a dudas, la erosión hídrica la que afecta principalmente a la región andaluza, la cual presenta algunas zonas donde la pérdida de suelos ha alcanzado niveles que permiten hablar de una verdadera desertificación en el sentido acuñado por la Conferencia de Nairobi (1977). La gravedad del problema en estas áreas llevó a incluirlas dentro del proyecto “LUCDEME” (Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo) en el que se presta una especial atención a los factores que condicionan la desertificación y las técnicas más apropiadas para contrarrestarla.

La erosión de los suelos constituye un fenómeno general que se cierne sobre toda Andalucía y especialmente es problemática en aquellas tierras sometidas a uso agrícola. Los principales sectores que suscitan preocupación están ubicados en Andalucía Oriental (Almería, Granada, Jaén), aunque ciertas zonas del resto de las provincias sufren también procesos de degradación que no por menos aparatosos son menos importantes. Será a estos fenómenos de degradación por erosión a los que se prestará mayor atención en el presente artículo, si bien es preciso mencionar aquí diferentes procesos por los que se producen importantes pérdidas de suelos en la región.

El deterioro de los suelos se produce frecuentemente después de un uso intenso/excesivo, lo cual da lugar a una pérdida de materia orgánica, descendiendo la fertilidad del suelo y degradándose igualmente su estructura. Estos fenómenos de pérdida de estructura y compactación están presentes en numerosas zonas de Andalucía.

La salinización es algo que afecta esencialmente a los suelos de marismas, supuestamente “rescatados” al medio natural para el regadío, y que en no pocas ocasiones se cobra un fuerte impuesto (ej.: marismas del Guadalete); pero afecta asimismo a amplias zonas del Subbético dado el elevado contenido en sales de algunos de sus materiales (Ej.: margas triásicas).

Tampoco resultan desconocidos los procesos de degradación vinculados, ante todo, al excesivo uso de fertilizantes y al descontrol en el empleo del riego que lleva a un lavado de los suelos y da lugar, con frecuencia, a su acidificación.

En otras ocasiones, el suelo sufre los ataques directos de una mala gestión territorial que lleva a evacuar desechos, escombros, etc., en zonas de condiciones adecuadas para la producción agrícola, ocasionando además problemas de contaminación con productos tóxicos de naturaleza orgánica e inorgánica presentes en ciertos vertidos. A ellos se suman la acumulación de residuos de pesticidas y otros contaminantes que pueden ocasionar graves daños a la producción agrícola y a la salud de los consumidores.

Hechos que se podrían considerar en principio puntuales, como es el caso de la destrucción de suelos agrícolas por los núcleos poblacionales y sus entornos, adquieren en Andalucía una extraordinaria importancia debido a que su red urbana posee una gran cobertura espacial y a que se ha buscado siempre el emplazamiento cercano a las tierras más fértiles. Con el proceso de expansión poblacional, el nacimiento de fenómenos urbanísticos de segunda residencia y el turismo de masas, el deterioro de las mejores tierras para la producción adquiere unos matices realmente alarmantes.

Ante este panorama que afecta a la productividad de las tierras, las medidas correctivas o preventivas son prácticamente inexistentes en Andalucía y sólo se han tomado en contadas ocasiones tras sufrir algunos de estos procesos por un tiempo prolongado. Esto seguirá siendo así mientras se considere que la productividad agrícola puede ser mantenida artificialmente y no se preste la atención adecuada a la calidad natural de los suelos y a la estrategia óptima para su desarrollo y conservación.

Se podría resumir la influencia teórica que el uso de las tierras agrícolas ha tenido o puede tener en la evaluación del recurso natural que es el suelo en Andalucía, del siguiente modo:

### ***En los últimos 100 años***

1. Mejora de las variedades de especies cultivadas, abonado y modos de gestión que han llevado a un alza continua de los rendimientos.
2. Aumento de las inversiones económicas en mano de obra, pesticidas, abonos, mecanización.
3. Se mantiene la fertilidad natural de los suelos artificialmente para que estos resistan el monocultivo intensivo (cultivos industriales).
4. Abandono de tierras marginales y densificación de los cultivos en las mejores tierras.
5. Intensificación del regadío en las zonas aptas para el mismo.
6. La expansión urbanística absorbe tierras de primera calidad, pero este fenómeno ha sido compensado por los avances técnicos en los cultivos y en su manejo.
7. Empleo de sistemas de rotación de cultivos que no agotan las tierras al proporcionar una utilización mixta.

### ***En los próximos 100 años***

1. Intensificación de los procesos de mejora.
2. Como consecuencia de la elevación de los costes de la energía, algunas fuentes tradicionales habrán de ser abandonadas.
3. Los abusos en el uso de fertilizantes y productos químicos pueden ocasionar contaminación de suelos y perjuicios a la salud de los consumidores.
4. Las tierras marginales podrían volver a ser utilizadas para responder a la demanda de productos alimenticios, fibras vegetales o animales y solución de problemas de empleo rural.
5. El regadío podría bajar rentabilidad ya que las tierras cultivadas podrían bajar su fertilidad.
6. Comienza a notarse la escasez de tierras de primera calidad, sustituidas por suelos de menor potencial productivo.
7. Intensificación de los monocultivos especializados que conllevarán elevados riesgos de degradación del suelo, amén de riesgos económicos importantes.

De producirse una evolución similar a la mencionada, no cabe lugar a dudas que un proceso, como es el de la pérdida o degradación de suelos agrícolas por erosión, (hídrica fundamentalmente) alcanzará un protagonismo e importancia excepcional.

### **3. PROBLEMAS DE LA EROSION DE LOS SUELOS EN ANDALUCIA**

Si bien es cierto, que la “Erosión” se convierte anualmente en España (y más aún en Andalucía) en protagonista de titulares y artículos periodísticos sobre esta problemática, evidentemente acuciante en algunas zonas, no lo es menos que el protagonismo se vincula a coyunturas muy específicas, como pueden ser la celebración del día mundial del medio ambiente, el día mundial forestal, etc. En la mente de todos están titulares como: “La mitad de España será un desierto” (Diario Informaciones, 21 marzo 1979), “Media España en proceso de desertización” (La Vanguardia, 28 de julio de 1978), “La España que se va al mar. Un Gibraltar todos los años”, (El País, 6 de septiembre de 1979), que hacen especial hincapié en los peligros de pérdidas por erosión que sufren zonas como el Levante y el Sureste del país y que se vinculan específicamente al problema de la deforestación y a las peculiares características climáticas que estos lugares presentan.

Por otra parte se hace palpable un desconocimiento, por los habitantes y usuarios de un terreno, de qué es la erosión y qué significa o puede significar la misma. Una encuesta acerca de la problemática medioambiental en Andalucía solicitaba información a todos los municipios de la región sobre la distribución de la intensidad erosiva (CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE, 1978). Del análisis de las respuestas facilitadas se puede deducir que el término erosión-pérdida de suelos agrícolas, se sobreentendía en numerosos casos como desaparición de zonas de cultivo (creación de urbanizaciones, infraestructuras, etc.), quedando esta encuesta como una muestra de la falta de información existente.

No obstante un hecho, como el que se realice una encuesta abierta a los Ayuntamientos, por parte de un organismo oficial, para conocer el grado de distribución de la intensidad erosiva en Andalucía, evidencia la carencia de datos de carácter técnico o científico para abordar con un mínimo de seriedad el tema de la erosión en la región.

La celebración de diversas jornadas científicas sobre el problema de la erosión (Almería, 1980) y sobre el desarrollo de los trabajos vinculados al denominando proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo) están poniendo las bases de un conocimiento científico del problema de la erosión en Andalucía. No obstante, hasta el momento presente, los trabajos efectuados, que delimitan paisajes erosivos en el Este de Andalucía (I.C.O.N.A., 1982) y en el Valle del Guadalquivir (I.C.O.N.A., 1983), tienden a considerar la erosión vinculada, con preferencia, a la ordenación de cuencas y a las repoblaciones y construcciones de diques y embalses en las mismas. Se deja, así, marginado un tema de trascendental importancia para la economía de la región, la degradación de los suelos y la gestión de los usos agrícolas en relación con dicha degradación. En este sentido el hecho de que el proyecto LUCDEME tenga como marco de actuación el Sureste español y soslaye tierras de elevado valor agrícola en zonas del Valle del Guadalquivir, sometidas a procesos de degradación evidentes (Córdoba, Jaén), es una muestra de que el análisis de la erosión se sigue efectuando atendiendo a la aparatosidad de los fenómenos.

Sin embargo, y a pesar de este interés por estudios de erosión, que podríamos denominar actual, (analizada a través de fotogramas aéreos de fechas diferentes o simplemente por observación de los diferentes paisajes según su estado frente a la erosión), salta a la vista un hecho: la inexistencia de unas bases, al menos empíricas, en las que fundamentar estos estudios. Es así, como los numerosos trabajos del "U.S. Conservation Service" y en particular los estudios de WISCHMEIER (Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, U.S.L.E., 1958), han sido utilizados y asimilados a nuestras condiciones ambientales sin que, a través de una mínima experimentación sobre el terreno, se haya demostrado su validez.

En este sentido, hay autores (HUDSON, 1982) que advierten sobre las disparidades que surgen al aplicar la U.S.L.E. en condiciones ambientales diferentes a las utilizadas para definirla. Por consiguiente hemos de dejar bien claro que cualquier cifra sobre la erosión de suelos que sea aducida sin el acompañamiento de pruebas experimentales sobre parcelas piloto, habrá de ser considerada sólo como un indicador comparativo con respecto a otras zonas analizadas con la misma metodología. Llegados a este punto conviene precisar que los únicos datos "reales" sobre erosión de suelos que se conocen para Andalucía pueden ser obtenidos, de modo indirecto, a través de los estudios que sobre reconocimientos batimétricos de embalses efectúa la Dirección General de Obras Hidráulicas del M.O.P.U. No obstante, y siendo éste un dato significativo, hay que considerar que se ha de extender a toda una cuenca, con lo que esto significa de enmascaramiento de situaciones específicas.

**CUADRO I**  
**SITUACION DE NIVELES DE ATERRAMIENTOS EN**  
**DISTINTOS EMBALSES ANDALUCES**

Embalse	Superficie cuenca (km <sup>2</sup> )	Capacidad inicial (Hm <sup>3</sup> )	Capacidad medida (Hm <sup>3</sup> )	Aportación Sedimentos (Tm/ha/año)
La Bolera (Jaén) .....	232,0	55,0	53,18	8,4
Guadalén (Jaén) .....	1.281,0	177,0	163,34	3,6
La Breña (Córdoba) .....	1.480,0	115,0	103,12	2,2
Tranco Beas (Jaén) .....	558,0	—	—	22,7
Doña Aldonza (Jaén) .....	8.709,0	—	—	4,0
Pedro Marín (Jaén) .....	9.162,0	—	—	2,9
Bornos (Cádiz) .....	1.361,0	—	—	22,3
Los Hurones (Cádiz) .....	329,4	—	—	9,6
Guadalcaacín (Cádiz) .....	680,0	—	—	6,8

Fuente: Dirección General de Obras Hidráulicas, 1980.

Hay que añadir que tampoco se contabilizan los sólidos en suspensión que pasan los desagües de las presas y otros tipos de acarreo depositados en diversas zonas de la cuenca, por lo que la idea que se obtiene de estos datos sobre la erosión no deja de ser un pequeño indicador de una situación a todas luces desconocida.

Este desconocimiento se ha pretendido paliar a través de sencillos análisis como el de la degradación específica de las cuencas (FOURNIER, 1969), los cuales sólo pueden dar una noción de erosión a escalas muy globales (varios miles de kilómetros cuadrados).

Es indudable que la aplicación de métodos más precisos como la ecuación universal de pérdida de suelo, necesita de una gran información sobre los procesos erosivos en una zona determinada. Evidentemente este no es el caso de Andalucía, donde sería preciso un programa de investigación masivo y a largo plazo para poder aplicar, con visos de realidad, los principios básicos de la ecuación. Sin embargo y quizás es lo más importante a captar, la determinación de unos principios básicos, por la U.S.L.E., que cualifican el proceso de la erosión permite su aplicación en zonas que necesitan, desesperadamente algunas indicaciones de trabajo para conseguir los mismos objetivos sobre predicción de erosión, caso de Andalucía. Con esta posición lo más importante es emplear cualquier información disponible, dejando siempre el campo abierto a mejoras que la investigación vaya suministrando.

#### 4. PRECISIONES CONCEPTUALES SOBRE LA EROSION. APLICACION A SUELOS-TIPO DE ANDALUCIA

Partiendo de premisas de limitación en cuanto a resultados, como las mencionadas, caben diversos planteamientos del análisis del problema de la erosión en la región. Uno de ellos se vincula al estudio de lo que denominamos anteriormente erosión actual, que será medida o pronosticada por diferentes métodos y posteriormente cartografiada. Es el caso de los estudios emprendidos por I.C.O.N.A. dentro del proyecto LUCDEME (I.C.O.N.A., 1982), que resultan de evidente utilidad a la hora de analizar posibles actuaciones de repoblación.

Pero cabe otra visión del fenómeno, que se vincula al análisis de la susceptibilidad de las tierras frente a la erosión. Llegados aquí para una más fácil comprensión de nuestro discurso, se hace necesario precisar diversos conceptos que son utilizados frecuentemente al hablar de la erosión sin una clara delimitación:

- **Pérdida de suelos:** Cantidad de material edáfico, expresada en unidad de peso por unidad de superficie, que es trasladada de lugar. No implica, por consiguiente desaparición del material.
- **Erosión actual:** Pronóstico o medida de la pérdida de suelos que exista en un determinado lugar, en el momento presente. Se expresa en las mismas unidades que el concepto anterior.
- **Erosión potencial:** Pronóstico de pérdida de material en un suelo como consecuencia de un cambio en su uso. Es, en cierto modo, una medida de erosión actual proyectada al futuro. Se expresa en unidades similares a las de los conceptos anteriores.



- **Erosividad:** Capacidad potencial de la lluvia para provocar la erosión. Es función de las características físicas de la lluvia (factor R de la U.S.L.E.).
- **Erodibilidad:** Concepto que expresa la influencia de las propiedades físicas y químicas de un suelo en la erosión, a través de la infiltración, permeabilidad, capacidad de retención de agua, etc. Se expresa en unidades de peso por unidades de superficie para situaciones estándar de morfología y uso (factor K de la U.S.L.E.).
- **Tolerancia a la erosión:** Peso de materia edáfica que el suelo puede perder sin merma de sus cualidades productivas, considerando un período de tiempo superior a los 100 años (LOMBARDI E BERTONI, 1975).
- **Susceptibilidad a la erosión o erosionabilidad:** Expresa el riesgo de degradación por erosión que puede sufrir una unidad de tierras<sup>1</sup>. Quedan incluidas aquí la erodibilidad del suelo, la erosividad de las lluvias, la erosión actual, la tolerancia a la erosión, así como el conjunto de factores que definen el concepto tierra (MOREIRA, 1983). Su expresión es siempre cualitativa.

Este concepto no es de fácil comprensión, puesto que no se puede asimilar a cantidades de material erosionable, como en los otros casos, sino que hace referencia al riesgo de degradación que puede sufrir una tierra en su situación de uso presente, o en el que poseerá en caso de cambiar las condiciones de uso de la misma. En este concepto intervienen numerosos elementos y factores que permiten ponderar los riesgos de degradación por erosión en que se encuentran los suelos.

Lo esencial en este segundo enfoque, hilo conductor de nuestras investigaciones, es que el análisis de la susceptibilidad a la erosión se realiza no directamente (como en el caso del análisis de erosión actual), sino a través de las variables que van a condicionar el proceso de erosión. En otras palabras, la erosión actual constituye un elemento más a considerar (pero no el más importante) en la delimitación de la susceptibilidad a la erosión. Ambos enfoques resultan, así, complementarios. Este acercamiento al problema de la erosión es, evidentemente

1. Tierra: zona de la superficie terrestre cuyas características abarcan todos los atributos estables o predeciblemente cíclicos de la biósfera, verticalmente por encima y por debajo de esta zona, incluyendo la atmósfera, el suelo, la geología, hidrogeología, población vegetal y animal y resultados de la actividad humana pasada y presente (F.A.O. 1976).



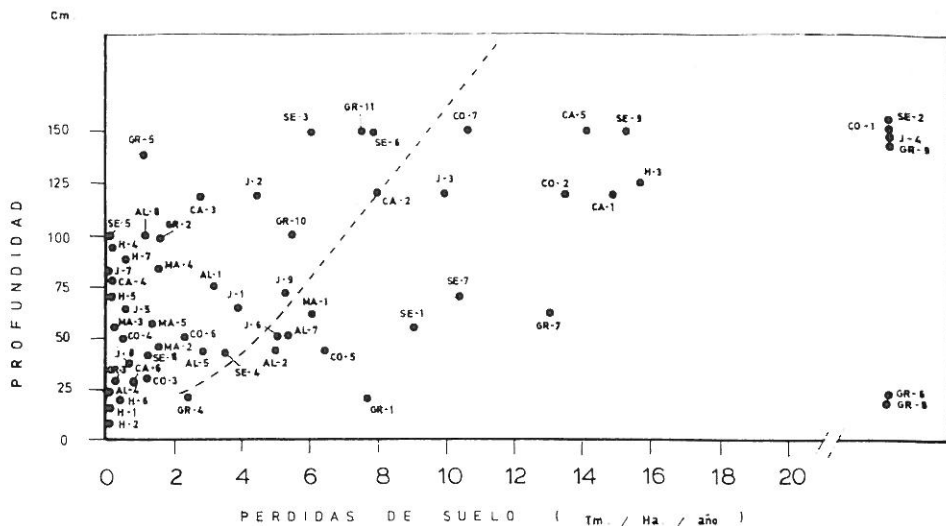
necesario para abordar el tema de la gestión de las tierras, sobre todo las de vocación agrícola. Ya no será suficiente conocer cual es la erosión de un suelo sino que será preciso analizar la tolerancia que ese suelo presenta frente a la erosión, puesto que, como todos sabemos, la erosión forma parte de la evolución geológica del planeta y no es en sí perjudicial, salvo cuando traspasa unos límites de tolerancia. Estos límites de tolerancia frente a la erosión varían según cada tipo de suelo concreto.

Los conceptos de erosión actual, erosión potencial, susceptibilidad y tolerancia frente a la erosión han sido aplicados por nosotros a suelos de Andalucía, a través de diversas metodologías de análisis comparativo. Un primer nivel de aproximación (AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE, 1984) pretendía aplicar metodologías recomendadas por la FAO (FAO, 1980) para, mediante una simplificación del modelo de la U.S.L.E., llegar a cuantificar la erosión sufrida por un suelo.

La aplicación de esta metodología a suelos-tipo de diferentes comarcas naturales de Andalucía ofrece unos indicadores que no tienen mas valor real que el de permitir establecer comparaciones. Llevados estos datos sobre rectas teóricas de tolerancia de los suelos a la erosión, según su profundidad y considerando su uso actual y un cambio potencial (entendiendo por este una puesta en cultivo o en barbecho, por ejemplo) el panorama de erosión potencial para los suelos andaluces es sobrecogedor.

Una simple observación del gráfico 1, pone en evidencia el desplazamiento de la mayoría de los suelos estudiados hacia la derecha de la recta teórica de tolerancia. Incluso suelos muy desarrollados y profundos llegan a sufrir degradaciones por encima de las 12 Tm/ha/año, consideradas teóricamente, en principio, como máximo asimilable por un suelo para mantener una fertilidad constante (KIRKBY, 1984). Resulta aún más sobrecogedor comparar los resultados obtenidos al aplicar la metodología de FAO mencionada anteriormente, con la tolerancia específica de cada suelo (LOMBARDI E BERTONI, 1975), considerando su profundidad, textura, contenido en materia orgánica... (Tabla 2). Estos resultados, incluso tomados con las reservas necesarias, permiten dar un primer paso en el conocimiento del problema de la tolerancia a escala global de la región.

## EROSION ACTUAL



## EROSION POTENCIAL

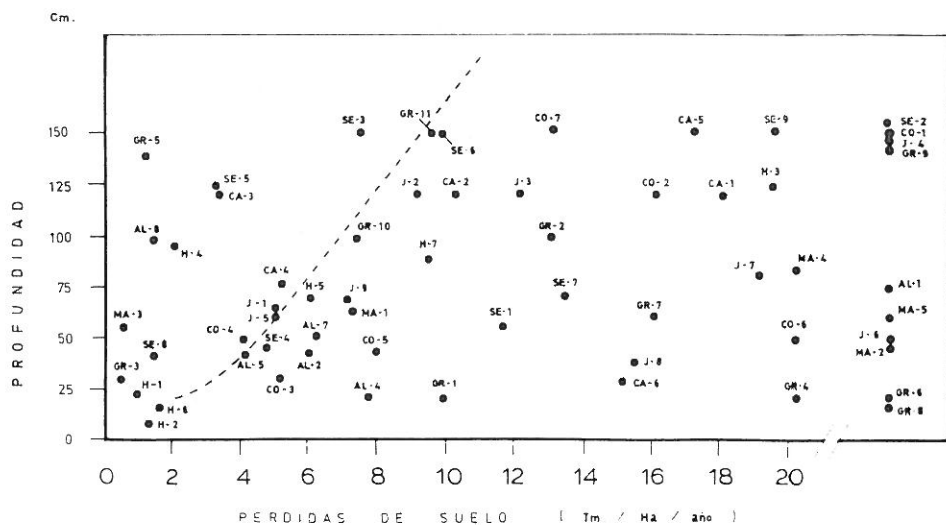


GRAFICO 1.— Curva de valores máximos asimilables de pérdidas de suelo. Situación con respecto a la misma de suelos representativos de Andalucía.

**CUADRO II**  
**RESUMEN DE LA EROSION PRONOSTICADA PARA LOS SUELOS**  
**MAS REPRESENTATIVOS DE ANDALUCIA**

Provincias	Suelo representativo	Erosión pronosticada (Tm/ha/año)		Tolerancia (Tm/ha/año)
		Actual	Potencial	
<i>Almería</i>	Greda-Roja. Almanzora Alto ..... (AL-01)	36	45	2
	Pardo-Calizo. Almanzora Bajo ..... (AL-02)	5	–	18
	Rendsina. Andarax-Gador ..... (AL-03)	87	219	3
	Salino. Campo-Dalías ..... (AL-04)	1	6	3
	Arenas. Campo-Nijar ..... (AL-05)	3	–	7
	Desértico. Campo-Tabernas ..... (AL-06)	22	55	3
	Pardo-Calizo. Los Vélez ..... (AL-07)	5	–	8
	Aluvial. Río Nacimiento ..... (AL-08)	3	–	15
<i>Cádiz</i>	Tierra-Negra. Campiña ..... (CA-01)	15	–	17
	Bujeo-Blanco. Campo-Gibraltar ..... (CA-02)	8	–	21
	Rojo. Costa ..... (CA-03)	3	–	14
	Tierra-Parda. Janda-Aljibe ..... (CA-04)	4	50	6
	Albariza. Rincón-Jerez ..... (CA-05)	14	–	12
	Terra-Rossa. Sierra ..... (CA-06)	12	138	7
<i>Córdoba</i>	Albariza. Campiña-Alta ..... (CO-01)	93	–	15
	Bujeo. Campiña-Baja ..... (CO-02)	13	–	3
	Laja. Hornachuelos ..... (CO-03)	12	47	3
	Tierra-Parda. Pedroches ..... (CO-04)	5	37	6
	Greda-Roja. Sierra Morena ..... (CO-05)	72	–	3
	Terra-Rossa. Sierra Sur ..... (CO-06)	27	183	4
	Franco. Vega ..... (CO-07)	10	–	15
<i>Granada</i>	Codrial. Alhama ..... (GR-01)	8	–	4
	Alpino. Alpujarras ..... (GR-02)	17	117	12
	Arenas. Baza ..... (GR-03)	4	–	4
	Laja. Costa ..... (GR-04)	27	183	2
	Rojo. Guadix ..... (GR-05)	11	–	4
	Yermo. Huéscar ..... (GR-06)	48	119	2
	Pardo-Calizo. Híznalloz ..... (GR-07)	13	–	7
	Albariza. Loja ..... (GR-08)	86	–	3
	Bujeo. Montefrío ..... (GR-09)	63	–	17
	Rojo. Valle-Leclín ..... (GR-10)	6	–	11
	Franco. Vega ..... (GR-11)	8	–	12

CUADRO II (Continuación)

Provincias	Suelo representativo		Erosión pronosticada (Tm/ha/año)		Tolerancia
			Actual	Potencial	(Tm/ha/año)
<i>Huelva</i>	Tierra-Parda. Andévalo Oc. ....	(H-01)	1	7	2
	Laja. Andévalo Or. ....	(H-02)	2	15	1
	Bujeo. Condado-Campiña ....	(H-03)	15	–	18
	Arenas. Condado-Litoral ....	(H-04)	1	2	4
	Pseudogley. Costa ....	(H-05)	1	5	5
	Salino. Marismas ....	(H-06)	1	2	7
	Hollinegra. Sierra Morena ....	(H-07)	1	8	6
<i>Jaén</i>	Rojo. Campiña-Norte ....	(J-01)	4	–	4
	Almagra. Campiña-Sur ....	(J-02)	48	84	18
	Barro-Rojo. Condado ....	(J-03)	10	–	17
	Bujeo. La Loma ....	(J-04)	48	–	17
	Terra-Rossa. Mágina ....	(J-05)	7	46	8
	Redsina. Sierra Cazorla ....	(J-06)	5	58	5
	Tierra-Parda. Sierra Morena ....	(J-07)	2	170	9
	Redsina. Sierra Segura ....	(J-08)	11	143	4
	Pardo-Calizo. Sierra Sur ....	(J-09)	60	–	10
<i>Málaga</i>	Pardo-Calizo. Antequera ....	(MA-01)	6	–	8
	Laja. Axarquía ....	(MA-02)	18	244	4
	Albariza. Costa ....	(MA-03)	1	–	7
	Pardo-Calizo. Guadalhorce ....	(MA-04)	183	–	10
	Tierra-Bermeja. Serranía Ronda ....	(MA-05)	1	89	6
<i>Sevilla</i>	Rojo. Alcores ....	(SE-01)	9	–	11
	Rojo. Aljarafe ....	(SE-02)	24	–	14
	Bujeo. Campiña ....	(SE-03)	6	–	20
	Albariza. Estepa ....	(SE-04)	40	–	5
	Salino. Marismas ....	(SE-05)	1	3	5
	Greda-Roja. Sierra Morena ....	(SE-06)	5	84	6
	Almagra. Sierra Sur ....	(SE-07)	119	–	7
	Arenas. Terrazas ....	(SE-08)	14	–	5
	Franco. Vega ....	(SE-09)	15	–	17

Fuente: Catálogo de Suelos de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 1984.

## 5. LA EXPRESION CARTOGRAFICA DEL FENOMENO DE LA SUSCEPTIBILIDAD FRENTE A LA EROSION

Al ser la erosión un problema vinculado al suelo y con ello al territorio, se necesita una expresión cartográfica para facilitar las actuaciones correctoras en su caso. Plantear un enfoque cartográfico de los conceptos de susceptibilidad frente a la erosión y tolerancia, implica recurrir a metodologías evaluativas que actúan por superposición cartográfica de los diferentes elementos y factores que intervienen en la definición de estos conceptos. El modo operativo para obtener un resultado cartográfico final puede ser discreto o continuo. En el primer caso se realiza una división en unidades homogéneas del espacio (cuadrículas, hexágonos...) en cada una de las cuales se pondera el valor de cada elemento considerado. En el segundo caso las unidades cartográficas a emplear son continuas (unidades geomorfológicas, edáficas...). Ambos métodos han sido utilizados por nosotros, hasta el presente, para delimitar áreas de susceptibilidad frente a la erosión en Andalucía.

Unidades discretas (cuadrículas de 1 km<sup>2</sup>) se han empleado para hacer el estudio de este hecho en la Sierra Norte y Campiña de Cádiz a escala 1/50.000. Unidades continuas (cartografía de suelos) han sido utilizadas en el Valle Central del Guadalquivir. El resultado final en ambos casos es la delimitación de zonas cualificadas según ocho grados de susceptibilidad a la erosión:

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Nula.               | 5. Alta.                |
| 2. Débil.              | 6. Bastante alta.       |
| 3. Moderada.           | 7. Muy alta.            |
| 4. Moderadamente alta. | 8. Extremadamente alta. |

Por lo que respecta a las tierras gaditanas<sup>2</sup> las zonas obtenidas se distribuyen del siguiente modo:

- Predominan las superficies con susceptibilidad frente a la erosión moderadamente alta, que ocupan casi un 50 % del espacio, centrándose en las tierras campiñesas, de suelos relativamente desarrollados y sometidos a cultivos intensivos de secano.
2. Para un análisis más profundo de condicionantes y para un examen de cartografía a escala original pueden ser consultados los trabajos del autor sobre "Susceptibilidad frente a la erosión de la Sierra Norte de Cádiz". Informe técnico realizado para el "Estudio de la comarca Sierra Norte de Cádiz". Excm. Diputación Provincial de Cádiz, 1981.

- Las áreas de alta susceptibilidad ocupan un 25 % de la superficie, siendo incluidas en esta clase, mayoritariamente, los suelos margosos triásicos, con pendientes acentuadas y cubiertas por olivares en gran parte.
- Las zonas de susceptibilidad bastante alta, que ocupan prácticamente un quinto de las tierras analizadas, afectando a suelos de escaso desarrollo y elevadas pendientes, en las sierras calizas, pero con buena protección vegetal, y a suelos poco evolucionados que sufren usos no adecuados en zonas de campiña y terrenos triásicos.
- Las tierras sometidas a una muy alta o extremadamente alta susceptibilidad, suelos esqueléticos, exposiciones de solana... centrándose, por tanto, en las sierras del Pinar, Libar, Líjar, etc.
- Las superficies afectadas por el calificativo de moderada susceptibilidad suelen ocupar las tierras con menor pendiente, suelos desarrollados y buena cobertura de vegetación (vegas aluviales).

En lo que se refiere al Valle Central del Guadalquivir<sup>3</sup> (provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla) las unidades obtenidas como resultado de la ponderación de elementos y de su superposición cartográfica, necesitarían de un amplio comentario individualizado que permitiese explicar el por qué de cada clase en cada lugar. No siendo esto posible aquí nos limitaremos a resaltar los hechos más destacados en cada gran unidad morfológica. Los suelos desarrollados en las marismas aparecen como suelos de débil susceptibilidad. El no ser nula se debe a su escaso desarrollo, que los hace muy vulnerables a cualquier degradación.

Las tierras de las campiñas próximas al río Guadalquivir se ven incluidas en las clases de moderada a alta susceptibilidad frente a la erosión, siendo evidente un aumento de la susceptibilidad hacia el Este, debido esencialmente, a una acentuación de la pendiente y a un menor desarrollo edáfico, si bien este último hecho puede ser atribuido más a un problema vinculado al tipo de perfil edáfico elegido en cada caso (diferente para las tres provincias analizadas).

Las campiñas situadas en las proximidades de las sierras subbéticas poseen mayor susceptibilidad (alta en general) debido nuevamente a su mayor pendiente y menor desarrollo edáfico, pero también por ser utilizadas con sistemas de cultivo menos protectores que las anteriores (olivares, viñedos...).

3. Estos mapas, a escala 1/200.000 han servido de base para la elaboración de directrices en los Planes Especiales de Protección del Medio Físico de las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla, (Dirección General de Urbanismo, Consejería de Política Territorial e Infraestructura. Junta de Andalucía. 1984).

Los suelos incluidos en Sierra Morena quedan divididos entre varias clases, dominando generalmente, la alta susceptibilidad, debida a ser, en su mayoría, suelos poco profundos y con fuerte pendiente. No obstante existen zonas donde el alto índice protector de los bosques y matorrales y el descenso de la pendiente generan zonas con moderada susceptibilidad. Contrapunto a este hecho son zonas donde la mayor pendiente y las condiciones edáficas, de red de drenaje y la alta cobertura vegetal condicionan la existencia de una muy alta susceptibilidad.

Mención especial merecen los suelos desarrollados, sobre rocas intrusivas (granitos, dioritas), cual es el caso del batolito de los Pedroches, donde unas pendientes relativamente suaves, y una adecuada conservación de la cubierta vegetal natural permite que haya zonas sin aparente riesgo de degradación (moderada susceptibilidad), pero donde un aumento de las pendientes y la disminución de la vegetación provocan la aparición de graves riesgos de degradación (muy alta susceptibilidad).

Las tierras situadas en las serranías subbéticas presentan en líneas generales, los más altos riesgos de degradación, siendo relativamente frecuentes las clases de muy alta y extremadamente alta susceptibilidad frente a la erosión. Estas clases se desarrollan, sobre todo, en los macizos calizos subbéticos, donde dominan los litosuelos y suelos relictos de “terra rossa”, cuyo riesgo de degradación, dadas, las condiciones imperantes de pendiente y cobertura vegetal, es muy elevado. Por otra parte las elevadas pendientes, escasa vegetación y alta erodibilidad, de los suelos existentes en las margas y margocalizas triásicas y cretácicas condicionan el predominio de las clases de alta y muy alta susceptibilidad a la erosión.

Es evidente que una cartografía como la aquí presentada no resuelve los graves problemas de erosión que tiene planteados Andalucía, pero sí puede contribuir a mostrar el inestable equilibrio a que se ven sometidos los suelos en determinados lugares y a elegir los medios adecuados para que los riesgos de degradación detectados permanezcan estables o disminuyan.



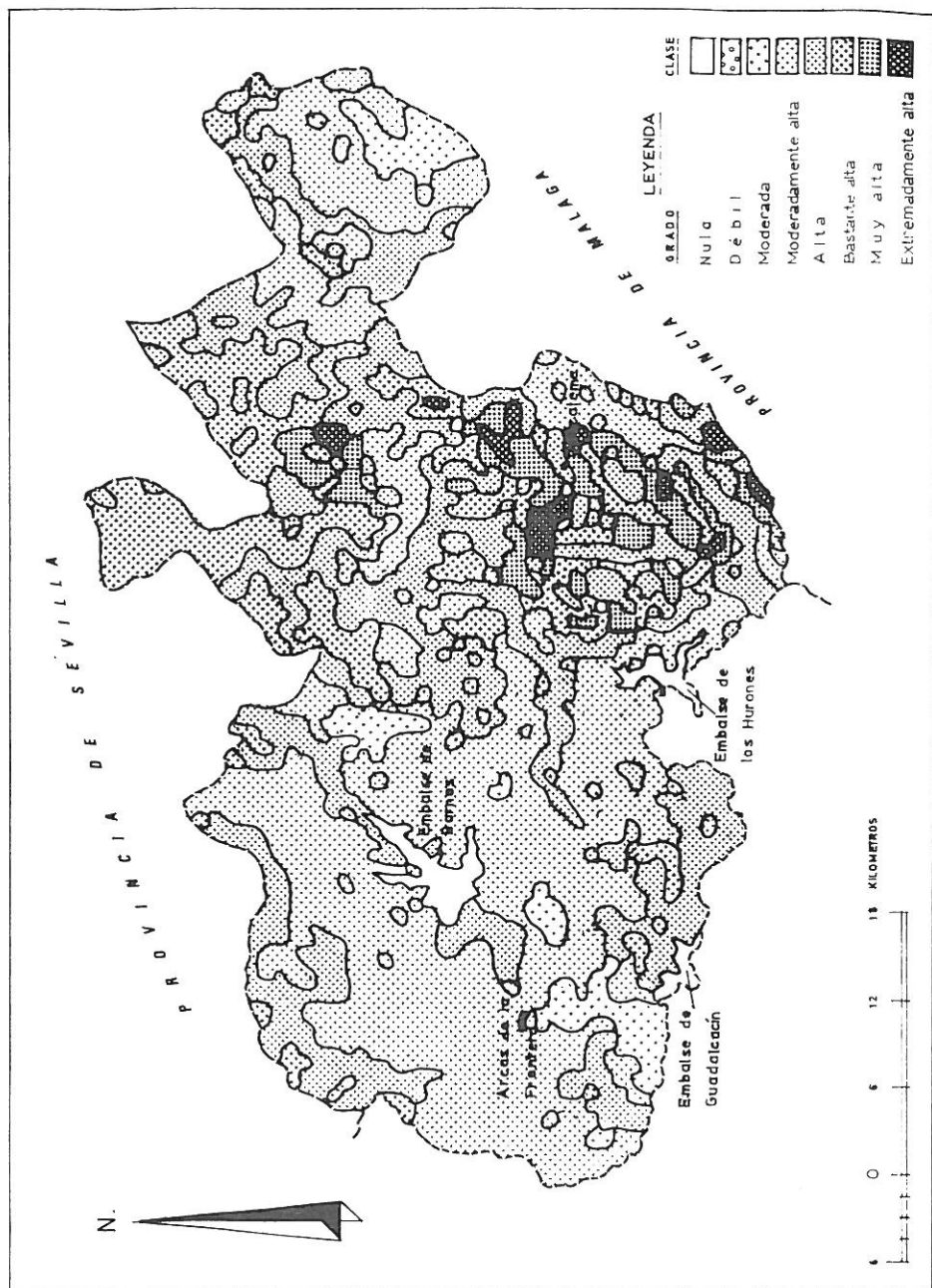


Fig. n.º 1.- Susceptibilidad frente a la erosión en la Comarca Sierra Norte de Cádiz.

PROVINCIA DE SEVILLA

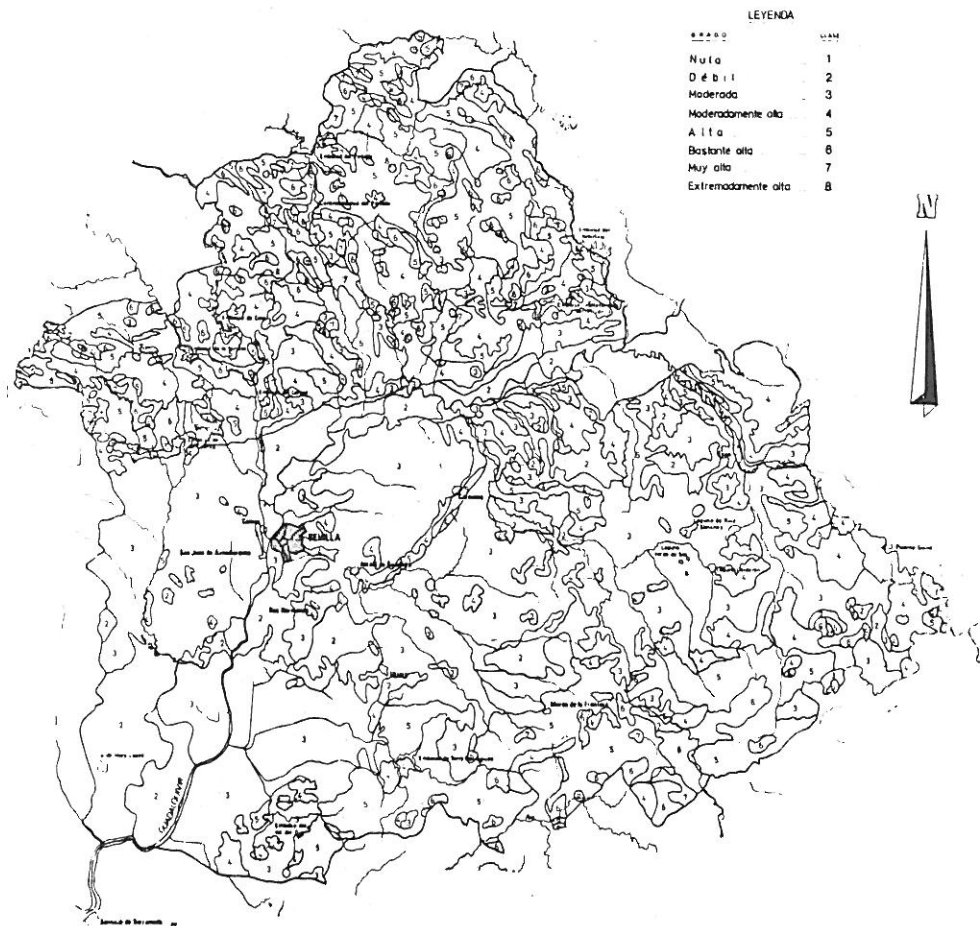


Fig nº 2.- Susceptibilidad frente a la erosión en el Valle Central del Guadalquivir

## PROVINCIA DE CORDOBA

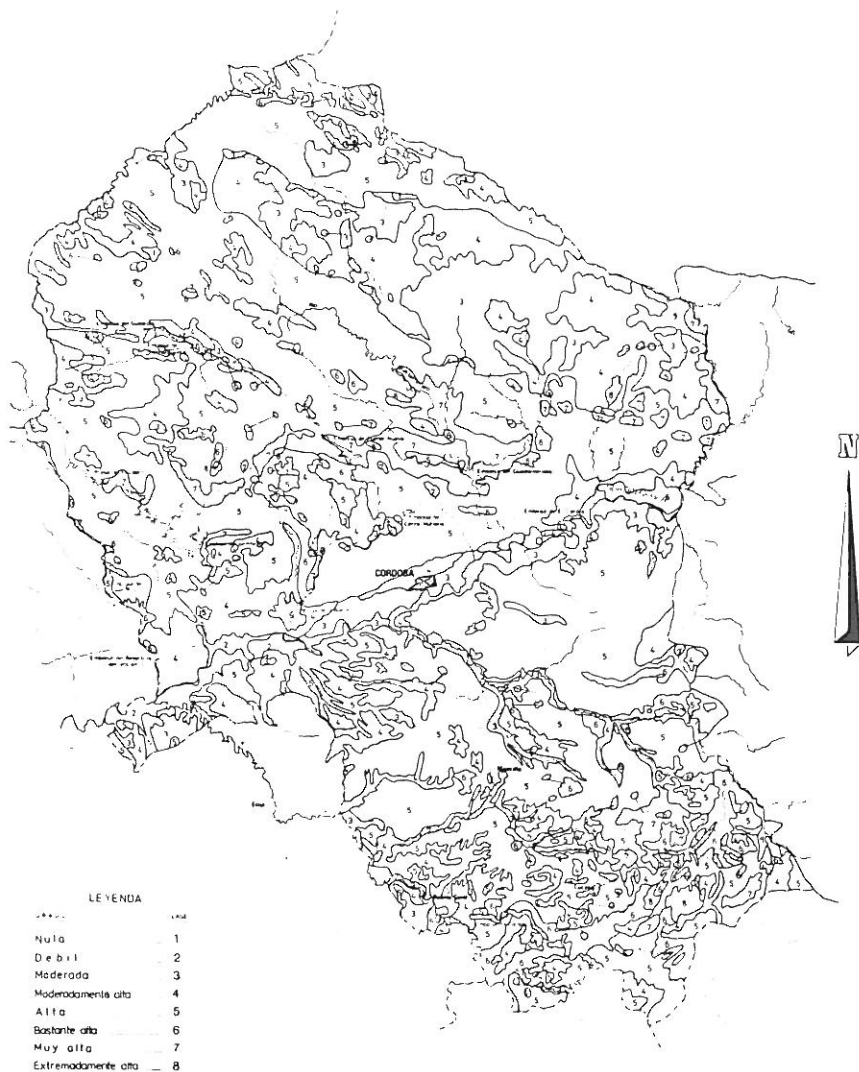


Fig nº 3 - Susceptibilidad frente a la erosión en el Valle Central del Guadalquivir

PROVINCIA DE JAEN



Fig nº4 .- Susceptibilidad frente a la erosión en el Valle Central del Guadalquivir

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE, 1984. *Catálogo de Suelos de Andalucía*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE, 1979. *Informe sobre la situación medioambiental de Andalucía*. Documento técnico no publicado. Junta de Andalucía. Sevilla.
- DIRECCION GENERAL DE OBRAS HIDRAULICAS, 1981. *Sedimentación. Reconocimiento batimétrico del embalse de La Bolera*. Ministerio Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.
- DIRECCION GENERAL DE URBANISMO, 1985. *Plan especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de Espacios y Bienes Protegidos. Provincias de Sevilla, Córdoba y Jaén*. Consejería de Política Territorial. Junta de Andalucía. Sevilla.
- FAO, UNEP Y UNESCO, 1980. *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Roma.
- FAO, 1976. *Esquema para la evaluación de tierras*. Roma.
- FOURNIER, J., 1960. "Climat et Erosión". Ed. P.U.F. París.
- HUDSON, N., 1982. *Conservación del Suelo*. Ed. Reverté. S.A. Barcelona.
- I.C.O.N.A., 1982. *Paisajes erosivos en el Sureste español. Ensayo de Metodología para el estudio de su cualificación y cuantificación*. Proyecto LUCDEME. Monografía n.º 26. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- I.C.O.N.A., 1985. *Mapa de estados erosivos de la cuenca del río Guadalquivir*. Informe técnico no publicado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- KIRKBY, M., 1984. *Erosión de suelos*. Ed. Limusa. México.
- LOMBARDI, F. E BERTONI, J., 1975. Tolerancia de perdidas de Terra para solos do estado de São Paulo. Boletín Técnico n.º 28. *Instituto Agronómico*. Secretaría de Agricultura do Estado de São Paulo.
- MOREIRA, J.M., 1983. Metodología para evaluar la susceptibilidad del suelo frente a la erosión. Una aproximación numérica. *VIII Coloquio de Geógrafos Españoles*. Barcelona.
- WISCHMEIER, W.H. y SMITH, D., 1958. Rainfall energy and its relation to soilless. *Trans. Amer. Geophysical Union*, 39, 285-291.