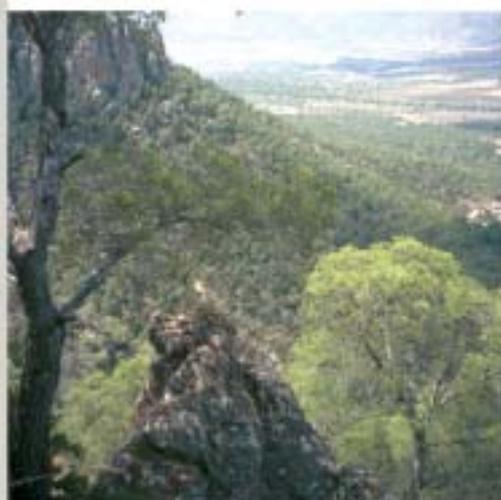


inventario
nacional
erosión
suelos
2002-2012



2002

MURCIA
Región de Murcia



Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012.
Región de Murcia. Murcia. 2002.

Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
Ministerio de Medio Ambiente.

Cartografía, trabajo de campo, proceso de datos, redacción y fotos:
Tragsatec.

Prólogo:
Francisco López Bermúdez.

Diseño:
Miguel Mansanet, S.L.

Maquetación, Producción, Fotomecánica e Impresión:
EGRAF, S. A.

NIPO: 311-03-009-4
ISBN: 84-8014-483-1
Depósito legal: M. 34969-2003

AGRADECIMIENTOS.....	5
DIRECCIÓN TÉCNICA.....	5
PRÓLOGO	7
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes.....	13
1.2. Objetivos.....	16
1.3. Características del Inventario	17
1.4. Justificación.....	18
2. METODOLOGÍA	21
2.1. Generalidades	23
2.2. Erosión laminar y en regueros.....	25
2.2.1. Conceptos previos	25
2.2.2. Cálculo de los factores del modelo RUSLE	26
2.2.3. Levantamiento de parcelas de campo	27
2.2.4. Análisis de muestras de suelo.....	29
2.2.5. Proceso de datos	29
2.2.6. Análisis estadístico.....	33
2.2.7. Cálculo de pérdidas de suelo, cartografía de niveles erosivos y tablas de resultados	33
2.2.8. Tolerancia a las pérdidas de suelo y clasificación cualitativa de la erosión en función de la fragilidad del suelo	34
2.2.9. Comparaciones	36
2.2.10. Riesgo potencial de erosión laminar y en regueros.....	36
2.3. Erosión en cárcavas y barrancos.....	38
2.4. Movimientos en masa (erosión en profundidad)	39
2.5. Erosión en cauces.....	42
2.6. Erosión eólica	47
3. EROSIÓN LAMINAR Y EN REGUEROS	51
3.1. Información de partida.....	55
3.2. Estratificación y diseño de muestreo.....	87
3.3. Resultados del trabajo de campo y proceso de datos	88
3.4. Cálculo de pérdidas de suelo y agrupación en niveles erosivos.....	89
3.5. Tolerancia a las pérdidas de suelo	103
3.6. Comparaciones	107
3.7. Riesgo potencial de erosión laminar y en regueros.....	113
4. EROSIÓN EN CÁRCAVAS Y BARRANCOS.....	117
5. MOVIMIENTOS EN MASA	131
6. EROSIÓN EN CAUCES	161
7. EROSIÓN EÓLICA	173
8. BIBLIOGRAFÍA	191
9. CARTOGRAFÍA	197

agradecimientos

La Dirección Técnica de este trabajo quiere expresar su agradecimiento a todas las personas de las diversas entidades que han contribuido al logro de esta publicación. En particular damos las gracias a Inés González Doncel, Directora General de Conservación de la Naturaleza y a Iñigo Ascasíbar Zubizarreta, Subdirector General de Montes, por el respaldo en la ejecución de un proyecto de tal envergadura, como es el Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

Por otra parte la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente quiere expresar su gratitud por la colaboración de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

Se agradece también la labor de redacción del prólogo a Francisco López Bermúdez, Catedrático de Geografía Física, Universidad de Murcia.

Por último, se debe reconocer el esfuerzo de todos los colaboradores que han participado en este proyecto, particularmente aquellos de la empresa pública Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (TRAGSATEC), cuya labor en las diferentes fases del Inventario ha facilitado su realización.

dirección técnica

La Dirección Técnica ha sido responsabilidad del personal del Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza: Eduardo del Palacio Fernández-Montes, Francisco Jarabo Sánchez y María Torres-Quevedo García de Quesada.

prólogo

«Deseo dejar consignado que para proseguir la ardua empresa de repoblar la Sierra de Espuña, observar que dificultades que ayer se nos figuraban insuperables hoy apenas contrarían la buena marcha de los trabajos, debido a lo que he leído en el hermoso libro de la Naturaleza y a las sabias lecciones de la experiencia, y así de día en día aumentan las esperanzas de tener repoblada en esta sierra una gran superficie que reduzca la erosión, haga crecer notablemente el caudal de sus manantiales, regularizando las avenidas, que dé valiosos productos y proporcione trabajo»

Ricardo Codorniu, *Revista de Montes*, XXII, 7 de Julio de 1898.

En el horizonte del nuevo siglo, la Región de Murcia, bajo un clima semiárido de incertidumbre y fuerte déficit hídrico, es el territorio europeo en donde la erosión del suelo y el riesgo de desertificación es uno de los más elevados, procesos que representan unas severas y crecientes amenazas para la sostenibilidad de los ecosistemas y agrosistemas. La erosión del suelo es una crisis silenciosa que se desarrolla, casi siempre, de manera imperceptible y que socava la seguridad económica de muchas regiones y países secos. La degradación del suelo por erosión implica un problema social que relaciona la tierra con su uso actual o potencial, por ello, se requiere identificar y cuantificar las pérdidas de suelo y las causas que la provocan. La Región de Murcia se halla entre los territorios mediterráneos más amenazados por la erosión a causa de un gran número de factores y procesos escalados en el tiempo y en el espacio.

En los paisajes semiáridos de la región, a lo largo de una historia milenaria, se ha producido una interferencia cada vez más intensa de las acciones humanas con los equilibrios ecológicos que han dañado el aspecto original de los ecosistemas, ocasionando unos mecanismos de deterioro que, con diversas etapas de aceleración, ralentización y, en ocasiones, estabilización de procesos, han conducido a la degradación de extensas áreas abocadas hoy a condiciones próximas a subdesérticas. La ocupación del territorio, el uso de los recursos naturales vitales suelo, agua y vegetación ha variado mucho a lo largo de la dilatada colonización de este espacio mediterráneo ibérico. Muchos montes de la región fueron deforestados a lo largo de los siglos, especialmente del XVI, XVII y, sobre todo, del XVIII y XIX; despojados de la cobertura vegetal la erosión arrojó altas tasas de pérdida de suelo, el roquedo afloró en superficie y, probablemente, el ciclo hidrológico se vio afectado incrementando la frecuencia y volumen de las riadas. Madoz, a mediados de siglo XIX, escribía: *«...las montañas de Lorca, Ricote, Caravaca, Cehegín y Moratalla se hallaban pobladas de altos y corpulentos pinos, encinas y carrascas, pero estos grandes bosques han sufrido talas en la mayor parte de sus mejores árboles, estando reducidos en el día a la clase de nacientes [...] los montes ocupaban a mediados de siglo anterior dos terceras partes del territorio que posteriormente se ha ido roturando y convirtiéndose en tierras de labor, por consiguiente se ha destruido el arbolado escaseando la madera».*

Este era el escenario, a finales del XIX, de las sierras murcianas, entre las que, la emblemática Espuña, por ser una de las más afectadas por el proceso de degradación, fue elegida para emprender las primeras repoblaciones forestales en la Región de Murcia dirigidas por Codorniu. A lo largo del siglo XX, en muchos montes de la región, se llevaron a cabo bastantes acciones de lucha contra la erosión y prevención de avenidas, mediante programas de restauración hidrológico-forestales. En otras ocasiones, sin embargo, la práctica de modelos de uso y gestión de los recursos naturales inapropiados y depredadores, reactivaron mecanismos erosivos que han causado profundos cambios y alteraciones en los paisajes de esta esquina mediterránea y seca de la península Ibérica.

La pérdida de suelo, la disminución de su fertilidad y capacidad productiva, es un destacado proceso de cambio ambiental, debido a la alteración del ecobalance por excesiva o inadecuada presión humana sobre ecosistemas fragilizados por la aridez y las sequías. El carácter seco de la mayor parte del territorio determina fuertes restricciones al desarrollo de la vegetación. Estas condiciones son poco propicias para el árbol y, en consecuencia, para las formaciones boscosas capaces de proteger eficazmente el suelo. En consecuencia, toda intervención humana que afecte a la cubierta vegetal (deforestaciones, roturaciones, incendios, cambios de usos del suelo), fragiliza los ecosistemas y los hace más vulnerables a los procesos erosivos. Es la respuesta a la complejidad climática, geomorfológica, edáfica, hidrológica, histórica y cultural de este territorio mediterráneo semiárido.

El cambio climático puede aumentar la vulnerabilidad que la región ofrece al estar situada, según se deduce de los modelos de clima, en una zona fronteriza entre el clima templado-húmedo asociado a las borrascas atlánticas del frente polar, y el seco del cinturón subtropical de altas presiones tan poco propicio a las lluvias. La región se halla afectada por la complejidad de la cuenca mediterránea occidental, las influencias de la dinámica sahariana y los episodios de El Niño y, en general, por la sensibilidad de estas latitudes a cambios en la circulación atmosférica general. Además, todo parece apuntar que la alteración de los albedos por parte de acciones humanas dañinas para la naturaleza en las regiones secas, como la de Murcia, también tiene incidencia en los procesos de aridificación, erosión y desertificación del territorio.

Las consecuencias ambientales de los procesos de erosión recientes, debidos básicamente a la expansión de los cultivos de secano a tierras marginales sin prácticas de conservación de suelo y a diversas fases de abandono, se manifiestan en el agravamiento de las omnipresentes marcas de la erosión: regatos, surcos, cárcavas y barrancos, con tendencia a aumentar en tamaño y en densidad y, en el depósito de sedimentos en las partes bajas de las laderas, en el fondo de los valles aluviales, en los embalses y en los canales de riego. Las cuencas hidrográficas de los ríos Guadalentín, Mula y Chícamo, así como de las grandes ramblas que surcan

la región, Judío, Moro, Chirivel, Rogativa, Nogalte, Béjar, Viznaga, Cárcavo, Perea, Salada, Algeciras, Librilla, Moreras, Ramonete, etc., ofrecen los más destacados paisajes lacerados por la erosión.

Ante el carácter de incertidumbre científica que todavía se tiene de muchos de los fenómenos biofísicos de la naturaleza y de las complejas relaciones entre los ecosistemas y el sistema económico que explota sus recursos, parece aconsejable adoptar posturas de conservación ante aquellas decisiones que impliquen riesgo de erosión del suelo. El carácter limitado y no renovable que tiene el suelo exige precaución en su manejo, la necesidad de adaptar su uso a las propias características, limitaciones y capacidades. Esta es la forma más sensata de utilizar el recurso y además, es una de las medidas de conservación más económica y perdurable.

Por la vulnerabilidad y riesgo de erosión y desertificación que registra la Región de Murcia, urge tomar medidas de acción contra los procesos erosivos mediante aproximaciones holísticas, estudios científicos y técnicos sólidos, identificación de indicadores fiables, modelización y prevención de los fenómenos que degradan el suelo y medidas de rehabilitación y restauración de las zonas degradadas. La erosión es una afección que puede prevenirse y combatirse mejorando los conocimientos sobre los complejos mecanismos que en ella concurren, identificando las áreas sensibles a los mecanismos erosivos actuales y potenciales, con diagnóstico y detección temprana, estrategias temáticas de uso y protección de suelo, participación ciudadana, sensibilización y divulgación de la importancia patrimonial, ambiental, económica y social que tiene el suelo; recurso natural que es la base de toda la producción alimentaria de las tierras emergidas del planeta, si se pierde, se compromete el futuro vital de las generaciones venideras.

El reto de prevenir, proteger y luchar contra la erosión del suelo de la Región de Murcia puede llevarse a cabo con medidas de orden ambiental, económico, social, administrativo y con la toma de decisiones políticas que propicien, desarrollen y ejecuten planes de acción. El *Inventario Nacional de Erosión de Suelos*, que aquí se presenta es un instrumento útil para detectar y cuantificar, de modo aproximado, los principales procesos de erosión en el territorio murciano, configurar un sistema de datos de acceso fácil y servir de instrumento para la coordinación de las políticas sectoriales que incidan en la conservación del suelo. El buen estado, equilibrio y capacidad productiva del suelo, son básicos para la prosperidad, calidad de vida y desarrollo durable de la Región.

Francisco López Bermúdez



1. introducción



1.1 antecedentes

La erosión del suelo, en sus diversas manifestaciones, puede considerarse como uno de los principales factores e indicadores de la degradación de los ecosistemas en el territorio nacional, con importantes implicaciones de índole ambiental, social y económica.

La erosión, en tanto que importante agente de degradación del suelo, constituye además uno de los principales procesos de desertificación a escala nacional y subnacional, entendiendo por desertificación *«la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas»*, según la definió la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (París, 1994).

Como resultado de la voluntad de abordar esta problemática, el Real Decreto 1415/2000, de 21 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Medio Ambiente, asigna a la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, a través de la Subdirección General de Montes (art.10.4.i): *«... la realización de estudios y estadísticas en materia de conservación de la naturaleza, en particular, la elaboración y actualización [...] del Inventario Nacional de Erosión de Suelos y su correspondiente Mapa de Estados Erosivos [...] para su inclusión en el Banco de Datos de la Naturaleza»*.

Este Inventario pretende localizar, cuantificar y analizar la evolución de los fenómenos erosivos, con el fin último de delimitar con la mayor exactitud posible las áreas prioritarias de actuación en la lucha contra la erosión, así como definir y valorar las actuaciones a llevar a cabo, dentro de los planes y programas cuya elaboración atribuye igualmente el citado Real Decreto a esta Dirección General (art. 10.1.g): *«...de restauración hidrológico-forestal, de reforestación, preservación y mejora de la cubierta vegetal y de gestión de la biodiversidad en las masas forestales protectoras...»*.

Con este trabajo se da también cumplimiento a los compromisos adquiridos por España en la Conferencia Ministerial celebrada en Lisboa en 1998, donde los estados signatarios y la Unión Europea asumieron los criterios paneuropeos de gestión sostenible de los bosques y los indicadores asociados, como base de los informes internacionales y de la evaluación de los indicadores nacionales.

En particular el Inventario Nacional de Erosión de Suelos da cumplimiento a este compromiso en lo que se refiere al criterio quinto: *«El mantenimiento y mejora de la función protectora de los bosques (especialmente sobre el suelo y el agua)»*.

Los antecedentes más remotos del trabajo que aquí se presenta datan de 1978, año en que el antiguo Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) publicó el documento *«La problemática de la erosión: programa de acciones en la vertiente mediterránea»*, en el que se cristalizaban las inquietudes suscitadas y concretadas por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación (Nairobi, 1977).

Este documento constituyó el primer intento serio de planificación a medio plazo de las acciones más urgentes para aquellas zonas más claramente amenazadas por los procesos de desertificación a escala nacional.

En su redacción se trató de abarcar la totalidad del problema nacional en sus aspectos conceptuales, estableciendo la siguiente división en zonas, de acuerdo con el tipo de problemas dominantes:

- Vertiente atlántica norte, la menos afectada por la erosión, pero con problemas locales de origen predominantemente sociológico.
- Vertiente atlántica oeste y sur, con problemas medios y graves de erosión, especialmente en los terrenos agrícolas, y con tendencia a acentuarse hacia el sur. Por incluir los suelos potencialmente más productivos, los efectos de un mismo nivel de pérdidas físicas son de mayor trascendencia económica.
- Vertiente mediterránea, con las características de sequía y torrencialidad propias de toda la cuenca mediterránea. Los problemas dominantes son los de torrencialidad; en muchos casos la erosión causa más daños por los efectos a distancia de los arrastres que por mermar la potencialidad productiva del suelo. Estos daños se acrecientan por la presencia de cultivos en regadío en las zonas bajas, en los cuales los daños por arrastres desde zonas dominantes pueden ser muy acusados.

Esta sola descripción ya señalaba a la vertiente mediterránea como prioritaria y por ello fue elegida para diseñar un plan de inversiones a diez años, dotado de la máxima flexibilidad y adaptable a la disponibilidad de los créditos necesarios para su ejecución.

Un obstáculo que se puso de manifiesto durante la redacción del citado documento fue la falta de datos básicos para alcanzar el grado de precisión deseable a la hora de proyectar las acciones concretas. Por ello, se propugnó la iniciación de una serie de estudios que debían cristalizar en dos grandes logros:

- Determinar el índice de erosión pluvial de Wischmeier (R) para poder aplicar el modelo USLE (*Universal Soil Loss Equation*, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo), inicialmente en la vertiente mediterránea y posteriormente en todo el territorio nacional (Agresividad de la Lluvia en España. ICONA. 1988).
- Establecer una cartografía que permitiera conocer, a una escala apta para la priorización de inversiones, las características de los fenómenos erosivos. En este sentido, el antiguo ICONA inició en 1982 las acciones encaminadas a la realización de los Mapas de Estados Erosivos a escala 1:400.000 por grandes

cuencas hidrográficas, publicándose los primeros resultados en 1987. Estos trabajos han proporcionado unos datos valiosísimos en cuanto a la evaluación global de la erosión en las grandes cuencas. La información de los Mapas de Estados Erosivos ha servido de base para la asignación territorial de las inversiones para el control de la erosión y la desertificación, en los sucesivos presupuestos del ICONA y, posteriormente, de esta Dirección General.

No obstante, una vez finalizados los Mapas de Estados Erosivos, éstos necesitan ya de una profunda revisión que permita, no sólo actualizarlos sino, además, adecuar la escala de trabajo a los requerimientos actuales de la planificación tanto a escala nacional como autonómica. Por ello, se puso en marcha el primer Inventario Nacional de Erosión de Suelos, cuyo período de ejecución abarca los años comprendidos entre el 2002 y el 2012 (año en el que se prevé iniciar el segundo Inventario Nacional de Erosión de Suelos).

Como antecedentes más recientes, dentro del proyecto LUCDEME (Lucha Contra la Desertificación en el Mediterráneo), en 1995 se puso en marcha la Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL), cuyos resultados se pretende incorporar a este Inventario a medida que se disponga de ellos.

Posteriormente, tras la ratificación por España de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, en febrero de 1996, esta Dirección General puso en marcha la elaboración, de acuerdo con las Comunidades Autónomas afectadas, del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND), entre cuyas líneas de acción se encuentra la realización del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

Por último, como desarrollo de las competencias que el Real Decreto 1415/2000 le atribuye, la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, a través del Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas, dentro de la Subdirección General de Montes, decidió elaborar un plan de ámbito nacional que recogiera las zonas (subcuencas) prioritarias de actuación en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y lucha contra la desertificación, valorando las actuaciones a realizar y estableciendo la jerarquización y programación temporal de las mismas.

Este «Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en Materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Defensa contra la Desertificación» (2001), sirve como instrumento para llevar a cabo las inversiones financiadas desde el Ministerio de Medio Ambiente en estas materias, según los criterios establecidos en el mismo. Parte de la información que recoge este Plan se utiliza en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, que a su vez permite la actualización periódica de dicho Plan.

1.2 objetivos

Los objetivos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos son los siguientes:

- Detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente, en soporte digital y gráfico, los principales procesos de erosión de suelos en el territorio nacional.
- Estudiar la evolución de la erosión en España, mediante la comparación de los inventarios sucesivos.
- Servir como instrumento para la coordinación de las políticas que inciden en la conservación del suelo de las Comunidades Autónomas, del Estado y de la Unión Europea.
- Formar un sistema de datos de fácil acceso que posibilite la educación y la participación ciudadana.
- Constituir un elemento de la red europea de información y comunicación medioambiental.
- Proporcionar algunos indicadores paneuropeos sobre gestión sostenible de los bosques, en su aspecto cuantitativo.

1.3. características del Inventario

Para cumplir los objetivos anteriores, el Inventario, suministrando una información estadística homogénea y adecuada, se realiza de forma continua y cíclica, con una periodicidad de 10 años y con una precisión equivalente a una escala 1:50.000.

Esta forma de operar permite ir actualizando permanentemente tanto la cartografía de base como los datos de campo, así como efectuar las oportunas comparaciones a lo largo del tiempo.

La realización del Inventario se estructura con una base provincial con el fin de poder aprovechar y utilizar la información más reciente que se vaya generando tanto en el Inventario Forestal Nacional (IFN) como en el Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50), trabajos también a cargo de esta Dirección General y elaborados a nivel provincial. Esto determina el orden de realización de este Inventario, que sigue el ya establecido para dichos trabajos.

1.4. justificación

La realización del Inventario Nacional de Erosión de Suelos, con las características especificadas en el punto anterior, es fundamental para el desarrollo de los planes y programas de restauración hidrológico-forestal y lucha contra la desertificación que tiene encomendados esta Dirección General en cumplimiento de las directrices que marca la política estatal y comunitaria en materia de estadísticas básicas y de protección del medio ambiente, siguiendo los principios establecidos en distintas conferencias y resoluciones internacionales.

Constituye, además, la continuación lógica de la política de esta Dirección General al respecto, permitiendo la revisión y actualización de los resultados alcanzados en los Mapas de Estados Erosivos y la determinación de la evolución en el tiempo de los fenómenos estudiados.

Por otra parte, permite mejorar la precisión de los resultados de aquéllos, al utilizar cartografía base de mayor detalle (1:50.000), adecuada para trabajos de planificación no sólo de ámbito estatal, sino también autonómico, provincial o comarcal, facilitando y mejorando la priorización de actuaciones e incluso la definición técnica de las mismas a escala de proyecto.

También permite actualizar la metodología utilizada, incorporando los resultados de las últimas investigaciones llevadas a cabo en materia de evaluación de la erosión, así como incluir procesos erosivos no considerados en el periodo anterior.

Concretamente, los resultados del Inventario Nacional de Erosión de Suelos son de gran utilidad para:

- la planificación hidrológica;
- los planes de restauración hidrológico-forestal de cuencas y control de la erosión;
- los planes de lucha contra la desertificación;
- los planes de conservación de suelos;
- los planes de ordenación de los recursos naturales;
- cualquier otro instrumento de planificación territorial, incluyendo planes de ordenación agrohidrológica y planes de ordenación agraria.

Este Inventario permite también caracterizar cuantitativa y/o cualitativamente las distintas formas de erosión a nivel de unidades hidrológicas, comunidades autónomas, provincias, comarcas, términos municipales, zonas climáticas, o cualquier otra unidad territorial considerada.

Además, la información proporcionada por el Inventario puede utilizarse, mediante la aplicación de modelos matemáticos adecuados, para obtener estimaciones fiables sobre la emisión de sedimentos en las cuencas de los embalses españoles y realizar predicciones sobre su vida útil.

Todo ello es posible gracias a la utilización de un Sistema de Información Geográfica con el que se gestiona un banco de datos creado a partir de la cartografía temática y los modelos digitales del terreno más recientes. Sólo con un sistema de este tipo puede manejarse el gran volumen de información, tanto gráfica como alfanumérica, que supone un trabajo de esta magnitud, facilitando además la actualización periódica tanto de la información de base como de los resultados obtenidos.

Finalmente, la información generada por este Inventario se incorpora al Banco de Datos de la Naturaleza que gestiona esta Dirección General.





2. metodología



2.1. generalidades

La palabra erosión tiene un significado etimológico claro, que es «*desgaste o destrucción producidos en la superficie de un cuerpo por la fricción continua y violenta de otro*» (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española).

Por erosión del suelo se entiende normalmente la remoción del material terrestre, en superficie o a escasa profundidad, por acción del agua (erosión hídrica) o del viento (erosión eólica). Un concepto más amplio de erosión incluye el desplazamiento de un espesor mayor del suelo por desequilibrio gravitacional.

Conviene distinguir, en cualquier caso, entre la erosión del suelo a escala geológica, fenómeno natural que interviene lentamente en el modelado del paisaje, y que, a escala humana, apenas es detectable; y la erosión antrópica o erosión acelerada, cuyo origen está en el uso inadecuado de los recursos naturales por el hombre, con marcadas consecuencias negativas de tipo ambiental, económico y social, por lo que debe tenerse siempre en cuenta a la hora de planificar el aprovechamiento y gestión de dichos recursos.

La erosión hídrica está estrechamente relacionada con el ciclo hidrológico y se manifiesta de varias formas, pudiéndose distinguir en primer lugar entre erosión en superficie, erosión lineal a lo largo de cauces fluviales o torrenciales y erosión en profundidad (movimientos en masa), causada por un desequilibrio gravitacional donde el agua es factor desencadenante pero no agente erosivo ni de transporte.

Dentro de la erosión en superficie se habla, a su vez, de erosión laminar, erosión en regueros y erosión en cárcavas o barrancos. Este tipo de erosión consta básicamente de dos fases: desgaste o disgregación del suelo por la acción del agua de lluvia y transporte de las partículas por el flujo de agua en sus distintas formas.

Los factores que intervienen en la erosión hídrica son, en síntesis, cinco: precipitación, suelo, relieve, vegetación y uso del suelo.

En cuanto a la erosión eólica, los factores que se consideran son, básicamente, la velocidad y duración de las rachas de viento, las características del suelo, la vegetación, el uso del suelo y el relieve.

Siguiendo la clasificación anterior, el presente trabajo se estructura en cinco módulos correspondientes a otras tantas formas de erosión que son inventariadas y cartografiadas:

1. Erosión laminar y en regueros.
2. Erosión en cárcavas y barrancos.
3. Movimientos en masa.

4. Erosión en cauces.

5. Erosión eólica.

Para la elaboración de todos los módulos se aprovechan las potencialidades que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el manejo de cartografía en formato digital y bases de datos asociadas. El SIG permite almacenar y procesar el gran volumen de información necesario, realizar las superposiciones cartográficas requeridas y aplicar los modelos cuantitativos y cualitativos utilizados. Por otra parte, desde el SIG se extraen las tablas de superficies incorporadas en esta publicación, así como las salidas gráficas correspondientes.

2.2. erosión laminar y en regueros

2.2.1 conceptos previos

Para la elaboración del presente módulo del Inventario Nacional de Erosión de Suelos se ha utilizado el modelo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada), porque permite determinar las pérdidas que se ocasionan en el suelo de una manera objetiva, a partir del cálculo de los distintos factores que intervienen en el proceso erosivo.

El modelo RUSLE es la mejor tecnología disponible para la estimación de promedios anuales de pérdidas de suelo, de cara a inventariar y cartografiar la erosión, y está enfocada hacia planes específicos de restauración medioambiental y conservación del suelo. La técnica utilizada para desarrollar el modelo RUSLE es científicamente robusta, por la gran riqueza de datos recogidos. Además, es un modelo reconocido en todo el mundo y su aplicación está muy extendida dentro de la comunidad científica y en el área de la conservación de los recursos naturales. Se puede concluir que este modelo recoge una experiencia de más de 50 años en el estudio de la erosión y permite obtener resultados fiables como base para el desarrollo de planes de ordenación, conservación y manejo a escala regional.

La ecuación básica del modelo RUSLE para la estimación de las pérdidas medias de suelo como consecuencia de la erosión hídrica laminar y en regueros, es la siguiente:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

donde:

- A: pérdidas de suelo por unidad de superficie para el periodo de tiempo considerado. Se obtiene por el producto de los factores siguientes:
- R: Factor lluvia (índice de erosión pluvial). Es el número de unidades del índice de erosión ($E \times I_{30}$) en el período considerado, donde E es la energía cinética de una precipitación determinada e I_{30} es la intensidad máxima en 30 minutos de la misma. El índice de erosión es una medida de la fuerza erosiva de una precipitación determinada.
- K: Factor erosionabilidad del suelo. Es el valor de las pérdidas de suelo por unidades del índice de erosión pluvial, para un suelo determinado en barbecho continuo, con una pendiente del 9% y una longitud de ladera de 22,1 m.
- L: Factor longitud de ladera. Es la relación entre la pérdida de suelo para una longitud de ladera determinada y la pérdida para una longitud de 22,1 m del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.

- S: Factor pendiente. Es la relación entre las pérdidas para una pendiente determinada y las pérdidas para una pendiente del 9% del mismo tipo de suelo y vegetación o uso.
- C: Factor cubierta y manejo. Es la relación entre las pérdidas de suelo en un terreno cultivado en condiciones específicas o con determinada vegetación natural y las pérdidas correspondientes de un suelo en barbecho continuo.
- P: Factor de prácticas de conservación del suelo. Es la relación entre las pérdidas de suelo con cultivo a nivel, en fajas, en terrazas, en bancales o con drenaje subsuperficial, y las pérdidas de suelo correspondientes a labor en línea de máxima pendiente.

A continuación se describe la forma en que se ha de calcular cada uno de estos factores.

2.2.2 cálculo de los factores del modelo RUSLE

El objetivo del trabajo es obtener una cartografía, en formato gráfico y digital, de niveles cuantitativos actuales de pérdidas medias anuales de suelo por erosión hídrica superficial de tipo laminar o en regueros, mediante la aplicación del modelo RUSLE. Esto supone el cálculo y la obtención de cartografía de los distintos factores considerados por dicho modelo:

El factor R se establece independientemente a partir de los datos pluviométricos de estaciones meteorológicas seleccionadas, aplicando las ecuaciones de regresión existentes.

El factor LS se determina también de forma independiente a partir de un modelo digital de elevaciones.

Para la determinación de los factores K, C y P se realiza previamente una estratificación del territorio de cara a su muestreo sistemático en campo. La estratificación se establece a partir de la superposición de las siguientes capas temáticas:

- subregiones fitoclimáticas;
- altitud;
- pendiente;
- orientación;
- litología;
- vegetación y usos de suelo.

Una vez obtenidos los estratos, se determinan los puntos de muestreo (parcelas) mediante la superposición de una malla de 5x5 km, obtenida de la simplificación de la malla UTM. De esta forma resulta un punto de muestreo cada 2.500 ha.

En los estratos que resultan insuficientemente muestreados se aumenta la intensidad de muestreo, lo que puede suponer un incremento de hasta un 10% en el número de parcelas.

Tras la realización de los trabajos de campo y el análisis de los datos obtenidos se determinan los valores medios por estrato de los factores K, C y P.

2.2.3 levantamiento de parcelas de campo

Se realiza mediante la cumplimentación de un estadillo de campo sobre el que se vuelca la información inicial disponible, extraída tanto del Sistema de Información Geográfica, como de las parcelas coincidentes del Inventario Forestal Nacional.

Los equipos de campo están dirigidos por técnicos forestales y agrícolas y reciben una formación previa que incluye ejercicios prácticos de levantamiento de parcelas.

Inicialmente, se prepara la documentación y el material de campo necesario, incluyendo cartografía básica y temática, ortofotos o imágenes satélite, GPS, teléfono móvil, cámara fotográfica, estadillos, cinta métrica, azada, pico, pala, dinamómetro, bolsas y etiquetas para toma de muestras de suelo, clisímetro o hipsómetro, brújula, lupa cuentahilos, material de escritura, manual de campo, guía botánica, libro de claves y material de seguridad y salud laboral.

Los equipos se desplazan en vehículo todo terreno con conductor, provistos de las oportunas acreditaciones. Además, para facilitar el acceso a todos los puntos, se solicita la colaboración de los servicios forestales y oficinas comarcales agrarias de la provincia.

El proceso que se sigue en el trabajo de campo es el siguiente:

- Identificación del punto de muestreo en cartografía y ortofoto.
- Grabación de las coordenadas del punto en el GPS.
- Determinación de la mejor vía de acceso.

- Acceso al punto, descripción de la vía de acceso y dibujo de croquis.
- Recorrido o visualización de la tesela muestreada en un radio de 0,5 km alrededor del punto, buscando la zona más representativa del estrato.
- Identificación de la parcela y comprobación o corrección de los datos iniciales (vegetación y uso del suelo, litofacies erosiva, pendiente, orientación y altitud).
- Observaciones sobre la cubierta vegetal, por pisos (pies mayores, pies menores, regeneración, matorral y herbáceas): especies, densidad, fracción de cabida cubierta, altura y forma de copa.
- Observaciones para cubiertas agrícolas: riego, rotación, ciclo de cultivo, labores u operaciones, maquinaria, marco de plantación, tratamiento del rastrojo y características del barbecho.
- Prácticas de conservación de suelos: identificación y mediciones.
- Cubierta en contacto con el suelo: cobertura, tipo y espesor.
- Manifestaciones erosivas observadas. Pastoreo.
- Rugosidad superficial.
- Características del horizonte superficial del suelo (profundidad, humedad, estructura, presencia de raíces), toma de muestra y etiquetado para su posterior análisis.
- Porcentaje estimado de afloramientos rocosos en superficie.
- Eventos anteriores (labores agrícolas, preparación del suelo, cortas, tratamientos selvícolas, incendios, etc.) y tiempo transcurrido.
- Observaciones e incidencias.
- Toma de fotografías.
- Señalamiento de la parcela sobre el terreno.

Paralelamente o con posterioridad se realiza un control de calidad mediante la repetición o realización supervisada de un 10% de las parcelas.

Por otra parte, la Dirección Técnica muestrea al azar algunas de las parcelas estudiadas, contrastando la bondad y exactitud de los datos obtenidos.

Finalmente, tal y como se detalla más adelante, el trabajo de campo incluye también la recopilación de información, por parte de un especialista agrícola, sobre las características de los cultivos de la provincia (rotaciones, labores, etc.), para completar los datos recogidos en el levantamiento de parcelas de cara al cálculo del factor C.

2.2.4 análisis de muestras de suelo

Todas las muestras de suelo tomadas en campo son enviadas a laboratorios de probada solvencia para el análisis de sus parámetros de textura y materia orgánica, necesarios para la determinación del factor K, así como para la determinación de la biomasa de raíces, necesaria para el cálculo del factor C, y del contenido de caliza activa, que interviene en la estimación de la erosión eólica.

2.2.5 proceso de datos

Paralelamente a la realización del trabajo de campo, se procede a la grabación en base de datos de toda la información recopilada en los estadillos, además de los resultados del laboratorio de análisis de suelos. Esto permite un manejo rápido y eficaz de los datos, así como un posterior almacenamiento.

Grabada toda la información se realiza un filtrado de la misma, para detectar posibles errores y se procede al cálculo por parcela de los factores K, C y P del modelo RUSLE.

El proceso completo se esquematiza en la figura 1.

FACTOR K: EROSIONABILIDAD DEL SUELO

El cálculo se basa fundamentalmente en los resultados de los análisis de muestras de suelo por parte del laboratorio, aunque también se tienen en cuenta datos de campo, como por ejemplo la estructura. En la figura 2 queda recogido el proceso de cálculo de forma simplificada.

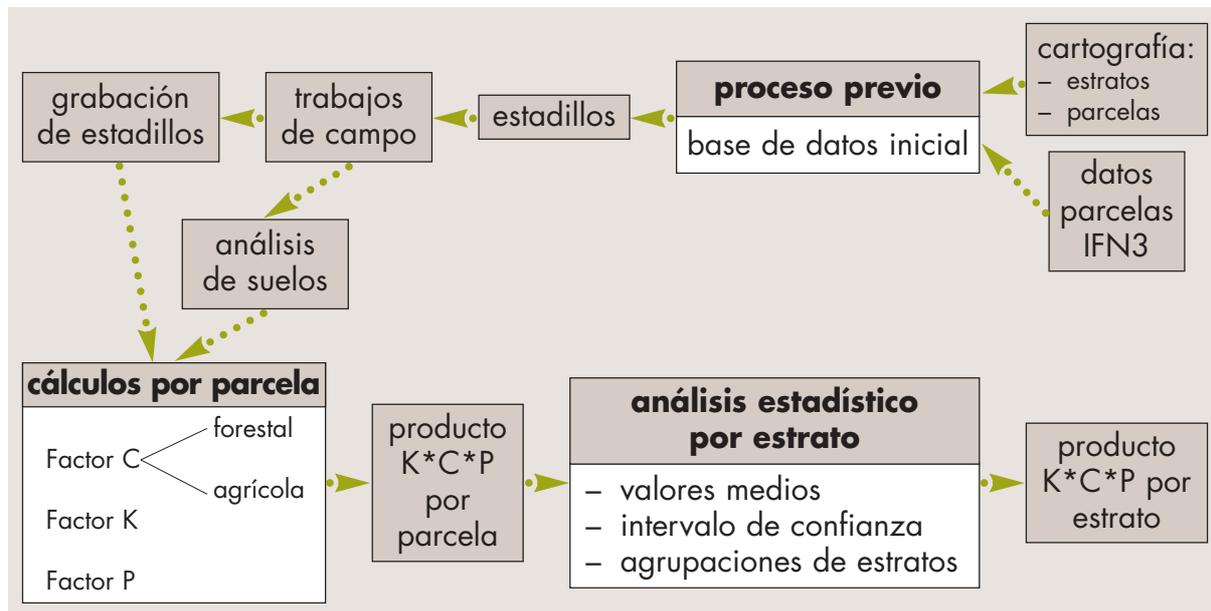


Figura 1. Esquema del proceso de datos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

FACTOR P: PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DEL SUELO

Las principales prácticas de conservación del suelo que se tienen en cuenta a la hora de realizar el cálculo de este factor son: cultivos a nivel, cultivos en terrazas, cultivos en bancales, cultivos en fajas y drenajes. Cada una de ellas tiene un tratamiento distinto de cálculo, destacando fundamentalmente la importancia de la altura de los caballones y la distancia de separación entre las líneas de cultivo, sin olvidar la influencia de la pendiente, en la disminución de la erosión. La mayor parte de estos parámetros se toman directamente en campo, aunque también son necesarios cálculos previos de gabinete para obtener, por ejemplo, la escorrentía generada por una tormenta de 10 años de recurrencia. En la figura 3 se expone el esquema del proceso de cálculo de este factor.

FACTOR C: CUBIERTA VEGETAL Y MANEJO

Es el factor más complejo de calcular. El procedimiento de cálculo varía según se trate de cubiertas forestales permanentes o de cubiertas agrícolas variables a lo largo de un ciclo de cultivo.

Es importante resaltar, en ambos casos, la introducción de un nuevo subfactor no considerado en los manuales originales del modelo RUSLE, pero cuya incorporación se ha considerado necesaria para acercar las estimaciones de pérdidas de suelo a la realidad. Dicho subfactor se ha denominado rocosidad, y se basa en la disminución proporcional de la erosión debido al porcentaje de suelo cubierto por afloramientos rocosos.

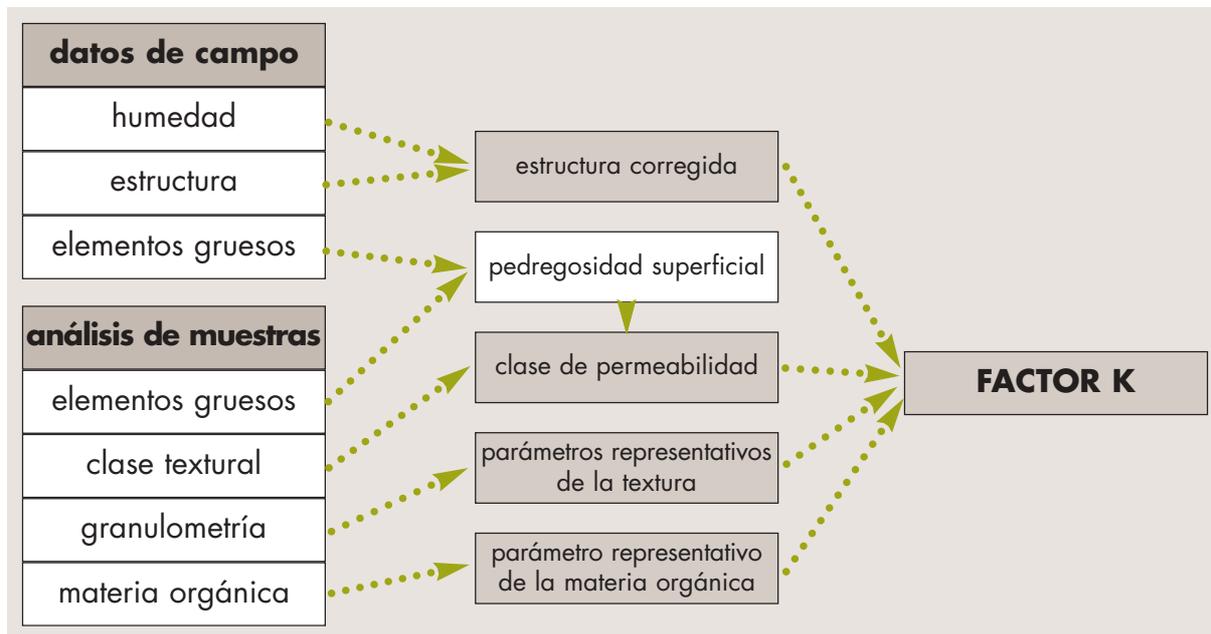


Figura 2. Esquema del proceso de cálculo del factor K.

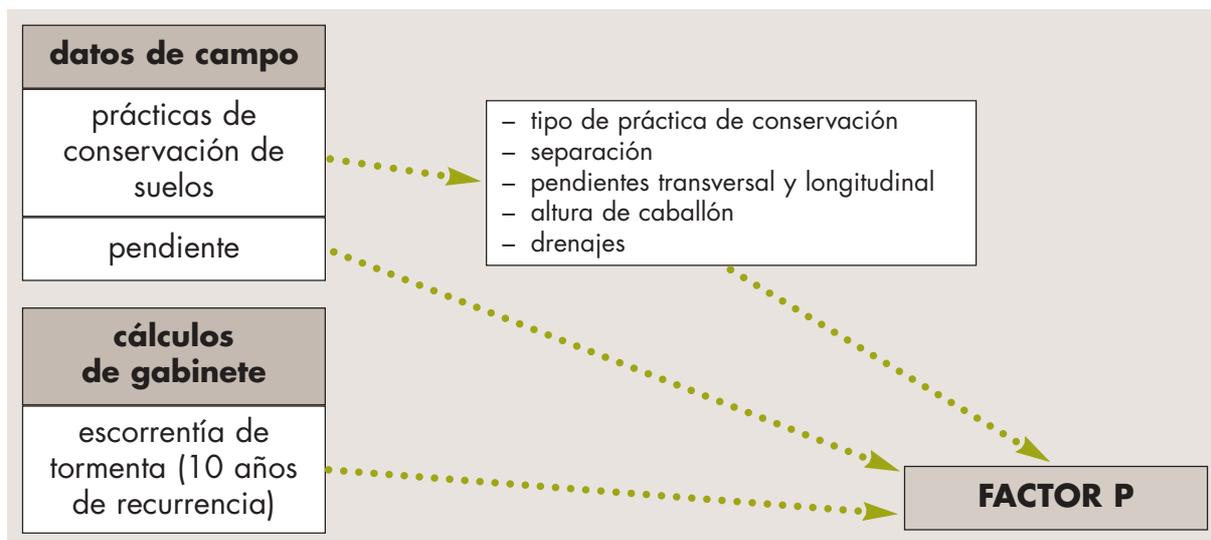


Figura 3. Esquema del proceso de cálculo del factor P.

- Cubiertas permanentes

Debido a la invariabilidad interanual que se supone en las condiciones de estas cubiertas, el cálculo del factor C es más sencillo que en las cubiertas agrícolas puesto que en este caso se calcula un único valor anual para cada subfactor. En la figura 4 se expone el esquema de este proceso de cálculo.

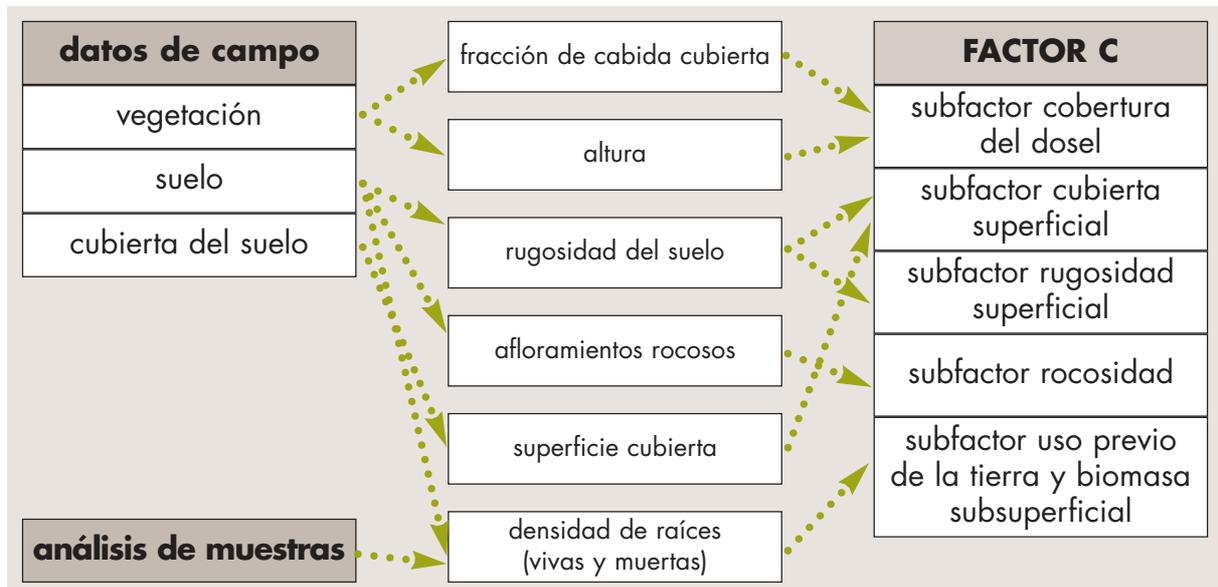


Figura 4. Esquema del proceso de cálculo del factor C en cubiertas permanentes.

En este cálculo se tiene en cuenta la incidencia de los incendios forestales sobre formaciones arboladas cuando su recurrencia estimada, para un municipio y un tipo de formación concretos, es inferior a 10 años. Las estadísticas de incendios forestales proceden del Área de Defensa contra Incendios Forestales de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (Ministerio de Medio Ambiente).

– Cubiertas agrícolas

Antes de empezar a procesar los datos para el cálculo del factor C correspondiente a los cultivos agrícolas, un especialista agrícola recopila información acerca de los cultivos de la provincia. Para ello se entrevista con los técnicos de las oficinas comarcales agrarias, con el propósito de conocer de primera mano los siguientes aspectos:

- Fichas de cultivo: se trata de obtener información sobre las labores de cultivo, maquinaria empleada, momento en el que se realizan las labores, alturas y fracciones de cabida cubierta del cultivo en cada periodo de su ciclo, etc. Para ello se encuesta sobre los cultivos más representativos de cada comarca agraria.
- Rotaciones más comunes en la comarca.
- Tratamientos de los residuos de cultivo, métodos de riego, técnicas de mantenimiento más empleadas en los cultivos leñosos de la comarca, etc.
- Realidad agrícola de la comarca: presencia de ganadería, tipos de ayudas a las que se acogen mayoritariamente los agricultores, etc.

A partir de los estadillos de campo y teniendo en cuenta la información previa recopilada, el especialista agrícola determina como punto de partida qué rotación de cultivos puede asignarse a cada parcela, para con posterioridad proceder al cálculo del factor C.

La peculiaridad del cálculo del factor C en las zonas agrícolas es la variabilidad del mismo en el tiempo, imposible de inventariar con un único muestreo, por lo que el especialista debe estimar dichas variaciones a partir de la información recopilada. Aquí se establece una división del año en doce periodos mensuales, para cada uno de los cuales se establecen los valores de los distintos subfactores, expuestos en la figura 4.

2.2.6 análisis estadístico

Con posterioridad al cálculo de los factores K, C y P, se procede a la obtención del producto de los tres factores en cada parcela, determinando el valor medio de dicho producto por estrato.

Una vez realizada esta operación, se evalúan los resultados mediante un análisis estadístico de dispersión, para lo que se aplica la t de Student con los siguientes niveles de confianza: 95, 90 y 80%.

Utilizando como base los niveles de confianza obtenidos con el 95% de probabilidad, se procede al estudio detallado de aquellos estratos en los que aparece una dispersión muy alta, ya sea en valores absolutos o relativos al valor medio. De este estudio se infiere la necesidad de agrupar algunos de dichos estratos con otros de características similares, aun a costa de perder algo de detalle en la cartografía final, obteniendo como resultado una disminución de la dispersión y, por tanto, una mayor fiabilidad de los resultados.

Es importante reseñar que, debido a la propia naturaleza de algunos estratos, que es diversa, muchos de los valores obtenidos presentan una variabilidad que no es más que un reflejo de la diversidad en el medio natural de las múltiples variables, unas 200 en total, que intervienen en el cálculo de los tres factores.

2.2.7 cálculo de pérdidas de suelo, cartografía de niveles erosivos y tablas de resultados

Una vez establecidos los valores medios por estrato del producto K·C·P, e incorporados al Sistema de Información Geográfica, se superpone la cobertura de estratos con las correspondientes a los factores R y LS. Multiplicando los cinco

factores, se obtiene la estimación de pérdidas de suelo en cada elemento o «pixel» del territorio, en $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$.

Las pérdidas de suelo obtenidas se agrupan en niveles erosivos, elaborándose la correspondiente salida gráfica y la tabla de superficies (ha), pérdidas ($t \cdot año^{-1}$) y pérdidas medias ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$).

Una vez analizados los resultados y efectuadas las oportunas correcciones, se cruza la cobertura de pérdidas y niveles erosivos con otro tipo de información, para obtener las tablas correspondientes de superficies y/o pérdidas de suelo.

2.2.8 tolerancia a las pérdidas de suelo y clasificación cualitativa de la erosión en función de la fragilidad del suelo

La evaluación de la tolerancia a las pérdidas de suelo en un terreno, elemento básico para la ordenación agrohidrológica, depende de diversos factores, tales como la profundidad del suelo y del horizonte orgánico superficial, sus propiedades físicas, el desarrollo de los sistemas radicales de la vegetación, las pérdidas de nutrientes y sementeras, etc.

En términos agronómicos, puede definirse la pérdida tolerable de suelo como la tasa máxima de erosión permisible para que la fertilidad del suelo pueda mantenerse durante unos 25 años. Así, por ejemplo, una pérdida media anual de suelo de $12 t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ con una densidad media del horizonte superficial de $1,2 t \cdot m^{-3}$ supone una pérdida media anual de suelo de 1 mm. Si se asume que la mayor parte de la fertilidad del suelo reside en este horizonte orgánico superficial, las pérdidas anteriores serían tolerables en un suelo con una profundidad del horizonte orgánico igual o superior a 2,5 cm.

Sin embargo, en un suelo con una profundidad del horizonte fértil de sólo 1 cm, suponiendo la misma densidad media, las pérdidas tolerables serían tan sólo de unas $5 t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$.

Partiendo de los razonamientos anteriores, el Inventario Nacional de Erosión de Suelos no sólo se limita a estimar las pérdidas medias anuales de suelo mediante el modelo RUSLE, sino que trata de clasificar cualitativamente los niveles de erosión obtenidos en función de la fragilidad del suelo, definida en base a la profundidad media del horizonte orgánico superficial, estimada a su vez a partir de las observaciones en las parcelas de campo.

Esta clasificación se ha realizado sobre la base de la estratificación del territorio, obteniendo, para cada estrato, la profundidad media del horizonte orgánico. Del mapa de pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros se obtienen las pérdidas medias de suelo por estrato, que pueden transformarse en $\text{mm}\cdot\text{año}^{-1}$ teniendo en cuenta la densidad aparente media del horizonte orgánico por estrato, calculada a partir de los análisis de laboratorio. La comparación de los valores de profundidad y pérdidas medias por estrato permite estimar la vida útil del horizonte orgánico del suelo en años, pudiendo realizar una primera cualificación de la erosión por estrato en función de esta vida útil según la tabla siguiente:

Cualificación de la erosión	Vida útil (años)
Nula	—
Ligera	> 100
Baja	50-100
Moderada	25-50
Alta	10-25
Muy alta	<10

La erosión se cualifica como «Nula» únicamente en el caso de que la estimación de pérdidas de suelo sea de $0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, lo cual, dejando aparte terrenos artificiales, láminas de agua y humedales, se produce generalmente en zonas de muy alta rocosidad.

Esta cualificación inicial se modifica para tener en cuenta la existencia de suelos muy delgados, y por lo tanto, muy sensibles a la erosión, detectados en las parcelas de campo cuando se llega a la roca madre antes de los 25 cm de profundidad. Así, cuando en un estrato aparece más de un 66 % de las parcelas con estas características se aumenta en dos grados la cualificación de la erosión, y cuando aparece entre un 33% y un 66% de las parcelas, se aumenta solamente un grado.

No obstante, se realiza una corrección de esta cualificación en función de los valores absolutos de pérdidas de suelo medias por estrato en $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, puesto que tasas muy pequeñas de erosión, aun en suelos muy someros, no pueden considerarse graves, puesto que sus efectos son susceptibles de corregirse a corto plazo por la propia génesis natural de suelo o por mejoras artificiales, como son las enmiendas orgánicas y las fertilizaciones.

Por esta razón, partiendo de estudios anteriores, se establece un valor mínimo de pérdidas de suelo en cada categoría, quedando la cualificación definitiva establecida según los criterios que muestra la tabla siguiente:

Cualificación de la erosión	Vida útil (años)	Pérdidas mínimas ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)
Nula	—	—
Ligera	> 100	—
Baja	50-100	1
Moderada - Baja	25-50	2
Moderada - Alta	25-50	5
Alta	10-25	8
Muy alta	<10	12

De esta forma, si un estrato queda encuadrado en un grado determinado en función del criterio de vida útil, pero no cumple la tasa mínima de erosión, pasa al grado inferior más próximo para el que cumpla el valor mínimo.

2.2.9 comparaciones

Se realiza la comparación entre los resultados obtenidos en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos de la provincia en estudio y en el Mapa de Estados Erosivos. Dicha comparación sólo se realiza para erosión laminar y en regueros, pues es el único tipo de erosión que contemplaba el Mapa de Estados Erosivos.

2.2.10 riesgo potencial de erosión laminar y en regueros

Se entiende por erosión potencial aquella que tendría lugar teniendo en cuenta exclusivamente las condiciones de clima, geología y relieve, es decir, sin tener en cuenta la cobertura vegetal ni sus modificaciones debidas a la acción humana.

En consecuencia, la erosión potencial permite aproximarse a lo que sucedería si en una determinada zona desapareciera la cubierta vegetal, si bien este dato debe matizarse en función de la capacidad de recuperación de la vegetación, determinada fundamentalmente por las condiciones climáticas (sequía, frío,...), ya que los efectos de esa supuesta desaparición de la vegetación serán más o menos duraderos y, por tanto, más o menos graves, dependiendo del tiempo que tarde en recuperarse la cubierta.

El objetivo de este apartado es por tanto realizar una clasificación de la superficie en función de la potencialidad a presentar erosión laminar o en regueros. Para ello se han considerado únicamente los tres factores del modelo RUSLE que caracterizan dicha potencialidad: el índice de erosión pluvial (R), la erosionabilidad del suelo (K) y la topografía (LS), agrupando los resultados obtenidos (pérdidas potenciales de suelo, en $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) en niveles erosivos, tal y como se realiza con la estimación de pérdidas actuales.

Por otra parte, como ya se ha dicho, debe matizarse este resultado en función de la capacidad climática de recuperación natural de la vegetación, que se estima a partir de la clasificación en subregiones fitoclimáticas, siguiendo el siguiente criterio:

Subregiones fitoclimáticas	Capacidad climática de recuperación de la vegetación
VI(IV) ₄ , VI(VII), VI(V), VI, VIII(VI)	Alta
IV(VI) ₂ , VI(IV) ₁ , VI(IV) ₂ , VI(IV) ₃ , X(VIII), X(IX) ₁	Media
III(IV), IV(III), IV ₁ , IV ₂ , IV ₃ , IV ₄ , IV(VI) ₁ , IV(VII), X(IX) ₂	Baja

2.3 erosión en cárcavas y barrancos

El objetivo perseguido por este módulo es la identificación de estas formas de erosión que no son contempladas por el modelo RUSLE, pero sí son visibles en fotografías aéreas. Para ello se procede a la fotointerpretación de pares estereoscópicos de dichas fotografías y a la digitalización de las zonas de erosión sobre ortoimágenes digitales mediante la aplicación DINAMAP.

Las fotografías aéreas utilizadas tienen una escala 1:40.000 y corresponden a un vuelo de 1997.

Tras la identificación de una zona de erosión en los pares estereoscópicos, se localiza la misma en la ortoimagen y se digitaliza su contorno. La digitalización se realiza a una escala aproximada de 1:20.000, siendo la superficie mínima considerada para marcar una zona de cárcavas de 25 ha.

La superficie identificada como zona de cárcavas se marca con una línea envolvente cerrada lo más suave y adaptada al terreno posible. Es frecuente que las superficies de erosión estén compuestas por una red densa de cauces con las márgenes claramente acaravadas. En estos casos el criterio de digitalización consiste en englobar dichos cauces si la distancia entre ellos es menor de 100 m, mientras que cuando la separación entre cauces es superior, se marcan de forma independiente.

El trabajo cartográfico final consiste en la incorporación al sistema de información geográfica de la cartografía de zonas erosivas, en formato digital, junto con los campos esenciales de la base de datos asociada, con el fin de poderla representar en una salida gráfica y cruzarla con otro tipo de información (divisiones administrativas, unidades hidrológicas, otras formas de erosión, etc.).

2.4 movimientos en masa (erosión en profundidad)

El objetivo que se pretende consiste en realizar una zonificación del territorio según dos criterios.

1. Grados o niveles de potencialidad del territorio para que sucedan movimientos en masa:
 - nula o muy baja
 - baja o moderada
 - media
 - alta
 - muy alta

2. Tipología predominante de movimientos:
 - derrumbes en general (desprendimientos, vuelcos, hundimientos, ...)
 - deslizamientos (rotacionales y traslacionales)
 - flujos (reptaciones, solifluxiones, flujos de tierra, ...)
 - complejos o mixtos (avalanchas, corrientes de lodo, ...)

Para obtener el grado o nivel de potencialidad se cruzan las siguientes capas o niveles informativos:

- *potencialidad básica*
- *sismicidad*
- *recopilación bibliográfica* de movimientos en masa (Catálogo de Riesgos Geológicos del Instituto Geológico y Minero de España, Mapa Geotécnico 1:200.000, Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Lucha contra la Desertificación).

El grado o nivel de potencialidad lo determina fundamentalmente la potencialidad básica, que es aumentada si existen antecedentes bibliográficos o si se trata de una zona de alto riesgo sísmico.

Sobre la base de la experiencia acumulada por distintos organismos e instituciones en estudios similares, se obtienen los factores que influyen en la potencialidad básica, así como sus correspondientes pesos. En consecuencia, la potencialidad básica se obtiene cruzando tres capas informativas con distintos pesos (litofacies, 50%; pendiente, 30% y pluviometría, 20%), a las que se asignan valores según que las características sean más o menos favorables a los movimientos. Los valores de las tres capas se suman y se establecen rangos de los resultados obtenidos, que se correlacionan con los niveles o grados de potencialidad. A continuación se exponen los valores correspondientes a los factores que influyen en la potencialidad básica:

- Factor litología

Litofacies	Valor
no favorable	0
muy poco favorable	1
poco favorable	2
medianamente favorable	3
favorable	4
muy favorable	5

- Factor pendiente

Pendiente	Valor
baja (0-15%)	0
media (15-30%)	1
alta (30-100%)	2
muy alta o escarpes (>100%)	3

- Factor pluviometría: Además de considerar la pluviometría media anual, claramente correlacionable con las zonas de movimientos en masa, se contempla la torrencialidad de las precipitaciones.

Precipitación media anual (mm)	T10 (mm)*	Valor
<600	<100	0
<600	>100	1
600-1.200	<100	1
600-1.200	>100	2
>1.200	cualquiera	2

*T10: precipitación máxima en 24 horas para 10 años de recurrencia

El rango de valores para asignar la potencialidad básica es:

Potencialidad básica	Valor
nula o muy baja	0-1
baja o moderada	2-3
media	4-5
alta	6-7
muy alta	8-9-10

La tipología se obtiene de analizar las características de las formaciones geológicas o unidades cartográficas del mapa geológico 1:50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España –IGME– (Serie MAGNA):

- Tipo geotécnico (suelo blando, suelo duro, roca blanda, roca dura).
- Estructura: abundancia y disposición de discontinuidades (estratificación, esquistosidad, fracturación, ...).
- Homogeneidad o heterogeneidad de la formación.
- Potencia o espesor.
- Textura o granulometría (fina, media, equilibrada o gruesa).

En la figura 5 se esquematiza la metodología anterior:

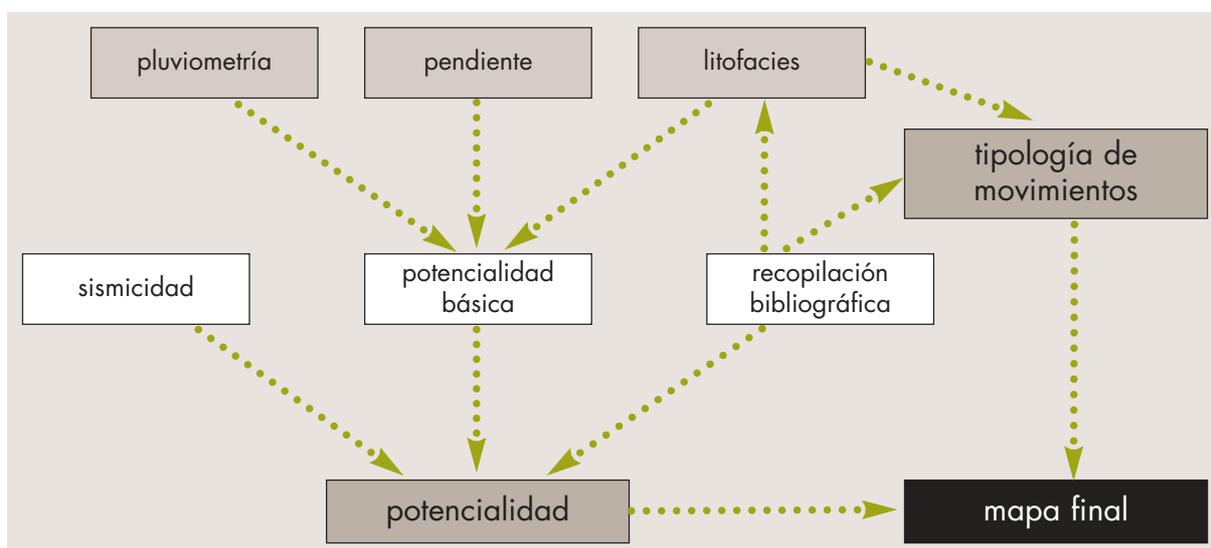


Figura 5. Esquema de la metodología para inventariar las zonas potenciales de movimientos en masa.

2.5 erosión en cauces

El objetivo de este módulo es realizar una clasificación cualitativa de las unidades hidrológicas en que se encuentra dividido el territorio en función del grado de susceptibilidad a presentar fenómenos torrenciales de erosión a lo largo de su red de drenaje.

De acuerdo con las leyes de la Hidráulica, los principios físicos que rigen el dinamismo torrencial en los cauces se basan en la comparación de dos valores para cada sección del mismo: la tensión tractiva o de arrastre, que arranca y transporta los materiales del lecho, principalmente en forma de acarreos (τ); y la tensión límite o crítica, que se opone a la anterior y resulta de la resistencia que presentan los materiales a dicho arranque y transporte (τ_o)_{cr}.

La función que rige la tensión tractiva se expresa de la forma:

$$\tau = \gamma R I$$

siendo:

- γ : peso específico del agua
- R: radio hidráulico de la sección
- I: pendiente del cauce

Por su parte, la tensión límite o crítica tiene por expresión:

$$(\tau_o)_{cr} = \Psi (\gamma_m - \gamma) d$$

siendo:

- Ψ : coeficiente que varía según distintas experiencias y autores
- d: diámetro característico de los materiales del lecho
- γ_m : peso específico de los materiales del lecho

La comparación de ambos valores existentes en un curso de agua, para una misma sección y en un momento dado, califica su estado torrencial, que tendrá lugar siempre que $\tau > (\tau_o)_{cr}$.

En base a la experiencia práctica obtenida a través del estudio de los fenómenos torrenciales en numerosas cuencas representativas de las diferentes condiciones existentes en el territorio nacional, realizado en el marco de los proyectos de restauración hidrológico-forestal, para estimar el riesgo de erosión en cauces existente en una unidad hidrológica se le asigna a cada uno de los factores que intervienen en el proceso torrencial un valor medio por unidad. Dichos factores son los que intervienen en las expresiones de tensión tractiva y tensión crítica. El primero de ellos, el peso específico del agua (γ), depende de la cantidad de arrastres de la corriente, la cual es directamente proporcional, por un lado, al grado de *erosión laminar* existente en la

cuenca, y por otro, a la propensión de la misma a presentar *movimientos en masa*. La pendiente del cauce (I) se estima en función de la *pendiente* media del terreno de la unidad hidrológica. El radio hidráulico de la sección (R) depende del caudal circulante, a su vez directamente relacionado con la *intensidad de la precipitación*, para lo que se utiliza el valor de la precipitación máxima en 24 horas con periodo de retorno de 100 años (T 100). En cuanto a los factores específicos que se oponen a la tensión de arrastre, el diámetro (d) y peso específico de los materiales (γ_m) dependen directamente de la *litología* existente, por lo que se estima, en función de las clases geológicas presentes, un valor medio de la misma.

A continuación, para cada uno de estos factores se señala la clasificación establecida y los valores asignados a cada intervalo. Mediante la combinación de todos ellos se obtiene, finalmente, el riesgo potencial de erosión en cauces por unidades hidrológicas.

– *Factor pendiente:*

Pendiente (%)	Valor
<5	1
5-10	2
10-20	3
20-30	4
30-50	5
>50	6

– *Factor litología:* En primer lugar, a cada litofacies presente en la unidad hidrológica se le asigna un valor según la tabla siguiente, en la que las distintas litofacies están agrupadas según el grado de erosionabilidad de los materiales:

Litofacies	Erosionabilidad	Valor
Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes	baja	1
Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo	baja	1
Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas	media	2
Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes	media	2
Formaciones volcánicas recientes	media	2
Formaciones volcánicas antiguas	media	2
Formaciones superficiales no consolidadas	alta	3
Formaciones superficiales consolidadas	alta	3
Rocas sedimentarias blandas	alta	3
Depósitos antrópicos	alta	3

Posteriormente se calcula la media ponderada de estos valores en función de la superficie existente de cada tipo. El valor y calificación que finalmente se asigna a la unidad hidrológica en función de esta media ponderada se da a continuación:

Media ponderada	Erosionabilidad	Valor
1-1,66	baja	1
1,66-2,33	media	2
2,33-3	alta	3

– *Factor intensidad de precipitación:*

T 100 (mm)	Valor
<50	1
50-100	2
100-150	3
150-200	4
>200	5

– *Factor erosión laminar:*

Erosión laminar ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	Valor
0-5	1
5-10	2
10-25	3
25-50	4
50-100	5
100-200	6
>200	7

– *Factor movimientos en masa:*

Potencialidad	Valor
nula o muy baja	1
baja o moderada	2
media	3
alta	4
muy alta	5

Posteriormente, igual que en el factor litología, en cada unidad hidrológica se calcula la media ponderada de estos valores en función de la superficie existente de

cada nivel. El valor y calificación que finalmente se asigna a la unidad hidrológica en función de esta media ponderada se da a continuación:

Media ponderada	Potencialidad	Valor
1-2	baja o moderada	1
2-3	media	2
3-4	alta	3
4-5	muy alta	4

Una vez asignado un valor a todos los factores para cada unidad hidrológica, éstos deben combinarse entre sí para obtener el valor cualitativo final del riesgo de erosión en cauces. La combinación de dos factores entre sí supone la suma de los valores que cada factor tiene en cada unidad hidrológica y se realiza de la siguiente manera: factor *pendiente* y factor *litología* se combinan para obtener el factor combinado *geomorfología*. A su vez, el factor *erosión laminar* se combina con el factor *movimientos en masa* para obtener el factor conjunto que se denomina *erosión*, que a su vez se combina con el factor *intensidad de precipitación* obteniendo el factor conjunto *erosión y pluviometría*. Por último, en cada unidad hidrológica se combinan el factor *geomorfología* y el factor *erosión y pluviometría*, dando como resultado un valor cualitativo de *riesgo potencial de erosión en cauces* para cada cuenca. En la figura 6 se resume el proceso seguido.

Dado que el presente trabajo se realiza con ámbito provincial, algunas unidades hidrológicas han quedado divididas por el límite administrativo. En este caso, los factores de cálculo se han obtenido para la superficie de dichas unidades hidrológicas incluida en la provincia estudiada.

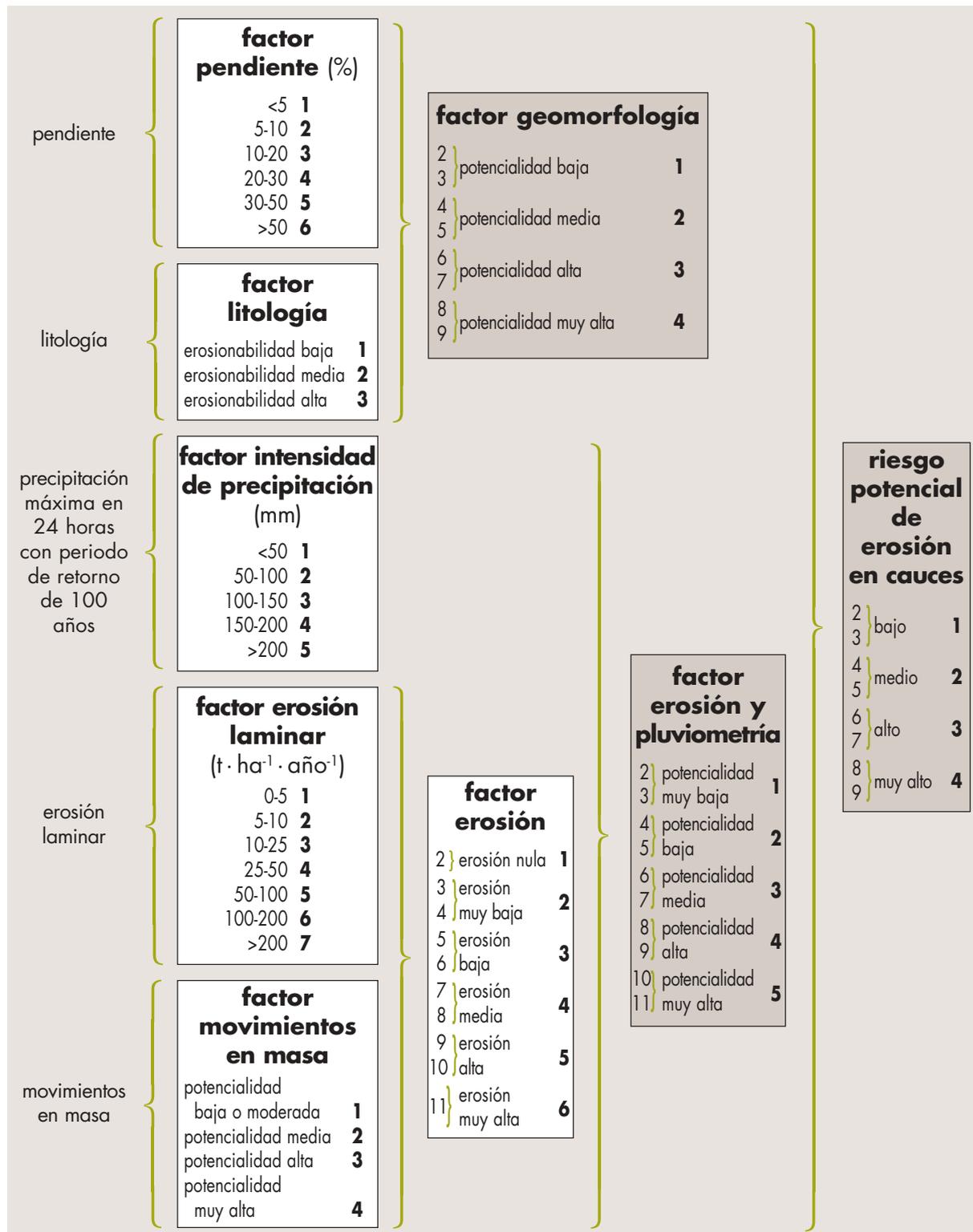


Figura 6. Esquema del proceso seguido para asignar un valor de riesgo potencial de erosión en cauces en una unidad hidrológica.

2.6 erosión eólica

Para la realización de este estudio se sigue la metodología desarrollada en la Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.), expuesta en la publicación «Métodos para el estudio de la erosión eólica» (1991) de J. Quirantes Puertas. Debido a que las causas determinantes de la erosión eólica son múltiples y actúan formando un entramado de situaciones y factores difíciles de delimitar, y al hecho de la no existencia de una red nacional suficientemente amplia de estaciones meteorológicas que aporten datos sobre los vientos, esta metodología no permitirá, a priori, cuantificar la erosión eólica, pero sí cualificarla y diferenciar áreas o paisajes erosivos diferentes.

Para definir el ámbito de estudio se identifican en primer lugar las denominadas «áreas de deflación», caracterizadas por una pendiente inferior al 10% y una superficie mínima de 2.500 ha, y que representan aquellas áreas susceptibles de sufrir erosión eólica. En ellas se estudian los factores viento, vegetación y suelo, siguiendo la metodología indicada, para obtener la clasificación final de las mismas en función del *riesgo potencial de erosión eólica*.

A las zonas exteriores a estas áreas de deflación se les asigna directamente el valor más bajo de riesgo potencial.

El factor *viento* se extrae del Mapa Eólico Nacional del Instituto Nacional de Meteorología, a escala 1:1.000.000 (figura 7). Dicho mapa no incluye los



Figura 7. Mapa Eólico Nacional (Instituto Nacional de Meteorología).

archipiélagos de Baleares y Canarias, por lo que los datos de viento correspondientes a estas comunidades autónomas se obtienen a partir de fuentes de información locales.

Una vez digitalizado el mapa, se han reclasificado los valores de la frecuencia de vientos fuertes en seis intervalos iguales, a los que se les ha dado su correspondiente valor de *índice de viento* (IV):

Días/año con velocidad de viento superior a $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Índice de viento
≤ 19	1
20-28	2
29-37	3
38-46	4
47-55	5
> 55	6

A continuación se analiza el factor *vegetación*, determinante en el grado de erosión eólica existente en una determinada zona, al actuar la cubierta vegetal como barrera protectora ante la acción del viento. Para ello se parte de la cartografía existente sobre vegetación y de la información tomada en los trabajos de campo. Así, a cada parcela de estudio se le asigna un valor de *índice de protección* (IP) en función del tipo de vegetación (Sierra *et al.*, 1991):

Vegetación	Índice de protección
arbolado denso	0,7
arbolado claro	0,5
matorral	0,6
matorral denso	0,7
matorral claro	0,5
cultivo de regadío	0,7
cultivo de secano	0,3
espartizal	0,3
improductivo	0,2

Por último se realiza el estudio del factor *suelo*, para cada parcela de campo, en dos aspectos: *erosionabilidad textural* y *erosionabilidad analítica*, ambos obtenidos a partir de los análisis de suelos realizados en laboratorio.

El grado de *erosionabilidad textural* se obtiene mediante la conjunción de, por un lado, el porcentaje de arcilla y limo, y por otro, el porcentaje de gravas existente en el

suelo. Estos valores se dividen en intervalos, a cada uno de los cuales se le asigna un determinado índice:

Contenido en arcilla (%)	Índice
>7,13	1
4,55-7,13	2
<4,55	3
Contenido en limo (%)	Índice
>43	1
25-43	2
<25	3
Contenido en grava (%)	Índice
>60	1
50-60	2
40-50	3
30-40	4
20-30	5
<20	6

El grado de *erosionabilidad analítica* se obtiene a través de los datos de contenido de caliza activa y de materia orgánica de las muestras de suelo. Los intervalos y valores asignados son los siguientes:

Contenido en caliza activa (%)	Índice
<1	1
1-3	2
3-10	3
10-30	4
30-50	5
>50	6
Contenido materia orgánica (%)	Índice
>4	1
2,4-4	2
1,5-2,4	3
0,8-1,5	4
<0,8	5

De la conjunción de los valores de erosionabilidad textural y de erosionabilidad analítica se obtiene un *índice de erosionabilidad general (leg)* para cada parcela del inventario.

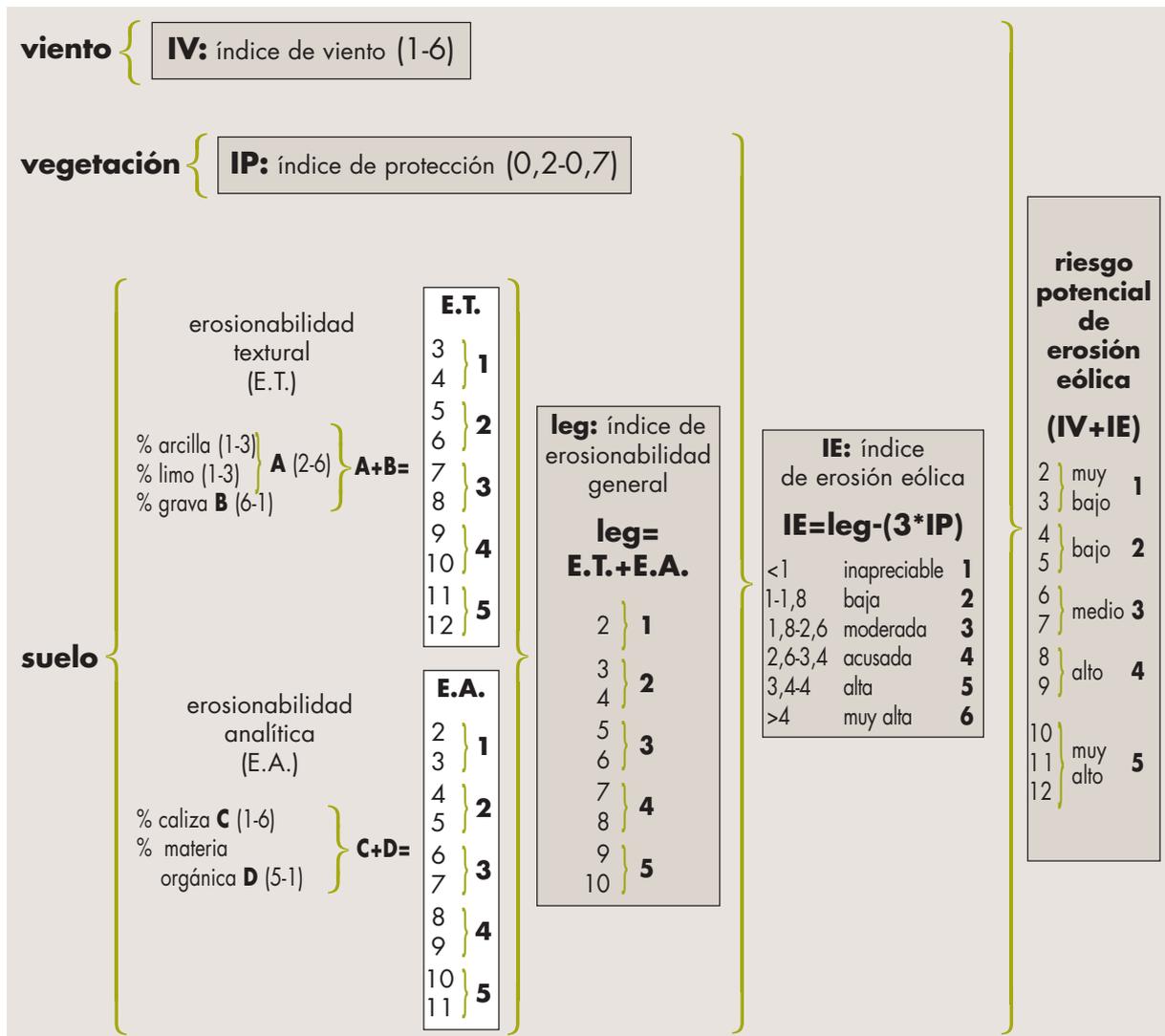


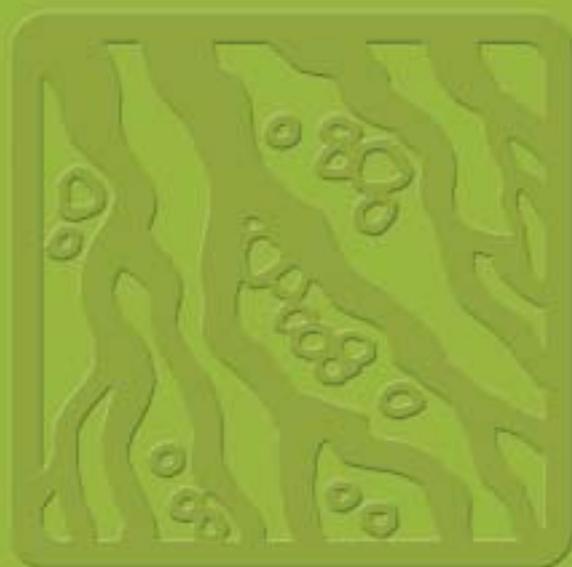
Figura 8. Esquema del cálculo del riesgo potencial de erosión eólica en áreas de deflación.

A continuación, se calcula el *índice de erosión eólica* (IE) en cada parcela, a través de expresión:

$$IE = leg - (3 \cdot IP)$$

Una vez calculado este valor por parcela, se tiene en cuenta la estratificación de la provincia en estudio (módulo de erosión laminar y en regueros), para obtener un valor medio del *índice de erosión eólica* por estrato. Finalmente, de la combinación de este último índice (IE) y el de viento (IV) se obtiene el valor de *riesgo potencial de erosión eólica*.

En la parte superior de esta página se presenta un esquema de todo el proceso (figura 8).



3. erosión laminar y en regueros



Desde los puntos de vista cuantitativo y cualitativo, la erosión hídrica superficial de tipo laminar o en regueros es la que más interesa por su influencia en la degradación de los sistemas naturales, la pérdida de productividad de la tierra y la alteración de los procesos hidrológicos, especialmente cuando se considera la erosión acelerada antrópicamente, que es la que ocasiona las grandes pérdidas de suelo y está propiciada fundamentalmente por la roturación de terrenos en pendiente, la aplicación indiscriminada de prácticas agropecuarias inadecuadas, la deforestación o las grandes obras públicas.

Dada la importancia relativa que tiene esta forma de erosión, este trabajo busca no sólo la identificación de las zonas sometidas a estos procesos, sino también la estimación cuantitativa de las pérdidas de suelo que origina, mediante la aplicación de un modelo adecuado, para así obtener una cartografía de niveles erosivos actuales.

Tal y como se explica en la Metodología, la erosión laminar y en regueros se estima de forma cuantitativa mediante la aplicación del modelo RUSLE, que permite determinar las pérdidas de suelo medias anuales por unidad de superficie.

Para su representación y análisis se agrupan los valores de pérdidas medias de suelo, obtenidos en cada unidad elemental del territorio, en intervalos fijos denominados niveles erosivos.

El reparto porcentual de la superficie geográfica entre los diferentes niveles erosivos constituye por tanto el indicador principal que se proporciona para cada división territorial considerada, además del valor total de pérdidas de suelo anuales y el valor medio de pérdidas anuales por unidad de superficie.

En las tablas y mapas siguientes se recoge, en primer lugar, la información de partida utilizada para la aplicación del modelo, ya sea climática, fisiográfica, litológica o de cubierta vegetal y uso del suelo.

Posteriormente se resumen los datos referentes a la estratificación del territorio, el diseño del muestreo de campo y el proceso de datos.

Seguidamente figura el mapa final de niveles erosivos y las tablas que permiten realizar el análisis de los resultados obtenidos según los principales factores que intervienen en el fenómeno y según las distintas clasificaciones territoriales.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se realiza también la cualificación de los valores de erosión obtenidos en función de la fragilidad del suelo o tolerancia a la erosión, estimada a su vez a partir del espesor del horizonte orgánico y la profundidad total del perfil del suelo.



A continuación, se comparan los resultados obtenidos con la información disponible en los Mapas de Estados Erosivos, con todas las salvedades respecto a las diferencias metodológicas y de escala existentes entre ambos trabajos.

Finalmente, se presenta una estimación del riesgo potencial de erosión laminar y en regueros, obtenida considerando únicamente los factores físicos del proceso (precipitación, suelo y relieve).



3.1 información de partida



A) climatología

La información climática de partida utilizada para el estudio de la erosión laminar y en regueros se resume en los siguientes mapas y sus correspondientes tablas:

Mapa 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Murcia.

Tabla 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Murcia.

Mapa 3.1.2 subregiones fitoclimáticas.

Tabla 3.1.2 superficies según subregiones fitoclimáticas.

Mapa 3.1.3 precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10).

Tabla 3.1.3 superficies según intervalos de T10.

Mapa 3.1.4 factor R (índice de erosión pluvial).

Tabla 3.1.4 superficies según intervalos del factor R (índice de erosión pluvial).

En el CD-ROM adjunto se incluye además la siguiente tabla:

Tabla 3.1.1.b estaciones meteorológicas utilizadas de las provincias limítrofes con Murcia.



Mapa 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Murcia



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Murcia

Indicativo	Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Tipo
5057	MORATALLA-CAÑADA DE LA CRUZ	02°16'57" W	38°01'45"	1.271	T
7002	ÁGUILAS DIPUTACIÓN	01°35'00" W	37°24'40"	20	T
7011	CARTAGENA H. E.	00°59'39" W	37°36'52"	15	T
7013	CARTAGENA PUERTO	00°58'00" W	37°34'12"	10	T
7016	EL ALGAR	00°52'02" W	37°38'50"	40	T
7019	SALINAS DE CABO DE PALOS	00°43'02" W	37°38'15"	1	P
7020	CORVERA	01°09'26" W	37°49'50"	280	P
7021	MURCIA SAN MAGÍN	01°09'17" W	37°49'32"	260	P
7023	FUENTE ÁLAMO C. H. SEGURA	01°10'11" W	37°43'25"	140	T
7025	LOS MARTÍNEZ DEL PUERTO	01°04'49" W	37°49'04"	160	P
7026	POZO ESTRECHO	00°59'36" W	37°42'44"	50	T
7029	SUCINA	00°56'32" W	37°53'25"	203	P
7031	MURCIA/SAN JAVIER	00°48'08" W	37°47'12"	2	C
7080	BENÍZAR	01°58'59" W	38°16'25"	899	T
7083	EMBALSE DE CENAJO	01°46'37" W	38°21'53"	360	T
7111	MORATALLA EL CHOPILLO	01°47'25" W	38°18'18"	420	T
7113	MORATALLA CAMPO DE SAN JUAN	02°05'55" W	38°10'35"	1.150	T
7114	MORATALLA C. H. SEGURA	01°53'37" W	38°11'52"	680	T
7115	MORATALLA CASA ULEA	01°48'41" W	38°11'58"	450	P
7116	CALASPARRA C. F. ESTACION	01°41'12" W	38°16'18"	390	P
7117	MORATALLA BEBEDOR ABAJO	02°03'27" W	38°08'25"	1.085	T
7127	BULLAS EL CARRASCALEJO	01°42'32" W	38°03'48"	604	P
7129	EMBALSE ALFONSO XIII	01°35'49" W	38°13'15"	312	T
7131	CIEZA LOS ALMADENES	01°33'25" W	38°14'12"	200	T
7150	ABARÁN SIERRA DE LA PILA	01°19'37" W	38°15'02"	300	T
7151	ABARÁN SIERRA DEL ORO	01°25'22" W	38°11'15"	400	T
7152	ABARÁN	01°24'10" W	38°12'27"	180	T
7154	BLANCA GRUPO ESCOLAR	01°22'39" W	38°10'41"	140	P
7155	BLANCA CASA FORESTAL	01°19'47" W	38°11'05"	240	T
7156	RICOTE LA CALERA	01°22'58" W	38°08'46"	480	T
7168	EMBALSE DE LA CIERVA	01°29'17" W	38°03'40"	395	T
7170	PLIEGO	01°30'21" W	37°59'25"	381	P
7182	MURCIA ALFONSO X	01°07'42" W	37°59'28"	57	T
7190	LORCA-TIRIEZA ALTA	01°59'37" W	37°41'57"	790	P
7198	EMBALSE DE VALDEINFIERNO	01°57'59" W	37°48'12"	690	T
7205	EMBALSE DE PUENTES	01°49'09" W	37°44'12"	450	T
7206	ZARZADILLA DE TOTANA	01°42'27" W	37°52'40"	861	T
7207	LORCA LA JUNCOSA	01°40'27" W	37°47'35"	580	P

Tipos de estaciones: C: completa; T: termopluviométrica; P: pluviométrica.

sigue,



Tabla 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Murcia (cont.)

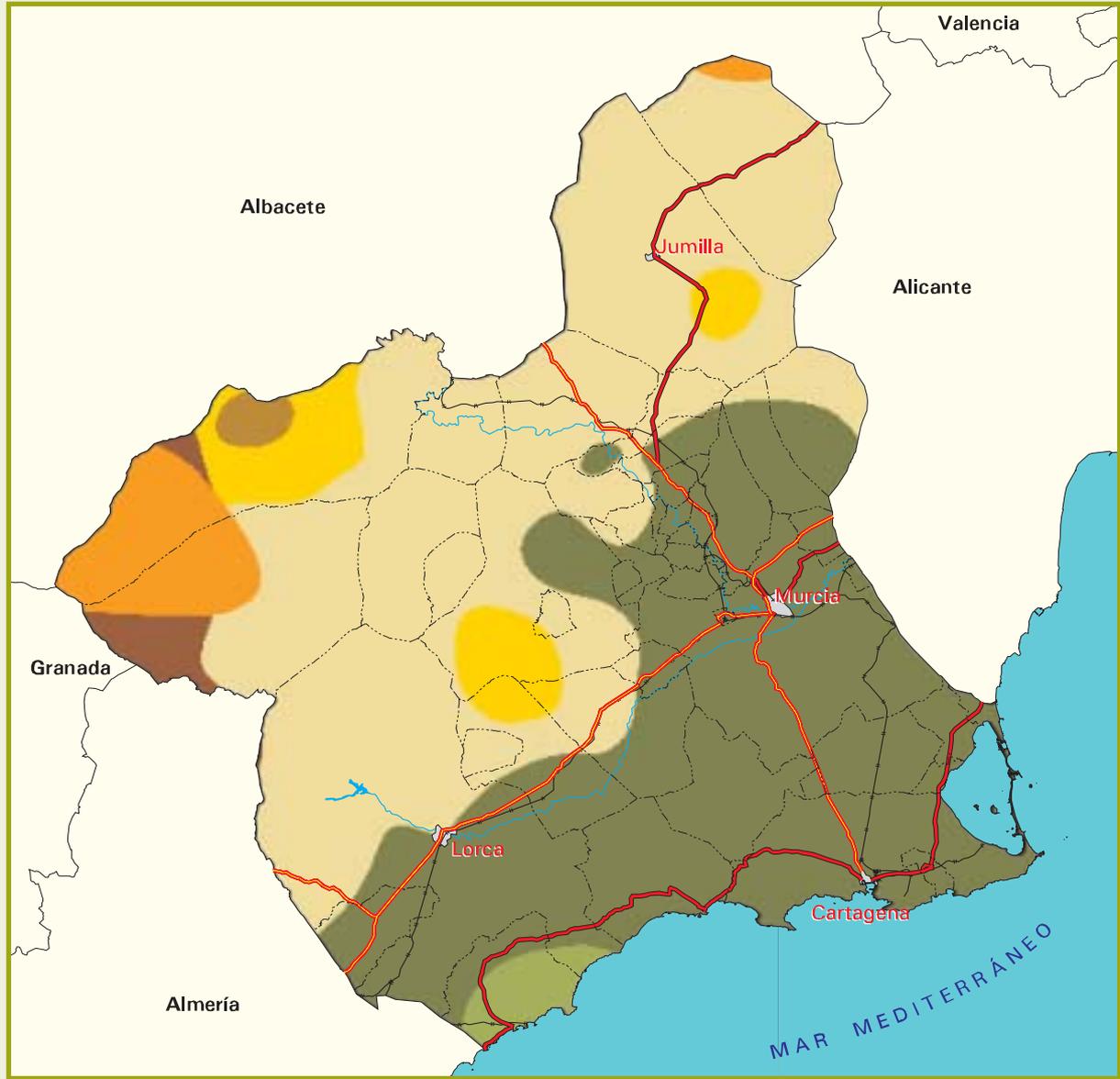
Indicativo	Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Tipo
7209	LORCA EST. CEREALICULTURA	01°41'22" W	37°39'12"	320	C
7211	PUERTO LUMBRERAS C. H. SEGURA	01°48'36" W	37°33'42"	465	T
7215	TOTANA LA CARRASCA	01°35'00" W	37°51'25"	1.200	P
7216	TOTANA MORTI	01°32'09" W	37°47'55"	480	P
7217	TOTANA PRESA DEL PARETÓN	01°27'29" W	37°43'24"	200	T
7218	TOTANA I. L.	01°30'09" W	37°45'42"	225	T
7219	ALHAMA HUERTA ESPUÑA	01°31'00" W	37°51'27"	760	T
7220	ALHAMA LOS QUEMADOS	01°28'59" W	37°52'57"	705	P
7226	LIBRILLA	01°21'22" W	37°53'11"	168	T
7228	MURCIA/ALCANTARILLA	01°13'47" W	37°57'28"	85	C
7231	BENIAJÁN C. H. SEGURA	01°04'25" W	37°58'32"	50	T
7232	SANTOMERA	01°02'55" W	38°03'36"	36	P
7233	LLANO DE BRUJAS	01°03'37" W	38°00'08"	34	T
7237	FORTUNA	01°07'27" W	38°10'35"	192	T
7238	MURCIA LOS CUADROS	01°06'06" W	38°04'32"	100	T
7239	EMBALSE DE SANTOMERA	01°05'25" W	38°05'30"	90	T
7250	ABANILLA C. H. SEGURA	01°02'26" W	38°12'28"	222	T
7275	YECLA C. H. SEGURA	01°06'09" W	38°37'25"	605	T
7276	YECLA CASA CLAVERO	01°06'07" W	38°34'35"	570	T
7026U	TORRE PACHECO C. CAP. AGRARIA	00°57'57" W	37°44'32"	50	T
7028I	TORREPACHECO TORRE BLANCA	00°54'15" W	37°46'40"	38	T
7028U	MURCIA "AVILESES"	00°56'52" W	37°50'48"	130	T
7069C	MORATALLA 'CASAS DE ALFARO'	02°12'59" W	38°07'17"	1.280	T
7119U	CEHEGÍN-LOS ROSALES	01°48'10" W	38°05'00"	580	T
7120E	EMBALSE DE ARGOS	01°44'09" W	38°10'28"	440	T
7161A	ARCHENA H. E.	01°17'35" W	38°06'57"	100	T
7218A	TOTANA SR. MUÑOZ	01°30'12" W	37°47'05"	300	T
7221F	ALHAMA DE MURCIA EL PRAICO	01°25'07" W	37°51'22"	210	P

Tipos de estaciones: C: completa; T: termopluiométrica; P: pluviométrica.





Mapa 3.1.2 subregiones fitoclimáticas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Subregiones fitoclimáticas	
	III(V) Sahariano subhúmedo
	IV(III) Mediterráneo subsahariano
	IV1 Mediterráneo genuino
	IV3 Mediterráneo genuino
	IV4 Mediterráneo genuino
	IV(VI)1 Mediterráneo subnemoral
	VI(IV)1 Nemoromediterráneo genuino

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
 Elaboración propia según J.L. Allué, 1990.

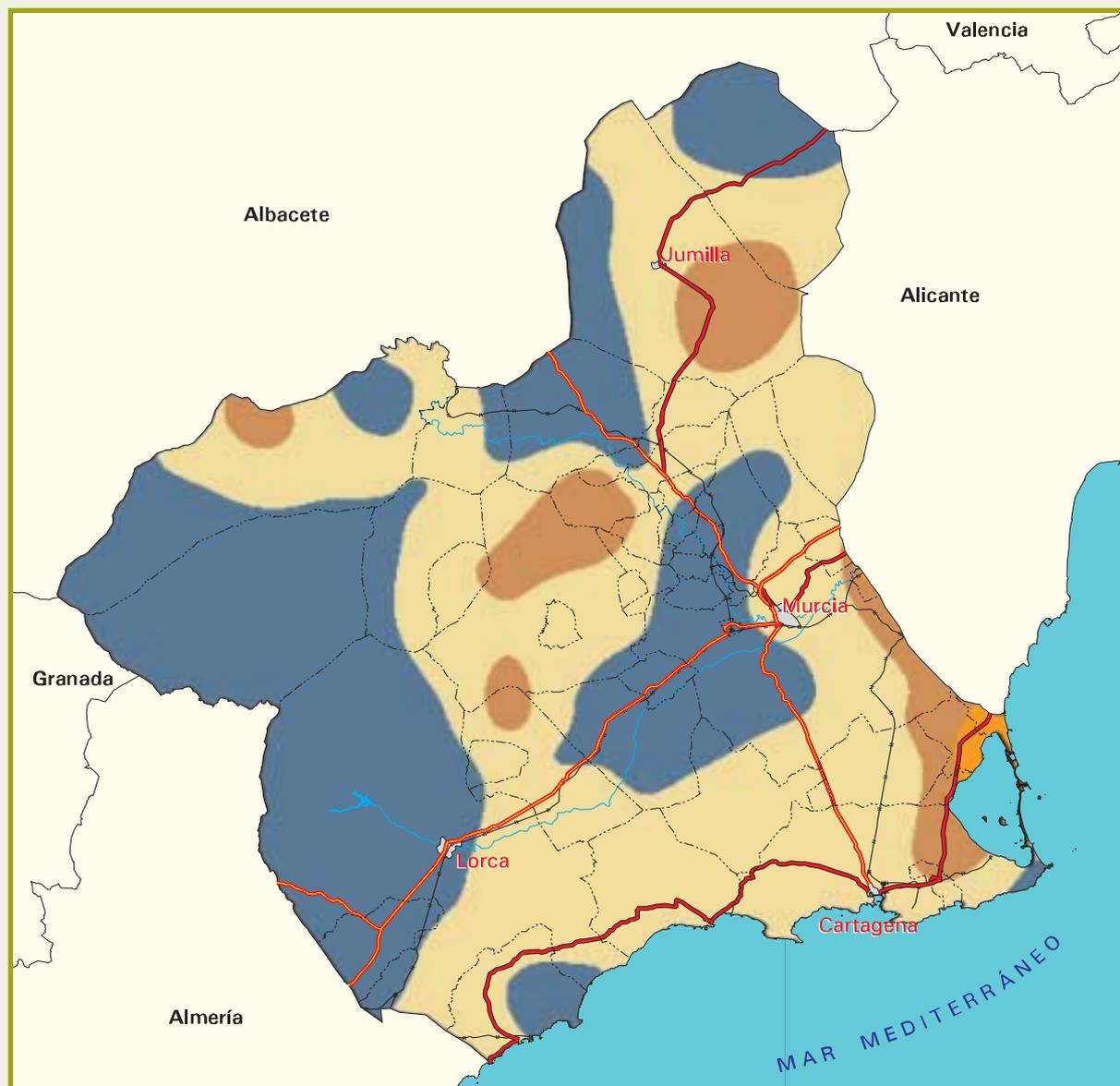


Tabla 3.1.2 superficies según subregiones fitoclimáticas

Subregiones fitoclimáticas		Superficie geográfica	
		ha	%
III(IV)	Sahariano subhúmedo	18.596,90	1,64
IV(III)	Mediterráneo subsahariano	458.999,82	40,57
IV ₁	Mediterráneo genuino	512.970,70	45,35
IV ₃	Mediterráneo genuino	61.879,11	5,47
IV ₄	Mediterráneo genuino	7.490,02	0,66
IV(VI) ₁	Mediterráneo subnemoral	16.730,05	1,48
VI(IV) ₁	Nemoromediterráneo genuino	54.593,69	4,83
TOTAL		1.131.260,29	100,00



Mapa 3.1.3 precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10)



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

T10 (mm)	
	25 a 50
	50 a 75
	75 a 100
	100 a 125
	125 a 150
	> 150

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.3 superficies según intervalos de precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10)

Precipitación máxima en 24 h para un periodo de retorno de 10 años (mm)	Superficie geográfica	
	ha	%
25-50	0,00	0,00
50-75	463.841,95	41,00
75-100	563.706,22	49,83
100-125	97.612,65	8,63
125-150	6.099,47	0,54
>150	0,00	0,00
TOTAL	1.131.260,29	100,00
Valor medio: 79,5		



Mapa 3.1.4 factor R (índice de erosión pluvial)



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Factor R ($10^{-2} \cdot J \cdot cm \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	
	0 a 50
	50 a 100
	100 a 150
	150 a 200
	> 200

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.4 superficies según intervalos del factor R (índice de erosión pluvial)

Factor R (Índice de erosión pluvial) ($10^2 \cdot \text{J} \cdot \text{cm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)	Superficie geográfica	
	ha	%
0-50	10.529,13	0,93
50-100	753.116,57	66,57
100-150	367.551,58	32,49
150-200	63,01	0,01
>200	0,00	0,00
TOTAL	1.131.260,29	100,00
Valor medio: 93,1		



B) fisiografía

La información fisiográfica de partida utilizada para el estudio de la erosión laminar y en regueros se resume en los siguientes mapas y sus correspondientes tablas de superficies:

Mapa 3.1.5 altimetría.

Tabla 3.1.5 superficies según bandas altimétricas.

Mapa 3.1.6 pendiente.

Tabla 3.1.6 superficies según intervalos de pendiente.

Mapa 3.1.7 orientación.

Tabla 3.1.7 superficies según orientación.

Mapa 3.1.8 longitud de ladera.

Tabla 3.1.8 superficies según intervalos de longitud de ladera.

Mapa 3.1.9 factor LS.

Tabla 3.1.9 superficies según intervalos del factor LS.



Mapa 3.1.5 altimetría



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Altitud (m)	
	< 500
	≥ 500

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.5 superficies según bandas altimétricas

Altitud (m)	Superficie geográfica	
	ha	%
< 500	609.712,84	53,90
≥ 500	521.547,45	46,10
TOTAL	1.131.260,29	100,00
Valor medio: 562,6		



Mapa 3.1.6 pendiente



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Pendiente (%)	
	< 5
	5 - 10
	10 - 20
	20 - 30
	30 - 50
	> 50

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.6 superficies según intervalos de pendiente

Pendiente (%)	Superficie geográfica	
	ha	%
<5	362.391,58	32,04
5-10	250.235,28	22,12
10-20	230.899,72	20,41
20-30	124.647,35	11,02
30-50	121.663,69	10,75
>50	41.422,67	3,66
TOTAL	1.131.260,29	100,00
Valor medio: 14,6		



Mapa 3.1.7 orientación



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Orientación	
	Solana
	Umbría
	Todos los vientos

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.7 superficies según orientación

Orientación	Superficie geográfica	
	ha	%
Solana	322.244,24	28,49
Umbría	196.389,19	17,36
Todos los vientos	612.626,86	54,15
TOTAL	1.131.260,29	100,00



Mapa 3.1.8 Longitud de ladera



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Longitud de ladera (m)	
	25 - 50
	50 - 100
	100 - 150
	150 - 200
	200 - 300
	> 300

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.8 superficies según intervalos de longitud de ladera

Longitud de ladera (m)	Superficie geográfica	
	ha	%
25-50	319.139,46	28,21
50-100	434.231,68	38,38
100-150	159.645,46	14,11
150-200	86.309,11	7,63
200-300	77.456,95	6,85
>300	54.477,63	4,82
TOTAL	1.131.260,29	100,00
Valor medio: 115,9		



Mapa 3.1.9 factor LS



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Factor LS	
	< 1
	1 - 2
	2 - 5
	5 - 10
	10 - 20
	20 - 40
	> 40

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.9 superficies según intervalos del factor LS

Factor LS	Superficie geográfica	
	ha	%
0-1	381.466,68	33,73
1-2	129.350,89	11,43
2-5	183.840,65	16,25
5-10	156.586,42	13,84
10-20	140.607,68	12,43
20-40	95.837,89	8,47
>40	43.570,08	3,85
TOTAL	1.131.260,29	100,00
Valor medio: 8,2		



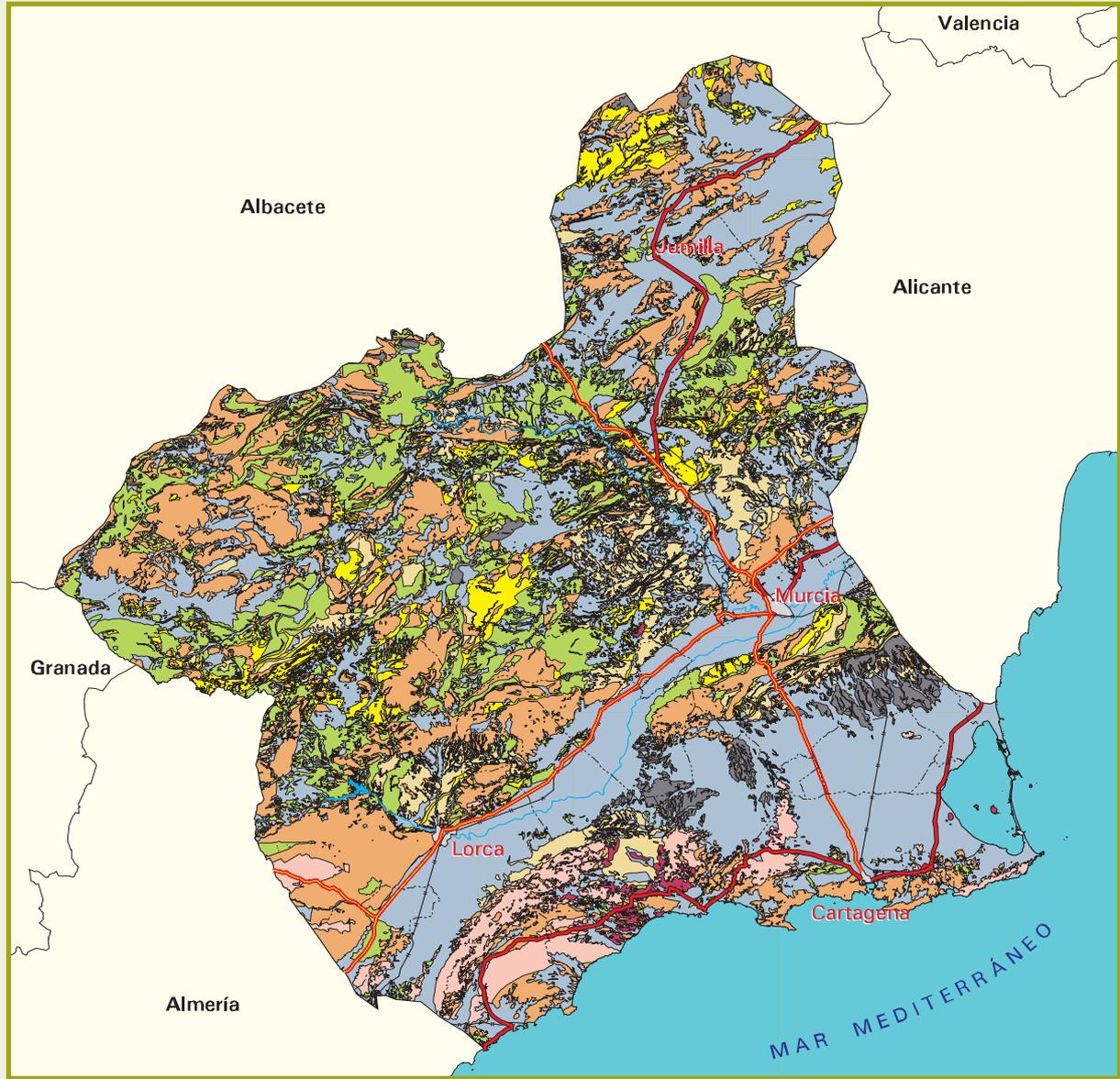
C) litología

Para la elaboración de la cartografía correspondiente al substrato geológico de los suelos, se ha realizado una agrupación litológica a partir del Mapa Geológico Nacional del IGME, a escala 1:50.000, en función de la susceptibilidad a la erosión hídrica. En la provincia de Murcia aparecen ocho litofacies erosivas, cuya descripción general es la siguiente:

- *Formaciones superficiales no consolidadas*: conos de deyección, terrazas, aluviales y coluviones.
- *Formaciones superficiales consolidadas*: antiguos conos de deyección, glaciares encostrados, eluviales y terrazas travertínicas.
- *Rocas sedimentarias blandas*: gravas, arenas, limos, arcillas y margas, principalmente.
- *Rocas sedimentarias poco resistentes, y rocas metamórficas poco resistentes o blandas*: yesos, yesos con margas, margocalizas, arcillas yesíferas, filitas y pizarras arcillosas.
- *Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras, y rocas metamórficas algo resistentes*: fundamentalmente se trata de areniscas, calizas y dolomías alternando con margas o arcillas, y de pizarras.
- *Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes*: calizas, areniscas, conglomerados, mármoles, y esquistos.
- *Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo*: cuarcitas, neises, metabasitas, ortoanfibolitas,...
- *Formaciones volcánicas antiguas*: riodacitas, fortunitas, jumilitas, veritas, andesitas y basaltos.



Mapa 3.1.10 litofacies erosivas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Superficies artificiales

Litofacies erosivas	
	Formaciones superficiales no consolidadas
	Formaciones superficiales consolidadas
	Rocas sedimentarias blandas
	Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas
	Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes...
	Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes
	Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo
	Formaciones volcánicas recientes
	Formaciones volcánicas antiguas
	Depósitos antrópicos
	Láminas de agua superficiales y humedales

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.10 agrupación litológica según susceptibilidad a la erosión hídrica

Litofacies erosivas*	Superficie geográfica	
	ha	%
Formaciones superficiales no consolidadas	468.106,20	41,37
Formaciones superficiales consolidadas	22.483,76	1,99
Rocas sedimentarias blandas	92.946,38	8,22
Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas	60.353,52	5,34
Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes y alternancia de rocas metamórficas blandas y resistentes	173.201,40	15,31
Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes	262.605,00	23,21
Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo	44.076,82	3,90
Formaciones volcánicas antiguas	6.270,00	0,55
Láminas de agua superficiales y humedales	1.217,21	0,11
TOTAL	1.131.260,29	100,0

* La superficie ocupada por núcleos urbanos aparece incluida en el tipo de litofacies erosiva correspondiente



D) vegetación y usos del suelo

Para la clasificación de la vegetación y usos del suelo se parte de la información del Mapa Forestal (MFE50), clasificando las formaciones forestales arboladas en función de los datos de especie, ocupación y fracción de cabida cubierta contenidos en dicho mapa. Dado que el MFE50 carece de información acerca de las formaciones forestales desarboladas (matorral, herbazal, desiertos y semidesiertos de vegetación) éstas se han clasificado según el nivel evolutivo definido por J. Ruiz de la Torre en el Mapa Forestal de España 1:200.000. Dicho concepto de nivel evolutivo o nivel de madurez representa el grado de organización, diversidad, acumulación de biomasa, estabilidad y papel protector de una determinada formación vegetal. Los niveles se escalonan entre el desierto y las vegetaciones estables teóricas que suponen una realización óptima y continua de la máxima potencialidad de la estación.

De este modo, en la provincia de Murcia, los tipos de formaciones que conforman las clases matorral o herbazal son las siguientes:

- Matorral o herbazal con nivel evolutivo muy alto: retamar, espinar, zarzal, garriga, parque de sabinas o enebros, aulagar y pastizal leñoso mixto.
- Matorral o herbazal con nivel evolutivo alto: romeral, albaidar, carrizal, cañaveral, lastonar mixto y pastizal estacional denso.
- Matorral o herbazal con nivel evolutivo medio: tomillar, compuestas leñosas, jaguarzal, saladar y herbazal terofítico.
- Matorral o herbazal con nivel evolutivo bajo: cultivos abandonados.

Por otra parte, la superficie de cultivos agrícolas definida en el MFE50 se ha clasificado según el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, de escala 1:50.000.



Mapa 3.1.11 vegetación y usos del suelo



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Vegetación y usos del suelo	
Forestal arbolado:	
	Con predominio de coníferas
	Con predominio de frondosas
	Mixto
Forestal desarbolado:	
	Matorral
	Matorral o herbazal
	Herbazal
	Desiertos y semidesiertos de vegetación
Cultivos agrícolas	
	Cultivos herbáceos
	Frutales
	Olivar
	Viñedo
	Praderas y pastizales
	Otros cultivos
Otras superficies	
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.11 superficies según clases de vegetación y usos del suelo

Vegetación y usos del suelo	Superficie geográfica	
	ha	%
Forestal arbolado coníferas con Fcc > 66%	28.189,22	2,49
Forestal arbolado coníferas con 33% < Fcc < 66%	154.964,05	13,70
Forestal arbolado coníferas con Fcc < 33%	107.063,14	9,46
Forestal arbolado frondosas con Fcc > 66%	919,46	0,08
Forestal arbolado frondosas con 33% < Fcc < 66%	4.335,91	0,38
Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33%	6.310,54	0,56
Forestal arbolado mixto con Fcc > 66%	860,82	0,08
Forestal arbolado mixto con 33% < Fcc < 66%	6.295,60	0,56
Forestal arbolado mixto con Fcc < 33%	5.646,90	0,50
TOTAL FORESTAL ARBOLADO	314.585,64	27,81
Matorral o herbazal con nivel evolutivo muy alto	25.751,54	2,28
Matorral o herbazal con nivel evolutivo alto	73.525,16	6,50
Matorral o herbazal con nivel evolutivo medio	8.527,73	0,75
Matorral o herbazal con nivel evolutivo bajo	45.386,71	4,01
Desiertos y semidesiertos de vegetación	4.589,72	0,41
TOTAL FORESTAL DESARBOLADO	157.780,86	13,95
Arroz de regadío	517,55	0,05
Agrios de regadío	42.804,81	3,78
Cultivos herbáceos de regadío	116.205,14	10,26
Frutales de regadío	32.654,22	2,89
Agrios y frutales de regadío	23.742,65	2,10
Olivar de regadío	3.774,91	0,33
Viñedo de regadío	14.564,96	1,29
Otros cultivos de regadío	10.276,50	0,91
Cultivos herbáceos de secano	149.931,10	13,25
Frutales de secano	116.169,19	10,27
Olivar de secano	14.324,03	1,27
Viñedo de secano	28.714,08	2,54
Praderas y pastizales de secano	7.731,43	0,68
Otros cultivos de secano	67.059,96	5,93
TOTAL CULTIVOS	628.470,53	55,55
Láminas de agua superficiales y humedales	5.799,53	0,51
Superficies artificiales	24.623,73	2,18
TOTAL	1.131.260,29	100,00

3.2. estratificación y diseño de muestreo



Para la determinación de los valores de los factores K, C y P del modelo RUSLE se han definido 73 estratos en la provincia de Murcia y se han levantado 474 parcelas de campo. Dichos estratos provienen de la superposición de las capas temáticas de subregiones fitoclimáticas, altitud, pendiente, orientación, litología y vegetación o usos del suelo. En el CD-ROM adjunto se incluye la tabla 3.2.1 que resume la definición de los estratos, indicando los factores fijos y variables en cada uno de ellos, así como su superficie y el número de parcelas asignadas.



3.3 resultados del trabajo de campo y proceso de datos

Una vez terminado el levantamiento de las parcelas de campo y el análisis de las muestras de suelo, se realiza el proceso de datos, calculando los factores K, C y P para cada parcela. Seguidamente, se calcula un valor medio por estrato del producto de los tres factores K·C·P. Posteriormente, se hace un análisis estadístico de dispersión resultando la agrupación de algunos estratos con otros de características similares, con el objeto de disminuir la dispersión obtenida.

En el CD-ROM adjunto se incluyen las siguientes tablas, que resumen el resultado del proceso de datos de campo y laboratorio:

Tabla 3.3.1 factor K medio por litofacies erosiva.

Tabla 3.3.2 factor C medio por vegetación o uso del suelo.

Tabla 3.3.3 factor P medio por tipo de prácticas de conservación.

Tabla 3.3.4 valores de KCP medios y análisis estadístico por estrato.

Nota: Los valores del producto de los factores K·C·P aparecen multiplicados por 1000 para facilitar su comparación.

3.4 cálculo de pérdidas de suelo y agrupación en niveles erosivos



Los resultados del cálculo de pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros, la correspondiente agrupación en niveles erosivos y el análisis de los resultados obtenidos se resumen en el mapa y las tablas siguientes:

Mapa 3.4.1 niveles erosivos.

Tabla 3.4.1 pérdidas de suelo y superficie según niveles erosivos.

Tabla 3.4.2 pérdidas de suelo y superficie según pendiente y vegetación.

Tabla 3.4.3 pérdidas de suelo y superficie según términos municipales.

Tabla 3.4.4 pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (clasificación del Centro de Estudios Hidrográficos, CEH-CEDEX).

Tabla 3.4.5 pérdidas de suelo y superficie según régimen de propiedad.

Tabla 3.4.6 pérdidas de suelo y superficie según régimen de protección.

En el CD-ROM adjunto se incluyen también las siguientes tablas:

Tabla 3.4.7 pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de formación en terreno forestal arbolado.

Tabla 3.4.8 pérdidas de suelo y superficie según pendiente y fracción de cabida cubierta en terreno forestal arbolado.

Tabla 3.4.9 pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de formación en terreno forestal desarbolado.

Tabla 3.4.10 pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de cultivo en terrenos agrícolas.

Los porcentajes de superficie de estas tablas se refieren a la superficie geográfica de la provincia, siendo la superficie erosionable aquella susceptible de sufrir procesos de erosión.

Por otra parte, en el CD-ROM se incluye también la tabla 3.4.11, con el reparto superficial por niveles erosivos para cada combinación de vegetación y pendiente.

Finalmente, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de erosión laminar y en regueros (Mapa nº1), a escala 1:250.000.



Mapa 3.4.1 niveles erosivos



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal

Pérdidas de suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)

0 - 5
5 - 10
10 - 25
25 - 50
50 - 100
100 - 200
> 200
Láminas de agua superficiales y humedales
Superficies artificiales



Tabla 3.4.1 pérdidas de suelo y superficie según niveles erosivos

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ · año ⁻¹)		Superficie geográfica		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
		ha	%	t·año ⁻¹	%	
1	0-5	513.232,68	45,37	1.136.231,62	5,86	2,21
2	5-10	217.849,16	19,26	1.555.694,52	8,02	7,14
3	10-25	199.535,88	17,64	3.124.984,87	16,11	15,66
4	25-50	82.834,03	7,32	2.884.926,03	14,88	34,83
5	50-100	49.029,35	4,33	3.444.607,85	17,76	70,26
6	100-200	27.432,47	2,42	3.770.662,05	19,44	137,45
7	>200	10.923,46	0,97	3.476.519,10	17,93	318,26
SUPERFICIE EROSIONABLE		1.100.837,03	97,31	19.393.626,04	100,00	17,62
8	Láminas de agua superficiales y humedales	5.799,53	0,51			
9	Superficies artificiales	24.623,73	2,18			
TOTAL		1.131.260,29	100,00			



Tabla 3.4.2 pérdidas de suelo y superficie según pendiente y vegetación

Pen- diente (%)	Vegetación	Superficie geográfica		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
		ha	%	t·año ⁻¹	%	
<5	Forestal arbolado	12.903,21	1,14	4.829,54	0,02	0,37
	Forestal desarbolado	14.692,98	1,30	9.864,64	0,05	0,67
	Cultivos	315.955,37	27,91	1.442.774,71	7,44	4,57
5-10	Forestal arbolado	38.150,39	3,37	47.694,88	0,25	1,25
	Forestal desarbolado	24.972,45	2,21	55.810,67	0,29	2,24
	Cultivos	181.065,60	16,01	3.097.093,26	15,97	17,11
10-20	Forestal arbolado	85.539,14	7,56	379.489,63	1,96	4,44
	Forestal desarbolado	42.967,83	3,80	262.202,97	1,35	6,10
	Cultivos	98.865,05	8,74	6.848.689,27	35,31	69,27
20-30	Forestal arbolado	69.769,49	6,17	459.555,85	2,37	6,59
	Forestal desarbolado	30.830,74	2,73	269.929,69	1,39	8,76
	Cultivos	22.906,84	2,02	2.710.072,66	13,97	118,31
30-50	Forestal arbolado	78.909,34	6,98	944.621,39	4,87	11,97
	Forestal desarbolado	33.123,86	2,93	400.965,22	2,07	12,11
	Cultivos	8.914,25	0,79	1.512.703,71	7,80	169,70
>50	Forestal arbolado	29.314,07	2,59	556.587,84	2,87	18,99
	Forestal desarbolado	11.193,00	0,99	185.975,51	0,96	16,62
	Cultivos	763,42	0,07	204.764,60	1,06	268,22
SUPERFICIE EROSIONABLE		1.100.837,03	97,31	19.393.626,04	100,00	17,62
Láminas de agua superficiales y humedales		5.799,53	0,51			
Superficies artificiales		24.623,73	2,18			
TOTAL		1.131.260,29	100,00			



Tabla 3.4.3 pérdidas de suelo y superficie según términos municipales

Término municipal	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Abanilla	23.477,79	2,08	699.488,96	3,61	29,79
Abarán	11.204,68	0,99	200.418,85	1,03	17,89
Águilas	24.499,46	2,17	226.434,22	1,17	9,24
Albudeite	1.645,56	0,15	92.474,36	0,48	56,20
Alcantarilla	280,06	0,02	4.036,75	0,02	14,41
Aledo	4.962,94	0,44	134.991,96	0,70	27,20
Alguazas	2.200,19	0,19	28.202,55	0,15	12,82
Alhama de Murcia	30.358,67	2,68	339.567,08	1,75	11,19
Archena	1.384,63	0,12	28.360,31	0,15	20,48
Beniel	871,95	0,08	4.596,04	0,02	5,27
Blanca	8.414,54	0,74	131.663,80	0,68	15,65
Bullas	7.979,19	0,71	288.329,80	1,49	36,14
Calasparra	18.105,12	1,60	206.103,18	1,06	11,38
Campos del Río	4.651,43	0,41	147.187,19	0,76	31,64
Caravaca de la Cruz	85.289,24	7,54	1.552.200,22	8,00	18,20
Cartagena	50.489,56	4,46	656.824,14	3,39	13,01
Cehegín	29.316,30	2,59	548.170,88	2,83	18,70
Ceutí	845,88	0,07	4.104,97	0,02	4,85
Cieza	36.011,64	3,18	398.273,47	2,05	11,06
Fortuna	14.363,77	1,27	384.111,48	1,98	26,74
Fuente Álamo de Murcia	26.664,39	2,36	276.841,59	1,43	10,38
Jumilla	96.591,57	8,54	1.670.653,23	8,61	17,30
Librilla	5.450,99	0,48	159.724,71	0,82	29,30
Lorca	164.929,52	14,60	2.527.909,97	13,03	15,33
Lorquí	1.441,58	0,13	10.199,41	0,05	7,08
Mazarrón	30.821,40	2,72	514.172,40	2,65	16,68
Molina de Segura	15.425,01	1,36	295.688,17	1,52	19,17
Moratalla	95.203,63	8,42	2.542.186,31	13,11	26,70
Mula	62.797,12	5,55	1.847.226,34	9,52	29,42
Murcia	84.153,11	7,44	1.216.750,83	6,27	14,46
Ojós	4.449,64	0,39	155.895,79	0,80	35,04
Pliego	2.850,52	0,25	80.981,77	0,42	28,41
Puerto Lumbreras	14.001,50	1,24	201.026,26	1,04	14,36
Ricote	8.721,17	0,77	292.179,08	1,51	33,50
San Javier	6.535,30	0,58	16.249,90	0,08	2,49
San Pedro del Pinatar	1.381,44	0,12	3.423,55	0,02	2,48
Torre-Pacheco	18.234,72	1,61	61.491,75	0,32	3,37
Torres de Cotillas (Las)	3.423,65	0,30	42.987,01	0,22	12,56
Totana	28.259,44	2,50	476.980,67	2,46	16,88
Ulea	3.888,26	0,34	76.363,25	0,39	19,64

sigue,



Tabla 3.4.3 pérdidas de suelo y superficie según términos municipales (cont.)

Término municipal	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Unión (La)	2.197,69	0,19	42.369,52	0,22	19,28
Villanueva del Río Segura	1.302,17	0,12	28.728,59	0,15	22,06
Yecla	59.848,51	5,29	747.776,24	3,86	12,49
Santomera	3.975,78	0,35	26.237,74	0,14	6,60
Alcázares (Los)	1.936,32	0,17	4.041,75	0,02	2,09
TOTAL	1.100.837,03	97,31	19.393.626,04	100,00	17,62





Tabla 3.4.4 pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (CEH-CEDEX)

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
5017	CANADA DEL SALAR			
6230	CANALES			
7001	DIVISORIA> <CANAL	DIVISORIA	CANAL	
7002	CANAL			
7003	CANAL> <BENIPILA	CANAL	BENIPILA	
7004	BENIPILA			
7005	BENIPILA> <ALBUJÓN	BENIPILA	ALBUJÓN	
7006	ALBUJÓN			
7007	ALBUJÓN> <SECO	ALBUJÓN	SECO	
7020	ROGATIVA			
7023	LETUR			
7025	BENIZAR			
7026	SEGURA	BENIZAR	MUNDO	
7032	MINATEDA			
7033	MUNDO	MINATEDA	SEGURA	
7034	SEGURA	MUNDO	BENAMOR	
7035	BENAMOR			
7036	SEGURA	BENAMOR	ARGOS	
7037	ARGOS			
7038	SEGURA	ARGOS	QUIPAR	
7039	QUIPAR			
7040	SEGURA	QUIPAR	AMARGA	
7041	CUENCA CERRADA			
7042	AMARGA			
7043	JUDÍO			
7044	SEGURA	JUDÍO	MORO	
7045	MORO			
7046	SEGURA	MORO	TINAJÓN	
7047	CARRIZALEJO			
7048	SEGURA	TINAJÓN	MULA	
7049	MULA	ORIGEN	PLIEGO	
7050	PLIEGO			
7051	MULA	PLIEGO	PEREA	
7052	PEREA			
7053	MULA	PEREA	SEGURA	
7054	SEGURA	MULA	GUADALENTÍN	
7055	VELEZ	ORIGEN	CHIRIVEL	
7057	VELEZ	CHIRIVIEL	GUADALENTÍN	
7058	SEGURA	AMARGA	JUDÍO	
7059	ALCAIDE			
7060	TURRILLA			



	Superficie erosionable en Murcia		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	6.706,97	0,59	120.282,15	0,62	17,93
	15.381,82	1,36	191.237,66	0,99	12,43
	42.294,32	3,74	502.534,99	2,59	11,88
	26.304,05	2,33	493.639,47	2,55	18,77
	11.722,73	1,04	191.622,85	0,99	16,35
	12.435,71	1,10	229.668,54	1,18	18,47
	18.165,83	1,61	226.103,56	1,17	12,45
	75.121,24	6,64	678.422,36	3,50	9,03
	32.270,79	2,85	175.835,92	0,91	5,45
	10.153,56	0,90	368.506,23	1,90	36,29
	1.941,32	0,17	27.647,81	0,14	14,24
	3.900,89	0,34	180.609,26	0,93	46,30
	4.003,10	0,35	47.454,92	0,24	11,86
	11.321,52	1,00	105.648,02	0,54	9,33
	1.104,31	0,10	16.081,61	0,08	14,56
	20.375,64	1,80	319.525,54	1,65	15,68
	34.461,41	3,05	1.138.207,81	5,87	33,03
	1.383,25	0,12	22.774,03	0,12	16,46
	50.802,32	4,49	901.026,57	4,65	17,74
	4.794,59	0,42	37.736,29	0,19	7,87
	81.847,11	7,24	1.564.329,50	8,08	19,11
	14.120,84	1,25	171.535,73	0,88	12,15
	362,83	0,03	4.036,46	0,02	11,13
	6.302,00	0,56	49.183,75	0,25	7,80
	61.086,35	5,40	1.041.833,01	5,37	17,06
	3.277,87	0,29	52.001,91	0,27	15,87
	39.847,64	3,52	692.573,06	3,57	17,38
	16.628,66	1,47	506.892,93	2,61	30,48
	12.488,28	1,10	282.056,78	1,45	22,59
	15.250,16	1,35	226.686,22	1,17	14,87
	16.960,43	1,50	502.268,75	2,59	29,61
	28.240,06	2,50	976.561,75	5,04	34,58
	1.249,47	0,11	39.144,75	0,20	31,33
	5.644,54	0,50	96.636,79	0,50	17,12
	13.788,27	1,22	413.361,28	2,13	29,98
	23.960,83	2,12	551.735,24	2,84	23,03
	84,64	0,01	1.741,05	0,01	20,57
	12.681,39	1,12	259.655,34	1,34	20,48
	1,69	0,00	0,14	0,00	0,08
	11.199,99	0,99	219.655,89	1,13	19,61
	33.755,19	2,98	590.334,29	3,04	17,49

sigue,



Tabla 3.4.4 pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (CEH-CEDEX) (Cont.)

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
7061	LUCHENA	ALCAIDE	GUADALENTÍN	
7062	GUADALENTÍN	VELEZ	VIZNAGA	
7063	VIZNAGA			
7064	GUADALENTÍN	VIZNAGA	ALGECIRAS	
7065	ALGECIRAS			
7066	GUADALENTÍN	ALGECIRAS	SEGURA	
7067	SEGURA	GUADALENTÍN	SALADA	
7068	SALADA			
7069	SEGURA	SALADA	ABANILLA	
7070	ABANILLA			
7071	SEGURA	ABANILLA	MAR	
7076	MONTEALEGRE DEL CASTILLO			
8002	REY			
8003	VINALOPÓ	REY	HONDA	
TOTAL				



	Superficie erosionable en Murcia		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	5.911,72	0,52	80.929,92	0,42	13,69
	48.235,30	4,26	671.793,90	3,46	13,93
	49.772,03	4,40	691.482,09	3,57	13,89
	51.443,59	4,55	772.590,83	3,98	15,02
	4.945,69	0,44	136.816,72	0,71	27,66
	28.499,18	2,52	467.299,06	2,41	16,40
	14.602,64	1,29	298.677,33	1,54	20,45
	17.557,62	1,55	342.335,76	1,77	19,50
	4.665,63	0,41	69.291,57	0,36	14,85
	25.950,85	2,29	758.228,33	3,91	29,22
	1.566,98	0,14	35.816,54	0,18	22,86
	59.418,22	5,25	808.970,77	4,17	13,62
	4.539,53	0,40	39.339,44	0,20	8,67
	304,44	0,03	3.263,57	0,02	10,72
	1.100.837,03	97,31	19.393.626,04	100,00	17,62



Tabla 3.4.5 pérdidas de suelo y superficie según régimen de propiedad

Régimen de propiedad	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	53.699,18	4,75	676.202,99	3,49	12,59
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	6.956,65	0,61	91.254,78	0,47	13,12
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	438,10	0,04	5.626,59	0,03	12,84
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	32.977,25	2,92	517.059,78	2,67	15,68
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	63.862,61	5,65	1.046.610,39	5,40	16,39
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	169,54	0,01	5.171,99	0,03	30,51
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	13.528,23	1,20	144.047,21	0,74	10,65
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	929.205,47	82,13	16.907.652,31	87,17	18,20
TOTAL	1.100.837,03	97,31	19.393.626,04	100,00	17,62



Tabla 3.4.6 pérdidas de suelo y superficie según régimen de protección

Régimen de protección	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Parque Regional	48.912,94	4,32	838.365,76	4,32	17,14
Reserva Natural	225,24	0,02	2.485,82	0,01	11,04
Paisaje Protegido	5.986,57	0,53	101.386,56	0,52	16,94
Espacio Natural Protegido	20.924,41	1,85	387.961,91	2,00	18,54
Sin protección	1.024.787,87	90,59	18.063.425,99	93,15	17,63
TOTAL	1.100.837,03	97,31	19.393.626,04	100,00	17,62

3.5 tolerancia a las pérdidas de suelo



El estudio de la tolerancia a las pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros y la consiguiente cualificación de la erosión según la fragilidad del suelo, se resume en el mapa y la tabla siguientes:

Mapa 3.5.1 cualificación de la erosión según fragilidad del suelo.

Tabla 3.5.2 superficies según cualificación de la erosión.

En el CD-ROM que se adjunta, se incluye la tabla 3.5.1 en la que se muestra la cualificación de la erosión por estrato en función de la fragilidad del suelo.



Mapa 3.5.1 cualificación de la erosión según la fragilidad del suelo



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Cualificación de la erosión	
	Nula
	Ligera
	Baja
	Moderada - baja
	Moderada - alta
	Alta
	Muy alta
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales



Tabla 3.5.2 superficies según cualificación de la erosión

Cualificación de la erosión	Superficie geográfica	
	ha	%
Nula	0,00	0,00
Ligera	6.164,45	0,54
Baja	188.856,66	16,69
Moderada-baja	224.768,49	19,87
Moderada-alta	157.513,30	13,92
Alta	184.829,07	16,34
Muy alta	338.705,06	29,95
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.100.837,03	97,31
Láminas de agua superficiales y humedales	5.799,53	0,51
Superficie artificial	24.623,73	2,18
TOTAL	1.131.260,29	100,00

3.6. comparaciones



El mapa 3.6.1 muestra los resultados obtenidos en Murcia por el Mapa de Estados Erosivos de las cuencas del Júcar (1988), del Segura (1988), del Sur (1990) y del Guadalquivir (1987).

La tabla 3.6.1 permite comparar los resultados del Mapa de Estados Erosivos con los obtenidos ahora por el Inventario Nacional de Erosión de Suelos. No obstante, antes de comentar las variaciones observadas, es preciso realizar las siguientes observaciones:

- a) Ambos productos difieren notablemente en la escala de trabajo (1:200.000 en el Mapa de Estados Erosivos y 1:50.000 en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos), por lo que parte de las diferencias encontradas pueden ser achacadas a una mayor precisión de la cartografía de base utilizada en el actual trabajo.
- b) La metodología utilizada en ambos casos también difiere sustancialmente, puesto que el modelo utilizado para los Mapas de Estados Erosivos (USLE) ha sido claramente actualizado y mejorado en la versión revisada (RUSLE) utilizada en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, permitiendo incorporar nuevos factores (pedregosidad, efecto de las raíces subsuperficiales, etc.) que no contemplaba el modelo original y que, en general, dan como resultados tasas inferiores de pérdidas de suelo, más ajustadas a lo observado en parcelas experimentales.

Dicho esto, llama la atención en primer lugar la disminución que se produce en el porcentaje de superficie con pérdidas de suelo por encima de 10 (o 12) $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, que pasa del 58,35% al 32,68%, si bien, según se expone en el apartado 3.5, teniendo en cuenta un nivel de tolerancia variable en función de la fragilidad del suelo, el porcentaje de superficie con pérdidas por encima de lo tolerable (erosión alta o muy alta) sería del 46,22%, cifra que se encuentra entre los valores que ofrece el Mapa de Estados Erosivos para pérdidas superiores a 12 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ (58,35%) y pérdidas superiores a 25 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ (33,94%).

En conclusión, se aprecia una disminución en las pérdidas de suelo estimadas que, dejando aparte matices metodológicos y de escala, parecen mostrar cierta evolución positiva en los procesos erosivos dentro de esta provincia, cuya causa puede atribuirse a los siguientes hechos:

- Mejora en las condiciones de la cubierta vegetal forestal, tanto arbolada como desarbolada, consecuencia de una menor intensidad en los aprovechamientos silvopastorales y forestales, de la labor restauradora y protectora realizada y de un control más eficaz de los incendios forestales.
- Reforestación de tierras agrarias con medidas específicas en zonas especialmente degradadas por los procesos erosivos.



3.6. comparaciones

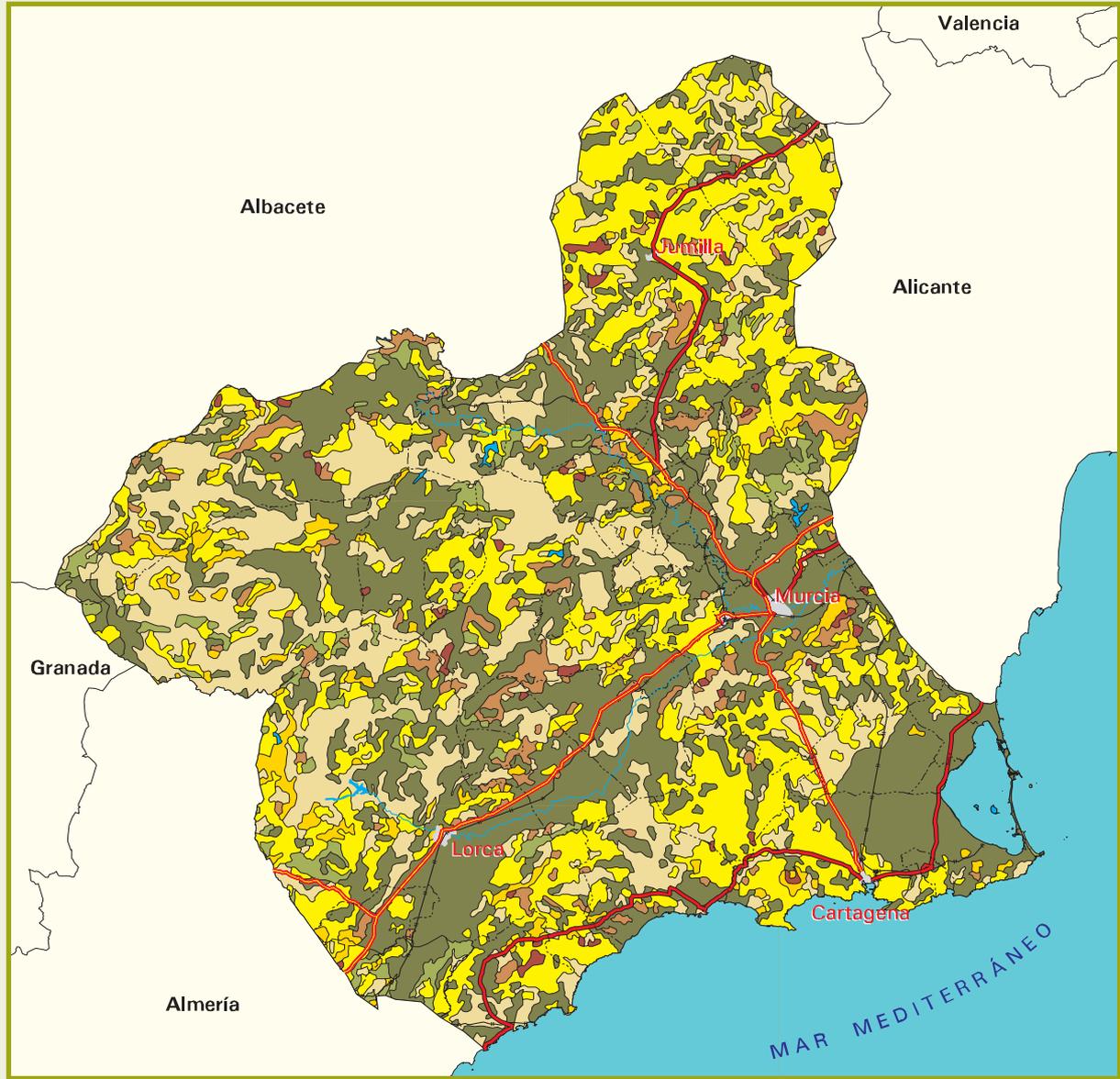
- Ayudas para la lucha contra la erosión en medios frágiles. En Murcia, existen dos líneas de actuación: cultivos leñosos en pendientes o terrazas y el mantenimiento de tierras abandonadas.
- Disminución de la superficie dedicada a cultivos herbáceos y leñosos.

3.6. comparaciones





Mapa 3.6.1 mapa de estados erosivos



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Pérdidas de suelo (t . ha ⁻¹ . año ⁻¹)	
	0 - 5
	5 - 12
	12 - 25
	25 - 50
	50 - 100
	100 - 200
	> 200
	Agua
	Núcleos urbanos

Fuente: Mapa de Estados Erosivos de las cuencas del Júcar (1988), del Segura (1988), del Sur (1990) y del Guadalquivir (1987).



Tabla 3.6.1 comparación de resultados
Mapa de Estados Erosivos. Resumen Nacional Escala 1:1.000.000

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie	
		ha	%
1	0-5	431.253,38	38,11
2	5-12	36.597,59	3,24
3	12-25	276.128,93	24,41
4	25-50	296.254,80	26,19
5	50-100	35.387,83	3,13
6	100-200	44.158,57	3,90
7	>200	8.104,98	0,72
8	Agua	1.492,45	0,13
9	Núcleos urbanos	1.881,76	0,17
TOTAL		1.131.260,29	100,00

Tabla 3.6.1 comparación de resultados
Inventario Nacional de Erosión de Suelos

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie	
		ha	%
1	0-5	513.232,68	45,37
2	5-10	217.849,16	19,26
3	10-25	199.535,88	17,64
4	25-50	82.834,03	7,32
5	50-100	49.029,35	4,33
6	100-200	27.432,47	2,42
7	>200	10.923,46	0,97
8	Láminas de agua superficiales y humedales	5.799,53	0,51
9	Superficies artificiales	24.623,73	2,18
TOTAL		1.131.260,29	100,00

3.7 riesgo potencial de erosión laminar y en regueros



En el mapa 3.7.1 se representa la clasificación de la superficie en función de la potencialidad a presentar erosión laminar y en regueros, estimada según el procedimiento explicado en la Metodología.

En la tabla 3.7.1 aparecen los valores de las superficies correspondientes a cada clase, distinguiendo a su vez los tres niveles de capacidad climática de recuperación de la vegetación considerados.



Mapa 3.7.1 riesgo potencial de erosión laminar y en regueros



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Riesgo potencial de erosión laminar y en regueros (t. ha. ⁻¹ año ⁻¹)	
	0 - 5
	5 - 10
	10 - 25
	25 - 50
	50 - 100
	100 - 200
	> 200
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

Capacidad climática de recuperación de la vegetación	
	Baja
	Media
	Alta



Tabla 3.7.1 riesgo potencial de erosión laminar y en regueros

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Capacidad climática de recuperación de la vegetación				Superficie geográfica	
	Baja		Media		ha	%
	ha	%	ha	%		
0-5	64.505,62	5,70	365,14	0,03	64.870,76	5,73
5-10	68.567,89	6,06	1.590,60	0,14	70.158,49	6,20
10-25	202.137,14	17,87	7.144,13	0,63	209.281,27	18,50
25-50	127.686,58	11,29	5.427,13	0,48	133.113,71	11,77
50-100	131.184,98	11,60	5.827,47	0,52	137.012,45	12,12
100-200	135.741,42	12,00	6.682,91	0,59	142.424,33	12,59
>200	316.493,61	27,97	27.482,41	2,43	343.976,02	30,40
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.046.317,24	92,49	54.519,79	4,82	1.100.837,03	97,31
Láminas de agua superficiales y humedales	5.794,15	0,51	5,38	0,00	5.799,53	0,51
Superficies artificiales	24.555,21	2,17	68,52	0,01	24.623,73	2,18
TOTAL	1.076.666,60	95,17	54.593,69	4,83	1.131.260,29	100,00



4. erosión en cárcavas y barrancos



La erosión en cárcavas y barrancos se caracteriza fundamentalmente por el avance remontante de una incisión en el terreno que, adoptando los clásicos perfiles en U o V, concentra las aguas de escorrentía y las conduce a la red principal de drenaje. El detonante para el proceso suele ser la pérdida de vegetación en áreas donde la microtopografía favorece esta concentración de flujos de corriente durante las lluvias. Las cárcavas están, casi siempre, asociadas a una erosión acelerada sobre litofacies blandas y, por tanto, a paisajes inestables.

Existen dos tipos fundamentales de cárcavas: de fondo de valle y de ladera. Las primeras son esencialmente un fenómeno de superficie y pueden considerarse como grandes regueros formados cuando la fuerza de arrastre ejercida por el flujo supera la resistencia del suelo. Pero, una vez que han alcanzado cierta profundidad, el principal mecanismo de avance es el retroceso de la cabecera, que, al moverse pendiente arriba, y ser el espesor del suelo menor, la base de la cárcava llega a la roca madre y la altura del muro de cabecera se reduce suficientemente para estabilizarse.

Antes de que esto ocurra, lo más probable es que una cárcava de fondo de valle haya avanzado en el interior de las laderas que la rodean donde se comportará como una cárcava de ladera. En este segundo tipo, las cárcavas se desarrollan formando, más o menos, ángulos rectos con la dirección principal del valle, donde las concentraciones locales de escorrentía superficial cortan la base de las colinas, los conductos subsuperficiales se hunden o los movimientos locales de masas crean una depresión lineal en el paisaje (R.P.C. Morgan. 1997. «Erosión y conservación del suelo». Ediciones Mundi-Prensa).

En ocasiones, las cárcavas de ladera se extienden de forma ramificada a través de terrenos generalmente erosionables, evolucionando hasta llegar a la formación de las denominadas «badlands», que son superficies cubiertas de cárcavas, no productivas y prácticamente imposibles de recuperar.

Aunque este tipo de erosión suele tener una importancia cuantitativa menor que otros procesos (erosión laminar y en regueros, fundamentalmente) en lo que a pérdidas de suelo se refiere, su repercusión paisajística es incluso superior, pues cárcavas y barrancos son elementos muy visibles y considerados generalmente como indicadores de procesos avanzados de degradación del territorio. De ahí su inclusión en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, en el que se trata de determinar, como indicador de este tipo de fenómenos, la superficie afectada por los mismos.

En el mapa 4.1. se representan las zonas de erosión en cárcavas y barrancos identificadas mediante fotointerpretación, tal y como se explica en la Metodología. Las zonas identificadas abarcan una superficie total de 161.028,31 ha, que suponen el



14,63% de la superficie erosionable de Murcia o, lo que es lo mismo, el 14,23% de la superficie geográfica. Las tablas siguientes permiten realizar un análisis detallado de los resultados obtenidos:

Tabla 4.1 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según niveles de erosión laminar y en regueros.

Tabla 4.2 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según vegetación.

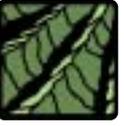
Tabla 4.3 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según términos municipales.

Tabla 4.4 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según unidades hidrológicas.

Tabla 4.5 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de propiedad.

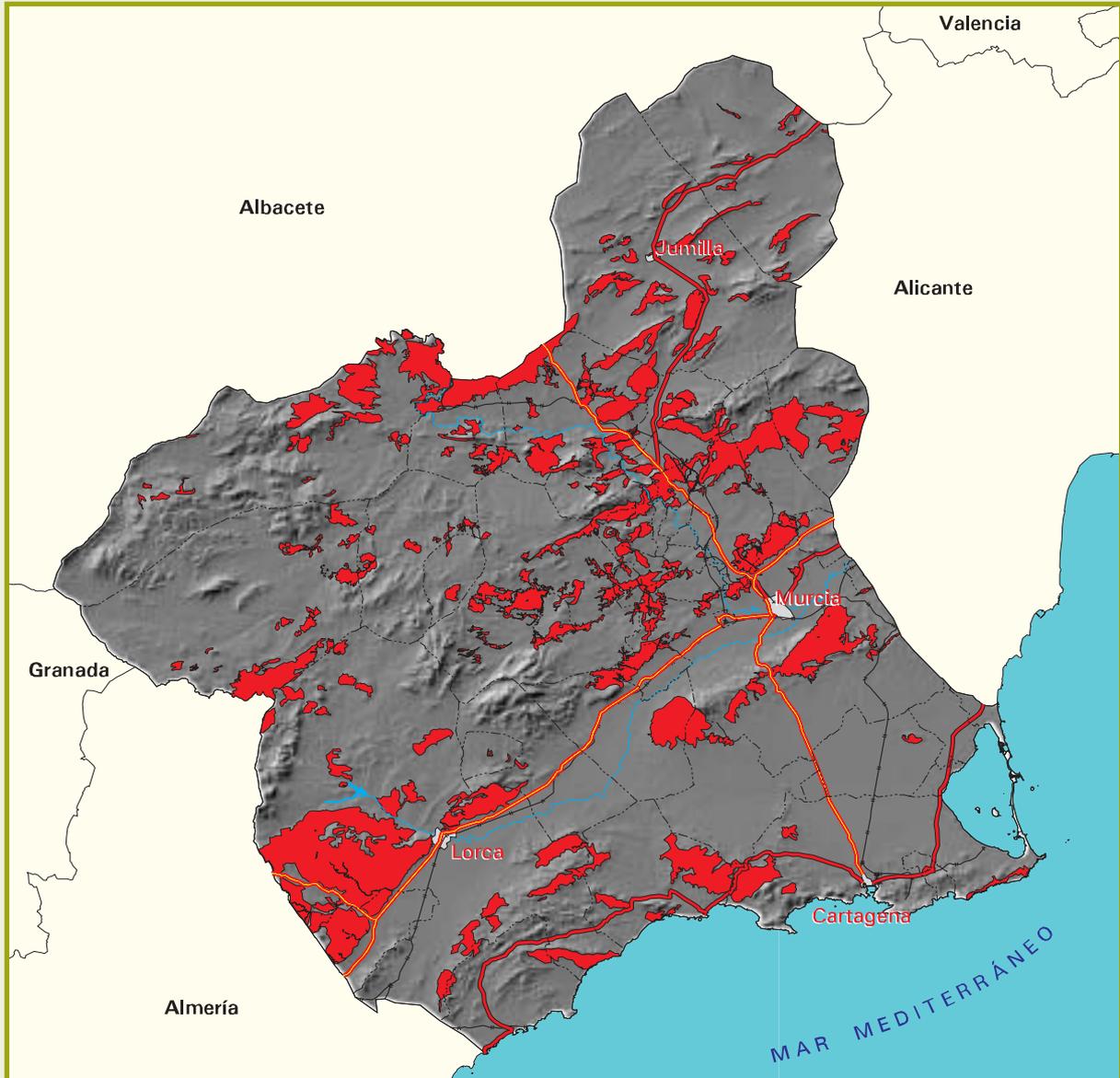
Tabla 4.6 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de protección.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de zonas de erosión en cárcavas y barrancos (Mapa nº 2), a escala 1:250.000.





Mapa 4.1 zonas de erosión en cárcavas y barrancos



Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

■ Zonas de erosión en cárcavas y barrancos



Tabla 4.1 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según niveles de erosión laminar y en regueros

Nivel erosivo		Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
Código	Pérdidas de suelo (ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		ha	%*
1	0-5	513.232,68	70.438,37	13,72
2	5-10	217.849,16	31.053,00	14,25
3	10-25	199.535,88	30.315,06	15,19
4	25-50	82.834,03	13.328,88	16,09
5	50-100	49.029,35	8.532,44	17,40
6	100-200	27.432,47	5.326,81	19,42
7	>200	10.923,46	2.033,75	18,62
TOTAL		1.100.837,03	161.028,31	14,63

* Los porcentajes están referidos a cada nivel erosivo.



Tabla 4.2 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según vegetación

Vegetación	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%*
Forestal arbolado	314.585,64	70.936,18	22,55
Forestal desarbolado	157.780,86	56.344,69	35,71
Cultivos	628.470,53	33.747,44	5,37
TOTAL	1.100.837,03	161.028,31	14,63

* Los porcentajes están referidos a cada tipo de vegetación.



Tabla 4.3 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según términos municipales

Término municipal*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
Abanilla	23.477,79	6.016,50	25,63
Abarán	11.204,68	2.308,69	20,60
Águilas	24.499,46	852,88	3,48
Albudeite	1.645,56	750,31	45,60
Aledo	4.962,94	73,44	1,48
Alguazas	2.200,19	185,94	8,45
Alhama de Murcia	30.358,67	4.334,06	14,28
Archena	1.384,63	0,06	0,00
Beniel	871,95	46,38	5,32
Blanca	8.414,54	2.555,19	30,37
Bullas	7.979,19	490,00	6,14
Calasparra	18.105,12	5.000,50	27,62
Campos del Río	4.651,43	1.722,94	37,04
Caravaca de la Cruz	85.289,24	7.589,88	8,90
Cartagena	50.489,56	3.793,50	7,51
Cehégín	29.316,30	1.354,88	4,62
Cieza	36.011,64	11.401,06	31,66
Fortuna	14.363,77	2.472,38	17,21
Fuente Álamo de Murcia	26.664,39	1.656,50	6,21
Jumilla	96.591,57	9.245,44	9,57
Librilla	5.450,99	1.593,81	29,24
Lorca	164.929,52	39.187,64	23,76
Mazarrón	30.821,40	6.562,56	21,29
Molina de Segura	15.425,01	5.058,88	32,80
Moratalla	95.203,63	11.521,31	12,10
Mula	62.797,12	7.010,75	11,16
Murcia	84.153,11	13.363,69	15,88
Ojós	4.449,64	2.107,25	47,36
Pliego	2.850,52	768,81	26,97
Puerto Lumbreras	14.001,50	4.600,75	32,86
Ricote	8.721,17	1.609,13	18,45
Torre-Pacheco	18.234,72	233,25	1,28
Torres de Cotillas (Las)	3.423,65	352,13	10,29
Totana	28.259,44	219,50	0,78
Ulea	3.888,26	2.271,75	58,43
Yecla	59.848,51	2.372,38	3,96
Santomera	3.975,78	344,19	8,66

* Sólo se han incluido los términos municipales que presentan erosión en cárcavas y barrancos.

** Los porcentajes están referidos a cada término municipal.



Tabla 4.4 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según unidades hidrológicas

Unidad hidrológica*	Superficie erosionable en Murcia (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
6230	15.381,82	1.893,19	12,31
7001	42.294,32	4.251,56	10,05
7002	26.304,05	4.481,31	17,04
7003	11.722,73	4.170,13	35,57
7004	12.435,71	454,63	3,66
7005	18.165,83	585,25	3,22
7006	75.121,24	5.549,56	7,39
7007	32.270,79	272,06	0,84
7020	10.153,56	315,94	3,11
7026	4.003,10	2.919,69	72,94
7034	20.375,64	8.251,44	40,50
7035	34.461,41	1.748,31	5,07
7036	1.383,25	247,19	17,87
7037	50.802,32	1.997,25	3,93
7038	4.794,59	1.416,38	29,54
7039	81.847,11	4.413,88	5,39
7040	14.120,84	3.641,31	25,79
7041	362,83	79,75	21,98
7042	6.302,00	1.996,63	31,68
7043	61.086,35	8.324,06	13,63
7044	3.277,87	1.203,00	36,70
7045	39.847,64	6.691,81	16,79
7046	16.628,66	4.609,06	27,72
7047	12.488,28	5.664,94	45,36
7048	15.250,16	2.428,50	15,92
7049	16.960,43	734,69	4,33
7050	28.240,06	4.765,25	16,87
7051	1.249,47	107,44	8,60
7052	5.644,54	401,50	7,11
7053	13.788,27	4.213,81	30,56
7054	23.960,83	4.644,88	19,39
7057	12.681,39	5.506,13	43,42
7059	11.199,99	1.581,31	14,12
7060	33.755,19	5.547,50	16,43
7061	5.911,72	573,25	9,70
7062	48.235,30	10.036,69	20,81
7063	49.772,03	18.104,01	36,37
7064	51.443,59	3.200,63	6,22

* Sólo se han incluido las unidades hidrológicas que presentan erosión en cárcavas y barrancos.

** Los porcentajes están referidos a cada unidad hidrológica.

sigue,



Tabla 4.4 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según unidades hidrológicas (Cont.)

Unidad hidrológica*	Superficie erosionable en Murcia (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
7065	4.945,69	1.152,25	23,30
7066	28.499,18	3.377,44	11,85
7067	14.602,64	5.357,13	36,69
7068	17.557,62	3.708,50	21,12
7069	4.665,63	614,13	13,16
7070	25.950,85	6.314,25	24,33
7071	1.566,98	689,81	44,02
7076	59.418,22	2.553,75	4,30
8002	4.539,53	237,13	5,22

* Sólo se han incluido las unidades hidrológicas que presentan erosión en cárcavas y barrancos.

** Los porcentajes están referidos a cada unidad hidrológica.



Tabla 4.5 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de propiedad

Régimen de propiedad*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	53.699,18	18.502,00	34,45
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	6.956,65	1.810,06	26,02
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	438,10	63,19	14,42
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	32.977,25	11.150,50	33,81
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	63.862,61	16.441,56	25,75
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	169,54	88,81	52,38
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	13.528,23	4.608,06	34,06
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	929.205,47	108.364,13	11,66

* En el resto de las figuras de régimen de propiedad no se han detectado fenómenos significativos de erosión de estos tipos.

** Los porcentajes están referidos a cada tipo de régimen de propiedad.



Tabla 4.6 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de protección

Régimen de protección*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
Parque Regional	48.912,94	10.891,94	22,27
Reserva Natural	225,24	56,63	25,14
Paisaje Protegido	5.986,57	1.990,00	33,24
Espacio Natural Protegido	20.924,41	3.604,44	17,23
Sin protección	1.024.787,87	144.485,31	14,10

* En el resto de las figuras de régimen de protección no se han detectado fenómenos significativos de erosión de estos tipos.

** Los porcentajes están referidos a cada tipo de régimen de protección.



5. movimientos en masa



Los movimientos en masa son mecanismos de erosión, transporte y deposición que se producen por la inestabilidad gravitacional del terreno.

Su interrelación con otros mecanismos de erosión es muy intensa, especialmente en las áreas de montaña, donde junto con la hidrodinámica torrencial configuran el principal proceso erosivo de las laderas. Este aspecto se patentiza en la consideración tipológica y cuantitativa de los movimientos en masa en la mayoría de las clasificaciones de torrentes.

Fuera de las cuencas torrenciales, también es importante su aportación a la dinámica erosiva, siendo con frecuencia precursores y/o consecuencia de acaravamientos y erosiones laminares y en regueros.

La inclusión de los fenómenos de movimientos en masa en el Inventario Nacional de la Erosión de Suelos es, por tanto, muy conveniente desde un punto de vista de identificación y clasificación de la erosión en sus distintas formas. Esta conveniencia se incrementa por el hecho de que tales movimientos del terreno tienen normalmente efectos negativos, desde la reducción más o menos intensa de la capacidad productiva del suelo afectado, hasta daños catastróficos, tanto sobre bienes económicos como sobre vidas humanas.

Tal y como se explica en la Metodología, el estudio de los movimientos en masa se centra en la determinación de un indicador de la potencialidad de cada elemento del territorio a sufrir este tipo de fenómenos.

Aplicando el proceso explicado en la Metodología, se obtienen la información de partida y resultados finales que se resumen en las tablas y mapas siguientes:

– Información de partida:

Mapa 5.1 factor litología.

Tabla 5.1 superficies según el factor litología.

Mapa 5.2 factor pendiente.

Tabla 5.2 superficies según el factor pendiente.

Mapa 5.3 factor pluviometría.

Tabla 5.3 superficies según el factor pluviometría.

Mapa 5.4 movimientos identificados.



– Resultados finales y análisis:

Mapa 5.5 potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa.

Tabla 5.5 superficies según potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa.

Tabla 5.6 superficies según vegetación y potencialidad

Tabla 5.7 superficies según términos municipales y potencialidad.

Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad.

Tabla 5.9 superficies según régimen de propiedad y potencialidad.

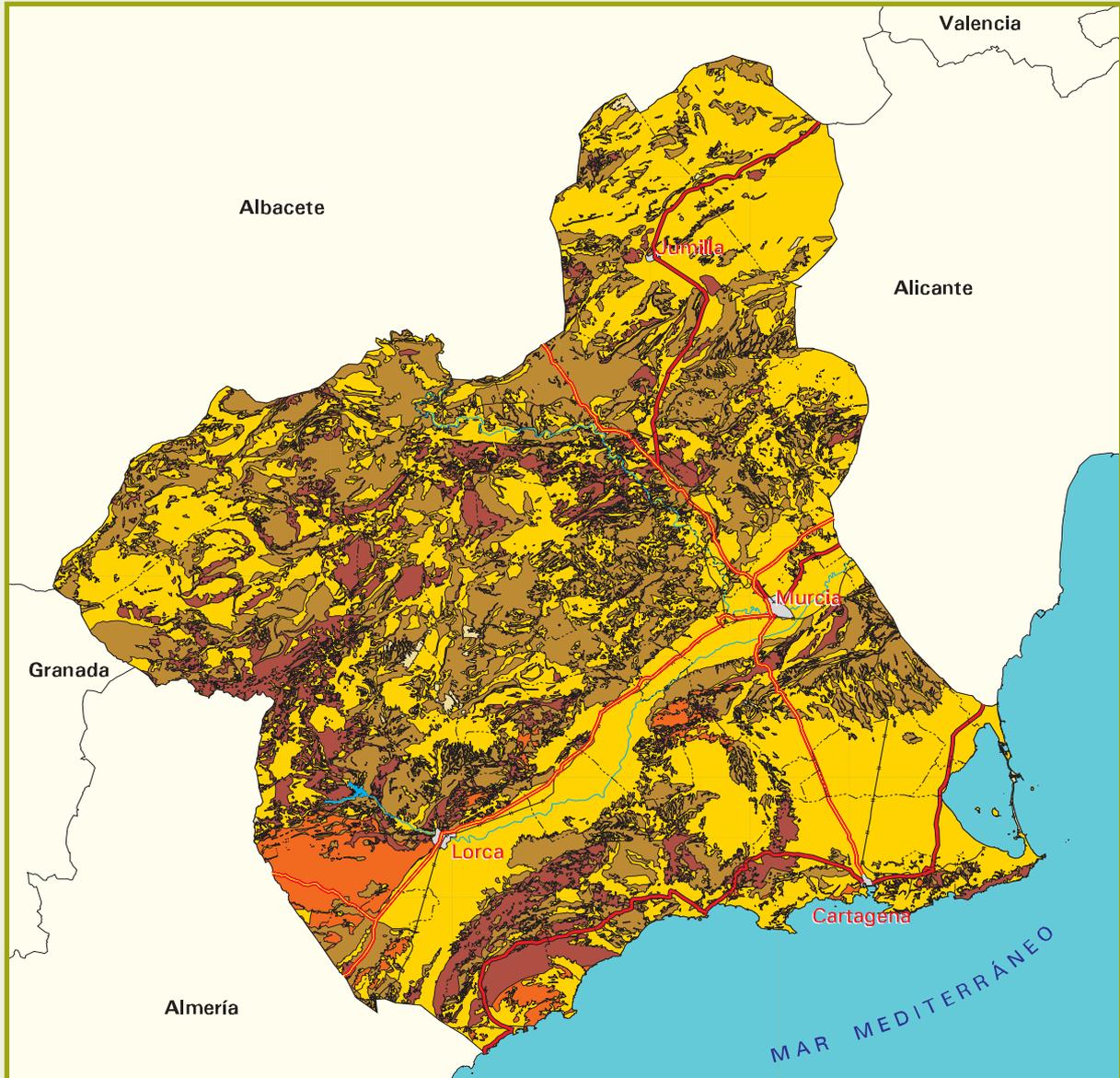
Tabla 5.10 superficies según régimen de protección y potencialidad.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa (Mapa nº 3), a escala 1:250.000.





Mapa 5.1 factor litología



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Susceptibilidad litológica a los movimientos en masa	
	No favorable
	Muy poco favorable
	Poco favorable
	Medianamente favorable
	Favorable
	Muy favorable

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.
Elaboración propia.



Tabla 5.1 superficies según el factor litología

Susceptibilidad litológica a los movimientos en masa	Superficie geográfica	
	ha	%
No favorable	230,74	0,02
Muy poco favorable	4.175,73	0,37
Poco favorable	608.415,74	53,78
Medianamente favorable	356.337,62	31,50
Favorable	123.647,88	10,93
Muy favorable	38.452,58	3,40
TOTAL	1.131.260,29	100,00



Mapa 5.2 factor pendiente



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Pendiente	
	Baja (0 - 15%)
	Media (15 - 30%)
	Alta (30 - 100%)
	Muy alta o escarpes (> 100%)

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.



Tabla 5.2 superficies según el factor pendiente

Pendiente	Superficie geográfica	
	ha	%
Baja (0-15%)	751.785,64	66,46
Media (15-30%)	216.570,82	19,14
Alta (30-100%)	162.229,74	14,34
Muy alta o escarpes (> 100%)	674,09	0,06
TOTAL	1.131.260,29	100,00



Mapa 5.3 factor pluviometría



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Pluviometría (P y T10 en mm)	
	P < 600 y T10 < 100
	P < 600 y T10 > 100 ó 600 < P < 1200 y T10 < 100
	P > 1200 ó 600 < P < 1200 y T10 > 100

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 5.3 superficies según el factor pluviometría

Pluviometría (P y T10 en mm)	Superficie geográfica	
	ha	%
P < 600 y T10 < 100	1.131.260,29	100,00
P < 600 y T10 > 100 ó 600 < P < 1200 y T10 < 100	0,00	0,00
P > 1200 ó 600 < P < 1200 y T10 > 100	0,00	0,00
TOTAL	1.131.260,29	100,00



Mapa 5.4 movimientos identificados



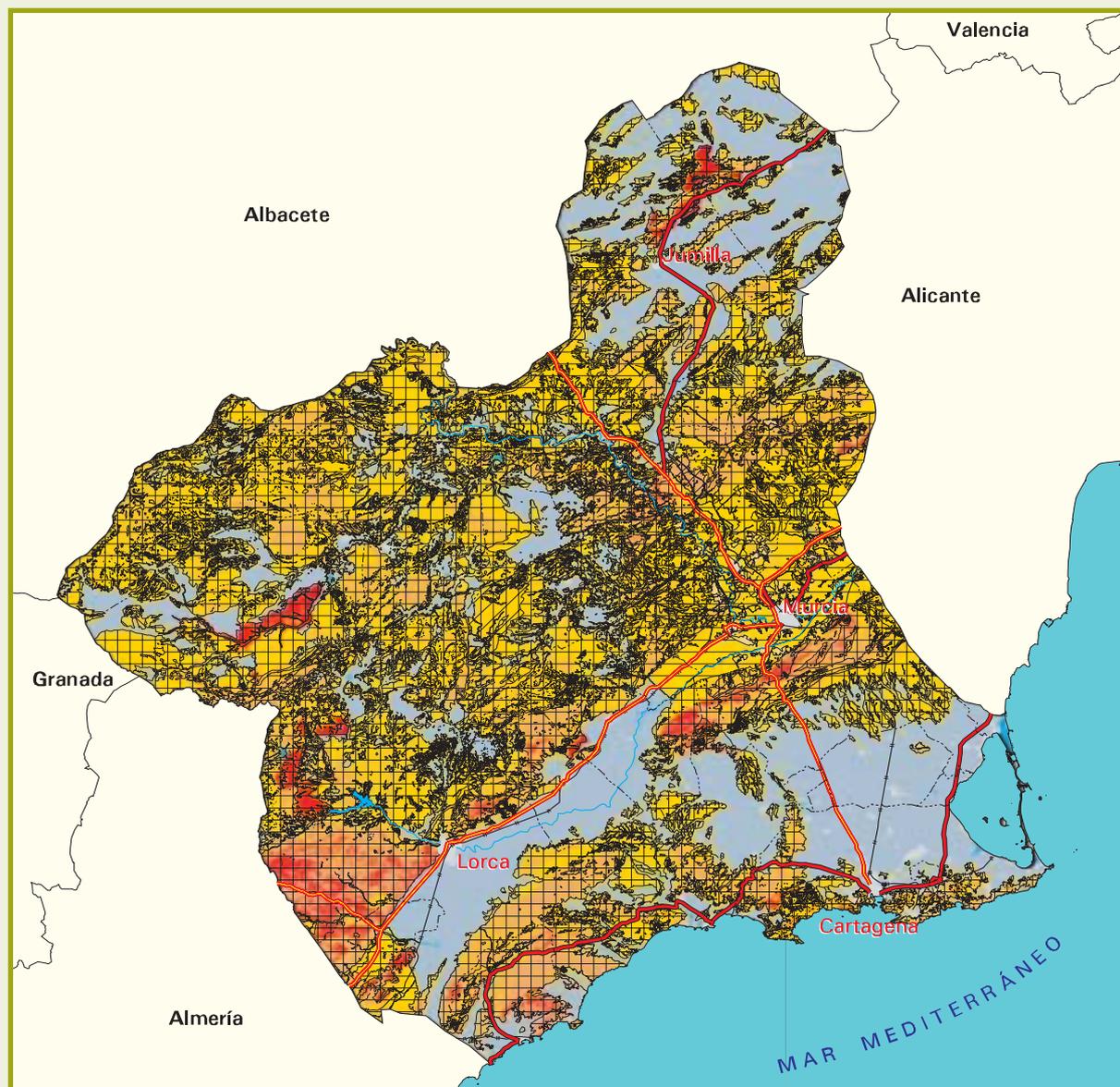
Signos convencionales

- Autopista / Autovía
- Carretera nacional
- Río
- Ferrocarril
- Límite municipal
- Láminas de agua superficiales
- Superficies artificiales

▲ Movimientos activos identificados (Total:70)

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.
Elaboración propia.

Mapa 5.5 potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Potencialidad	
	Nula o muy baja
	Baja o moderada
	Media
	Alta
	Muy alta
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

Tipología	
	Derrumbes en general
	Deslizamientos
	Flujos
	Complejos o mixtos

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.
Elaboración propia.



Tabla 5.5 superficies según potencialidad y tipología predominante de movimientos de masa

Tipología predominante	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Derrumbes en general	0,00	0,00	0,00	0,00	
Deslizamientos	0,00	0,00	0,00	0,00	
Derrumbes en general y deslizamientos	0,00	0,00	0,00	0,00	
Deslizamientos y flujos	0,00	0,00	0,00	0,00	
Complejos o mixtos	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sin tipología	136,34	0,01	376.853,38	33,31	
SUPERFICIE EROSIONABLE	136,34	0,01	376.853,38	33,31	
Láminas de agua superficiales y humedales					
Superficies artificiales					
TOTAL					

Nota: Los porcentajes están referidos a la superficie de la provincia.



Potencialidad							Superficie geográfica	
Media		Alta		Muy alta				
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
119.808,51	10,59	10.007,06	0,88	4.131,55	0,37	133.947,12	11,84	
2.538,01	0,22	49,82	0,00	1,94	0,00	2.589,77	0,23	
381.179,01	33,70	145.554,92	12,87	28.156,77	2,48	554.890,70	49,05	
13.526,85	1,20	10.159,54	0,90	742,85	0,07	24.429,24	2,16	
3.936,07	0,35	4.045,28	0,36	9,13	0,00	7.990,48	0,71	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	376.989,72	33,32	
520.988,45	46,06	169.816,62	15,01	33.042,24	2,92	1.100.837,03	97,31	
						5.799,53	0,51	
						24.623,73	2,18	
						1.131.260,29	100,00	



Tabla 5.6 superficies según vegetación y potencialidad

Vegetación	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Forestal arbolado	109,65	0,01	35.538,56	3,14	
Forestal desarbolado	2,88	0,00	20.232,17	1,79	
Cultivos	23,81	0,00	321.082,65	28,38	
SUPERFICIE EROSIONABLE	136,34	0,01	376.853,38	33,31	
Láminas de agua superficiales y humedales					
Superficies artificiales					
TOTAL					

Nota: Los porcentajes están referidos a la superficie de la provincia.



Potencialidad							Superficie geográfica	
Media		Alta		Muy alta				
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
	181.794,77	16,07	85.261,61	7,54	11.881,05	1,05	314.585,64	27,81
	79.524,14	7,03	50.357,01	4,45	7.664,66	0,68	157.780,86	13,95
	259.669,54	22,96	34.198,00	3,02	13.496,53	1,19	628.470,53	55,55
	520.988,45	46,06	169.816,62	15,01	33.042,24	2,92	1.100.837,03	97,31
							5.799,53	0,51
							24.623,73	2,18
							1.131.260,29	100,00



Tabla 5.7 superficies según términos municipales y potencialidad

Término municipal	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Abanilla	0,00	0,00	2.666,19	11,36	
Abarán	0,00	0,00	3.003,76	26,81	
Águilas	0,00	0,00	7.356,97	30,03	
Albudeite	0,00	0,00	16,07	0,98	
Alcantarilla	0,00	0,00	0,00	0,00	
Aledo	0,00	0,00	1.784,53	35,96	
Alguazas	0,00	0,00	0,00	0,00	
Alhama de Murcia	0,00	0,00	15.096,30	49,73	
Archena	0,00	0,00	0,00	0,00	
Beniel	0,00	0,00	0,00	0,00	
Blanca	0,00	0,00	1.188,28	14,12	
Bullas	0,00	0,00	3.215,80	40,30	
Calasparra	0,00	0,00	5.184,93	28,64	
Campos del Río	0,00	0,00	427,35	9,19	
Caravaca de la Cruz	0,00	0,00	24.133,49	28,30	
Cartagena	0,00	0,00	31.519,47	62,43	
Cehegín	0,00	0,00	6.220,18	21,22	
Ceutí	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cieza	0,00	0,00	6.950,91	19,30	
Fortuna	0,00	0,00	101,98	0,71	
Fuente Álamo de Murcia	0,00	0,00	19.252,30	72,20	
Jumilla	112,08	0,12	47.317,74	48,99	
Librilla	0,00	0,00	1.069,05	19,61	
Lorca	0,00	0,00	48.555,43	29,44	
Lorquí	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mazarrón	0,00	0,00	9.024,91	29,28	
Molina de Segura	0,00	0,00	0,02	0,00	
Moratalla	21,07	0,02	16.557,58	17,39	
Mula	0,00	0,00	19.377,92	30,86	
Murcia	0,00	0,00	16.898,87	20,08	
Ojós	0,00	0,00	47,76	1,07	
Pliego	0,00	0,00	637,58	22,37	
Puerto Lumbreras	0,00	0,00	3.806,18	27,18	
Ricote	0,31	0,00	2.043,15	23,43	
San Javier	2,88	0,04	5.945,66	90,98	
San Pedro del Pinatar	0,00	0,00	1.376,09	99,61	
Torre-Pacheco	0,00	0,00	17.383,05	95,33	
Torres de Cotillas (Las)	0,00	0,00	0,00	0,00	
Totana	0,00	0,00	14.077,20	49,81	



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	15.398,06	65,59	4.844,35	20,63	569,19	2,42	23.477,79
	5.960,98	53,20	2.219,00	19,80	20,94	0,19	11.204,68
	4.409,77	18,00	11.166,83	45,58	1.565,89	6,39	24.499,46
	997,54	60,62	628,45	38,19	3,50	0,21	1.645,56
	277,56	99,11	2,50	0,89	0,00	0,00	280,06
	2.680,36	54,01	467,04	9,41	31,01	0,62	4.962,94
	1.968,39	89,46	231,80	10,54	0,00	0,00	2.200,19
	9.725,55	32,04	3.902,39	12,85	1.634,43	5,38	30.358,67
	1.083,56	78,26	289,38	20,90	11,69	0,84	1.384,63
	804,37	92,25	67,58	7,75	0,00	0,00	871,95
	3.754,23	44,62	3.288,18	39,08	183,85	2,18	8.414,54
	4.095,68	51,33	667,71	8,37	0,00	0,00	7.979,19
	11.465,10	63,32	1.455,09	8,04	0,00	0,00	18.105,12
	3.288,93	70,70	934,90	20,10	0,25	0,01	4.651,43
	45.989,15	53,92	10.893,64	12,77	4.272,96	5,01	85.289,24
	12.402,07	24,56	5.397,95	10,69	1.170,07	2,32	50.489,56
	17.946,58	61,21	5.149,54	17,57	0,00	0,00	29.316,30
	836,82	98,93	9,06	1,07	0,00	0,00	845,88
	25.667,51	71,28	3.331,14	9,25	62,08	0,17	36.011,64
	10.665,54	74,26	3.512,61	24,45	83,64	0,58	14.363,77
	5.897,30	22,12	1.055,06	3,96	459,73	1,72	26.664,39
	39.355,81	40,74	7.769,35	8,04	2.036,59	2,11	96.591,57
	3.573,62	65,56	808,32	14,83	0,00	0,00	5.450,99
	59.881,08	36,31	42.451,02	25,74	14.041,99	8,51	164.929,52
	1.415,82	98,21	25,76	1,79	0,00	0,00	1.441,58
	16.046,55	52,07	5.700,20	18,49	49,74	0,16	30.821,40
	12.666,24	82,12	2.687,80	17,42	70,95	0,46	15.425,01
	67.683,88	71,10	10.940,12	11,49	0,98	0,00	95.203,63
	38.324,52	61,02	5.071,60	8,08	23,08	0,04	62.797,12
	51.451,48	61,14	13.547,42	16,10	2.255,34	2,68	84.153,11
	2.324,40	52,24	1.798,54	40,42	278,94	6,27	4.449,64
	1.934,62	67,87	278,26	9,76	0,06	0,00	2.850,52
	4.008,67	28,64	4.618,11	32,98	1.568,54	11,20	14.001,50
	2.723,93	31,24	3.764,17	43,16	189,61	2,17	8.721,17
	584,90	8,96	1,56	0,02	0,30	0,00	6.535,30
	5,30	0,39	0,04	0,00	0,01	0,00	1.381,44
	729,26	4,00	122,41	0,67	0,00	0,00	18.234,72
	3.178,34	92,83	245,31	7,17	0,00	0,00	3.423,65
	8.169,63	28,92	5.446,05	19,27	566,56	2,00	28.259,44

sigue,



Tabla 5.7 superficies según términos municipales y potencialidad (cont.)

Término municipal	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Ulea	0,00	0,00	0,00	0,00	
Unión (La)	0,00	0,00	1.084,49	49,35	
Villanueva del Río Segura	0,00	0,00	0,00	0,00	
Yecla	0,00	0,00	41.595,87	69,50	
Santomera	0,00	0,00	0,00	0,00	
Alcázares (Los)	0,00	0,00	1.936,32	100,00	
TOTAL	136,34	0,01	376.853,38	34,23	

Nota: Los porcentajes están referidos a cada término municipal.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	1.568,74	40,34	2.204,18	56,69	115,34	2,97	3.888,26
	663,84	30,21	397,84	18,10	51,52	2,34	2.197,69
	1.078,37	82,81	209,73	16,11	14,07	1,08	1.302,17
	15.058,67	25,16	1.484,97	2,48	1.709,00	2,86	59.848,51
	3.245,73	81,64	729,66	18,35	0,39	0,01	3.975,78
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.936,32
	520.988,45	47,33	169.816,62	15,43	33.042,24	3,00	1.100.837,03



Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad

Unidades hidrológicas	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
5017	0,00	0,00	2.376,92	35,44	
6230	0,00	0,00	3.796,94	24,68	
7001	0,00	0,00	10.796,38	25,53	
7002	0,00	0,00	7.665,68	29,14	
7003	0,00	0,00	2.134,13	18,21	
7004	0,00	0,00	8.483,29	68,22	
7005	2,88	0,02	11.328,59	62,36	
7006	0,00	0,00	55.157,40	73,42	
7007	0,00	0,00	20.714,06	64,19	
7020	0,00	0,00	880,27	8,67	
7023	0,00	0,00	704,47	36,29	
7025	0,00	0,00	543,75	13,94	
7026	0,00	0,00	409,16	10,22	
7032	11,44	0,10	6.633,95	58,60	
7033	0,00	0,00	246,93	22,36	
7034	21,07	0,10	3.021,43	14,83	
7035	0,00	0,00	5.734,73	16,64	
7036	0,00	0,00	572,63	41,40	
7037	0,00	0,00	14.809,26	29,15	
7038	0,00	0,00	1.583,99	33,04	
7039	0,00	0,00	24.492,62	29,92	
7040	0,00	0,00	3.513,37	24,88	
7041	0,00	0,00	23,19	6,39	
7042	0,00	0,00	305,64	4,85	
7043	100,64	0,16	30.149,35	49,36	
7044	0,00	0,00	764,49	23,32	
7045	0,00	0,00	11.825,07	29,68	
7046	0,31	0,00	2.995,26	18,01	
7047	0,00	0,00	278,57	2,23	
7048	0,00	0,00	0,01	0,00	
7049	0,00	0,00	4.358,37	25,70	
7050	0,00	0,00	5.018,60	17,77	
7051	0,00	0,00	583,51	46,70	
7052	0,00	0,00	2.995,37	53,07	
7053	0,00	0,00	3.195,85	23,18	
7054	0,00	0,00	1.587,50	6,63	
7055	0,00	0,00	3,63	4,29	
7057	0,00	0,00	1.174,71	9,26	
7058	0,00	0,00	1,69	100,00	
7059	0,00	0,00	1.454,23	12,98	



	Potencialidad						Superficie erosionable en Murcia (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	4.126,63	61,53	203,42	3,03	0,00	0,00	6.706,97
	6.028,81	39,20	4.429,94	28,80	1.126,13	7,32	15.381,82
	11.701,93	27,66	18.160,91	42,94	1.635,10	3,87	42.294,32
	13.462,07	51,19	5.138,23	19,53	38,07	0,14	26.304,05
	6.256,53	53,36	2.578,66	22,00	753,41	6,43	11.722,73
	2.927,05	23,53	865,27	6,96	160,10	1,29	12.435,71
	4.090,77	22,52	2.423,16	13,34	320,43	1,76	18.165,83
	14.648,75	19,50	4.616,56	6,15	698,53	0,93	75.121,24
	11.264,22	34,90	292,51	0,91	0,00	0,00	32.270,79
	7.628,36	75,13	1.644,93	16,20	0,00	0,00	10.153,56
	1.121,76	57,78	115,09	5,93	0,00	0,00	1.941,32
	2.758,32	70,71	598,82	15,35	0,00	0,00	3.900,89
	3.013,93	75,29	580,01	14,49	0,00	0,00	4.003,10
	4.617,74	40,78	58,39	0,52	0,00	0,00	11.321,52
	784,36	71,03	73,02	6,61	0,00	0,00	1.104,31
	14.836,90	72,82	2.496,24	12,25	0,00	0,00	20.375,64
	24.585,32	71,35	4.140,38	12,01	0,98	0,00	34.461,41
	750,86	54,28	59,76	4,32	0,00	0,00	1.383,25
	29.285,03	57,65	6.305,75	12,41	402,28	0,79	50.802,32
	3.186,78	66,46	23,82	0,50	0,00	0,00	4.794,59
	45.563,87	55,67	7.971,14	9,74	3.819,48	4,67	81.847,11
	9.144,01	64,76	1.402,20	9,93	61,26	0,43	14.120,84
	300,38	82,79	39,26	10,82	0,00	0,00	362,83
	5.815,32	92,28	181,04	2,87	0,00	0,00	6.302,00
	24.019,48	39,32	5.144,93	8,42	1.671,95	2,74	61.086,35
	2.131,48	65,03	379,46	11,58	2,44	0,07	3.277,87
	22.881,27	57,41	5.138,61	12,90	2,69	0,01	39.847,64
	6.564,93	39,48	6.400,26	38,49	667,90	4,02	16.628,66
	5.739,00	45,95	6.270,23	50,21	200,48	1,61	12.488,28
	13.696,23	89,81	1.537,73	10,08	16,19	0,11	15.250,16
	10.656,42	62,83	1.945,45	11,47	0,19	0,00	16.960,43
	19.983,78	70,77	3.217,55	11,39	20,13	0,07	28.240,06
	632,01	50,58	33,95	2,72	0,00	0,00	1.249,47
	2.304,40	40,82	344,77	6,11	0,00	0,00	5.644,54
	8.014,20	58,12	2.571,09	18,65	7,13	0,05	13.788,27
	20.034,98	83,62	2.337,22	9,75	1,13	0,00	23.960,83
	73,57	86,92	7,44	8,79	0,00	0,00	84,64
	3.605,58	28,43	4.884,30	38,52	3.016,80	23,79	12.681,39
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69
	5.348,84	47,76	3.141,76	28,05	1.255,16	11,21	11.199,99

sigue,



Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad (cont.)

Unidades hidrológicas	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
7060	0,00	0,00	9.228,54	27,34	
7061	0,00	0,00	606,02	10,25	
7062	0,00	0,00	15.979,64	33,13	
7063	0,00	0,00	19.572,56	39,32	
7064	0,00	0,00	28.152,51	54,73	
7065	0,00	0,00	738,49	14,93	
7066	0,00	0,00	2.822,73	9,90	
7067	0,00	0,00	0,01	0,00	
7068	0,00	0,00	0,01	0,00	
7069	0,00	0,00	14,30	0,31	
7070	0,00	0,00	3.261,89	12,57	
7071	0,00	0,00	0,00	0,00	
7076	0,00	0,00	40.947,97	68,91	
8002	0,00	0,00	3.164,15	69,70	
8003	0,00	0,00	49,57	16,28	
TOTAL	136,34	0,01	376.853,38	34,23	

Nota: Los porcentajes están referidos a cada unidad hidrológica.



	Potencialidad						Superficie erosionable en Murcia (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	18.219,59	53,97	5.116,29	15,16	1.190,77	3,53	33.755,19
	3.134,90	53,03	1.423,32	24,08	747,48	12,64	5.911,72
	22.873,03	47,42	7.943,93	16,47	1.438,70	2,98	48.235,30
	7.028,29	14,12	16.398,61	32,95	6.772,57	13,61	49.772,03
	13.353,07	25,95	8.528,94	16,58	1.409,07	2,74	51.443,59
	3.489,04	70,55	718,16	14,52	0,00	0,00	4.945,69
	18.411,43	64,61	5.132,73	18,01	2.132,29	7,48	28.499,18
	8.802,88	60,29	5.048,77	34,57	750,98	5,14	14.602,64
	14.541,79	82,82	2.959,68	16,86	56,14	0,32	17.557,62
	3.755,89	80,50	895,44	19,19	0,00	0,00	4.665,63
	16.468,49	63,46	5.806,25	22,37	414,22	1,60	25.950,85
	1.122,51	71,64	265,62	16,95	178,85	11,41	1.566,98
	14.631,69	24,63	1.765,35	2,97	2.073,21	3,49	59.418,22
	1.326,99	29,23	48,39	1,07	0,00	0,00	4.539,53
	242,99	79,82	11,88	3,90	0,00	0,00	304,44
	520.988,45	47,33	169.816,62	15,43	33.042,24	3,00	1.100.837,03



Tabla 5.9 superficies según régimen de propiedad y potencialidad

Régimen de propiedad	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,31	0,00	4.483,86	8,35	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	382,45	5,50	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	182,93	41,76	
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,00	0,00	3.141,96	9,53	
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	98,33	0,15	8.989,72	14,08	
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	35,20	20,76	
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	0,00	0,00	2.068,57	15,29	
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	37,70	0,00	357.568,69	38,48	
TOTAL	136,34	0,01	376.853,38	34,23	

Nota: Los porcentajes están referidos a cada tipo de régimen de propiedad.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	27.062,02	50,40	19.368,25	36,06	2.784,74	5,19	53.699,18
	3.691,44	53,06	2.116,65	30,43	766,11	11,01	6.956,65
	137,16	31,30	118,01	26,94	0,00	0,00	438,10
	17.572,45	53,29	10.886,23	33,01	1.376,61	4,17	32.977,25
	40.388,12	63,24	13.868,08	21,72	518,36	0,81	63.862,61
	97,08	57,26	37,26	21,98	0,00	0,00	169,54
	7.219,72	53,37	3.519,97	26,02	719,97	5,32	13.528,23
	424.820,46	45,73	119.902,17	12,90	26.876,45	2,89	929.205,47
	520.988,45	47,33	169.816,62	15,43	33.042,24	3,00	1.100.837,03



Tabla 5.10 superficies según régimen de protección y potencialidad

Régimen de protección	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Parque Regional	0,00	0,00	5.291,32	10,82	
Reserva Natural	0,00	0,00	80,95	35,94	
Paisaje Protegido	0,00	0,00	1.116,09	18,64	
Espacio Natural Protegido	2,88	0,01	5.648,53	26,99	
Sin protección	133,46	0,01	364.716,49	35,59	
TOTAL	136,34	0,01	376.853,38	34,23	

Nota: Los porcentajes están referidos a cada tipo de régimen de protección.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	21.535,97	44,03	18.300,36	37,41	3.785,29	7,74	48.912,94
	117,53	52,18	26,76	11,88	0,00	0,00	225,24
	3.767,77	62,94	1.075,64	17,97	27,07	0,45	5.986,57
	10.714,81	51,21	3.832,83	18,32	725,36	3,47	20.924,41
	484.852,37	47,32	146.581,03	14,30	28.504,52	2,78	1.024.787,87
	520.988,45	47,33	169.816,62	15,43	33.042,24	3,00	1.100.837,03



6. erosión en cauces



La erosión en cauces se produce cuando la tensión de arrastre o tractiva de la corriente de agua supera la resistencia de los materiales que conforman el lecho o las márgenes del cauce. Este tipo de erosión es un fenómeno íntimamente ligado a la torrencialidad de las cuencas hidrográficas, caracterizada por su régimen pluviométrico e hidrológico, su geomorfología, y los fenómenos de erosión (laminar, en regueros, movimientos en masa) que se producen en sus laderas.

La erosión en cauces provoca no sólo pérdidas de tierras fértiles y efectos ecológicos negativos sobre los ecosistemas de ribera, sino también importantes daños materiales e incluso personales cuando se asocia a episodios torrenciales de gran intensidad; de ahí la necesidad de incluir su evaluación dentro del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

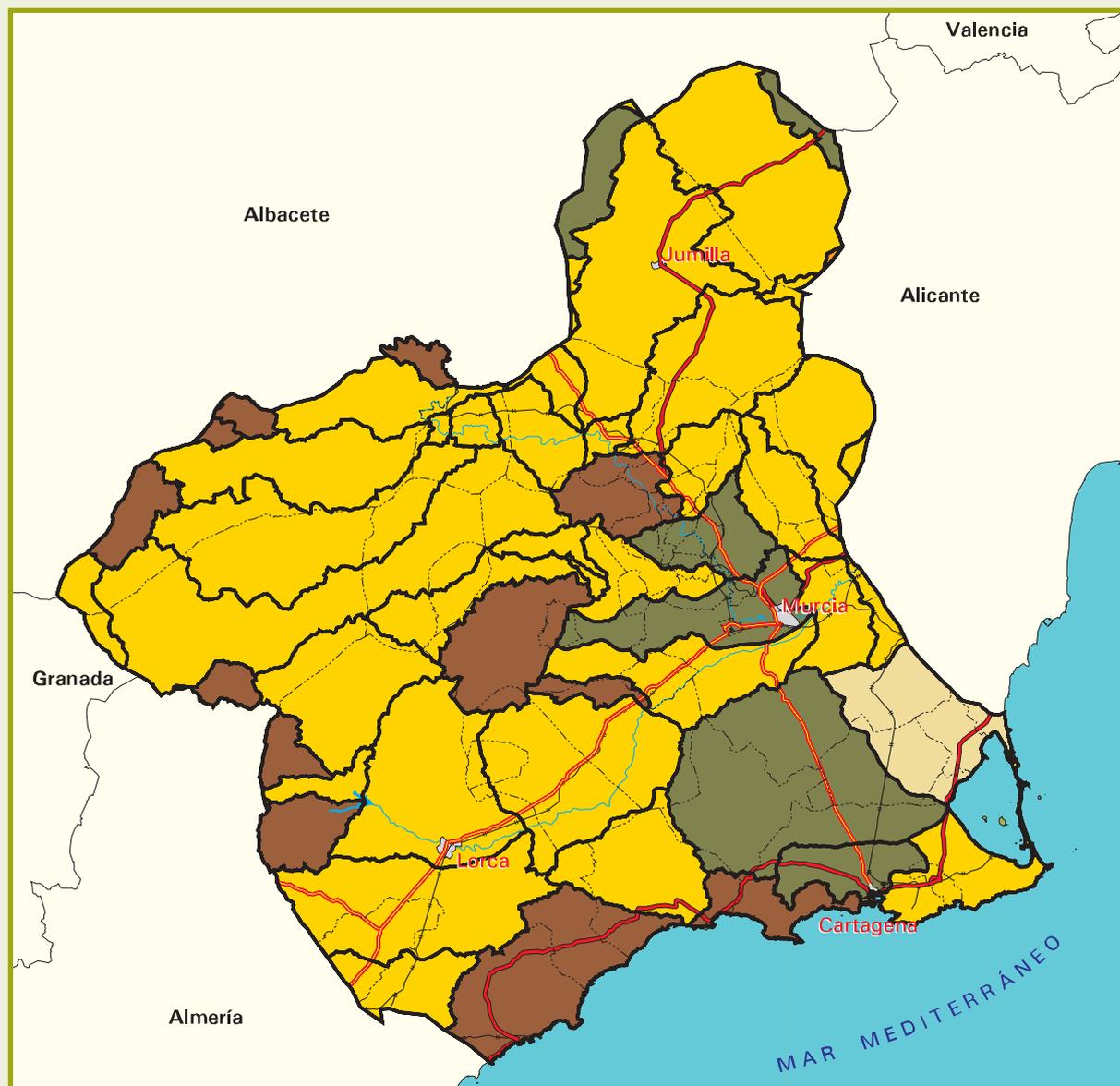
La erosión en cauces se estima mediante la valoración de un indicador sintético por unidad hidrológica (riesgo potencial de erosión en cauces) que tiene en cuenta los diferentes elementos que intervienen en el fenómeno.

Aplicando el procedimiento explicado en la Metodología, se han obtenido, para cada una de las unidades hidrológicas que define la clasificación del Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX), los parámetros que finalmente definen el riesgo potencial de erosión en cauces, tal y como refleja la tabla 6.1, incluida en el CD-ROM adjunto. Los mapas 6.1 a 6.8 representan los distintos factores valorados por unidad hidrológica (pendiente, litología, geomorfología, intensidad de precipitación, erosión laminar, movimientos en masa, erosión combinada y erosión con pluviometría), y el mapa 6.9, la clasificación final de las unidades hidrológicas en función del riesgo potencial de erosión en cauces.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de riesgo potencial de erosión en cauces por unidades hidrológicas (Mapa nº4), a escala 1:250.000.



Mapa 6.1 factor pendiente por unidades hidrológicas

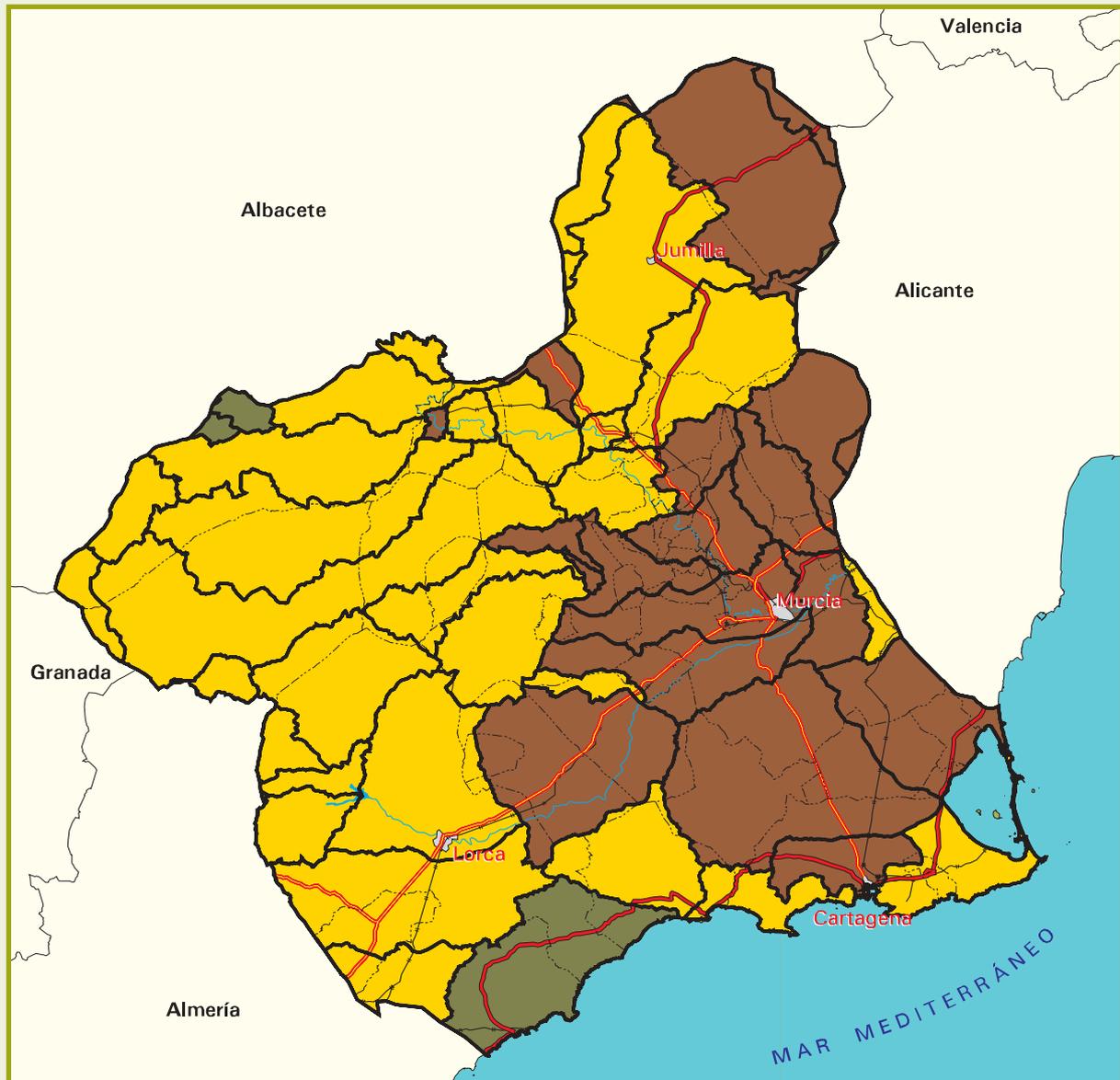


Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Factor pendiente (%)	
	< 5
	5 - 10
	10 - 20
	20 - 30
	30 - 50
	> 50

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.2 factor litología por unidades hidrológicas



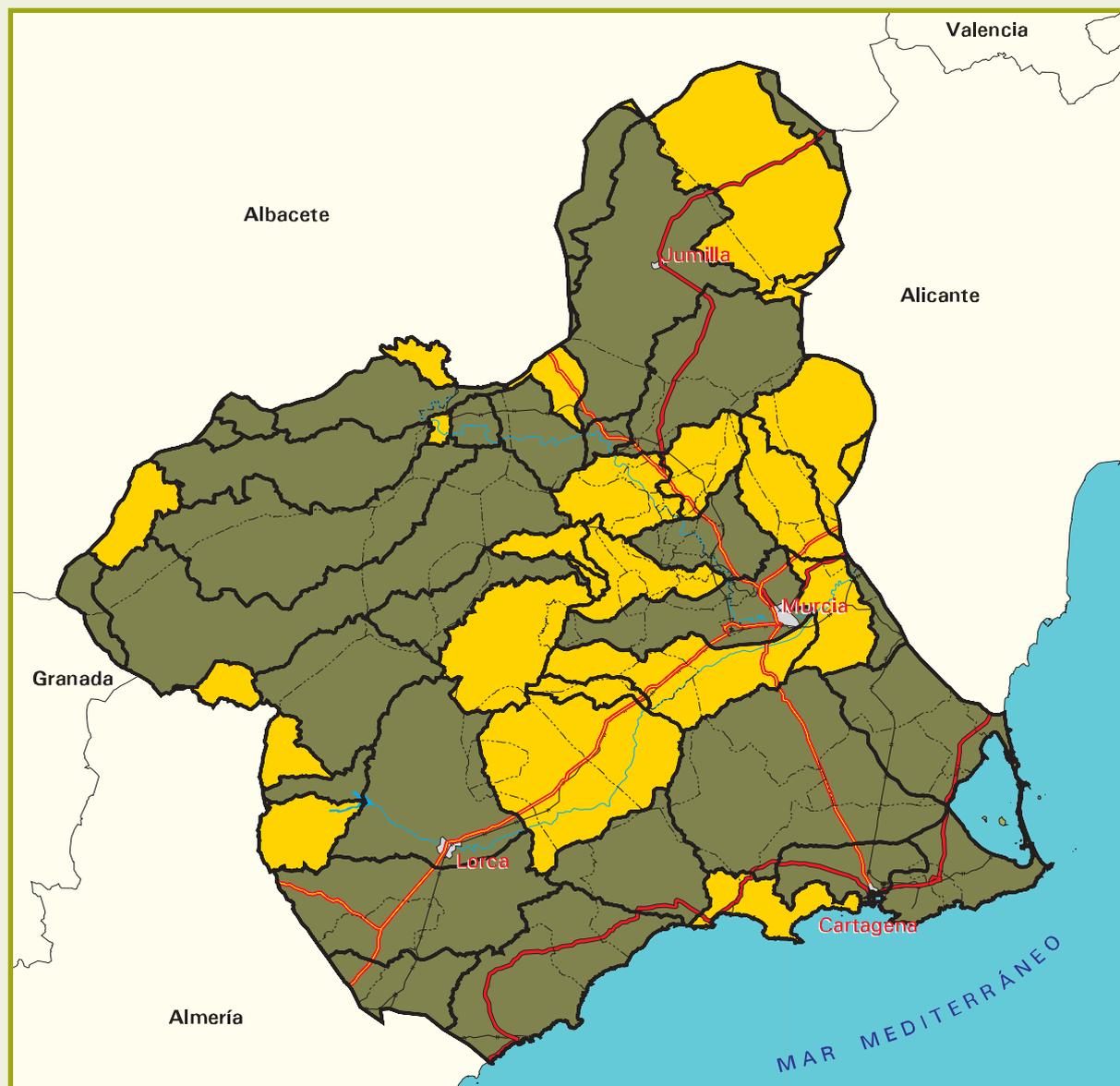
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Erosionabilidad	
	Baja
	Media
	Alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.



Mapa 6.3 factor geomorfología por unidades hidrológicas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Potencialidad	
	Baja
	Media
	Alta
	Muy alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.4 factor intensidad de precipitación por unidades hidrológicas



Signos convencionales

	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

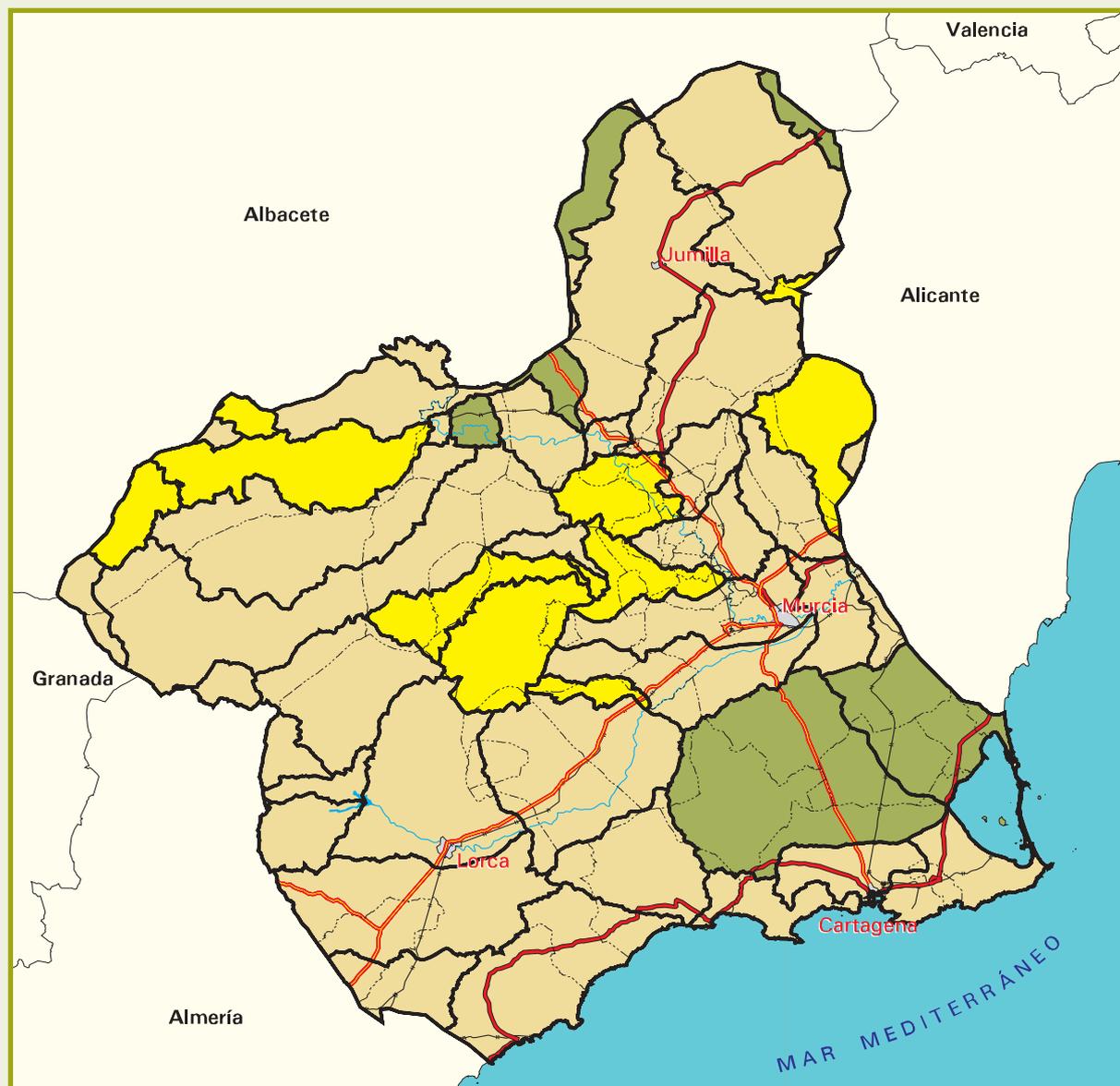
Precipitación máxima en 24 horas con período de retorno de 100 años (mm)

	< 50
	50 - 100
	100 - 150
	150 - 200
	> 200

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.



Mapa 6.5 factor erosión laminar por unidades hidrológicas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Pérdidas de suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	
	0 - 5
	5 - 10
	10 - 25
	25 - 50
	50 - 100
	100 - 200
	> 200

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.6 factor movimientos en masa por unidades hidrológicas



Signos convencionales

	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

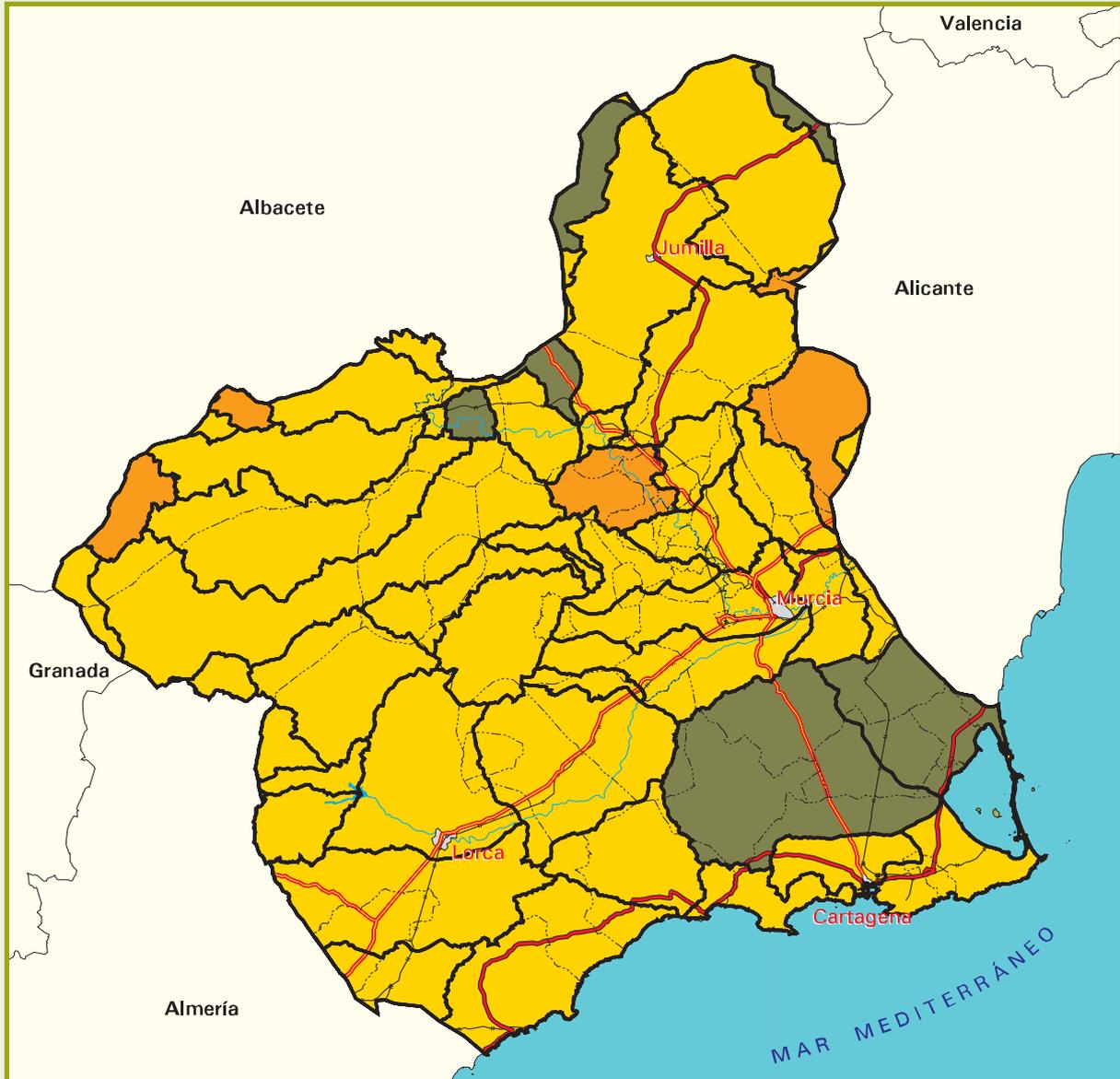
Potencialidad

	Baja o moderada
	Media
	Alta
	Muy alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.



Mapa 6.7 factor erosión por unidades hidrológicas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Erosión	
	Nula
	Muy baja
	Baja
	Media
	Alta
	Muy alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.

Mapa 6.8 factor erosión y pluviometría por unidades hidrológicas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Potencialidad	
	Muy baja
	Baja
	Media
	Alta
	Muy alta

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.



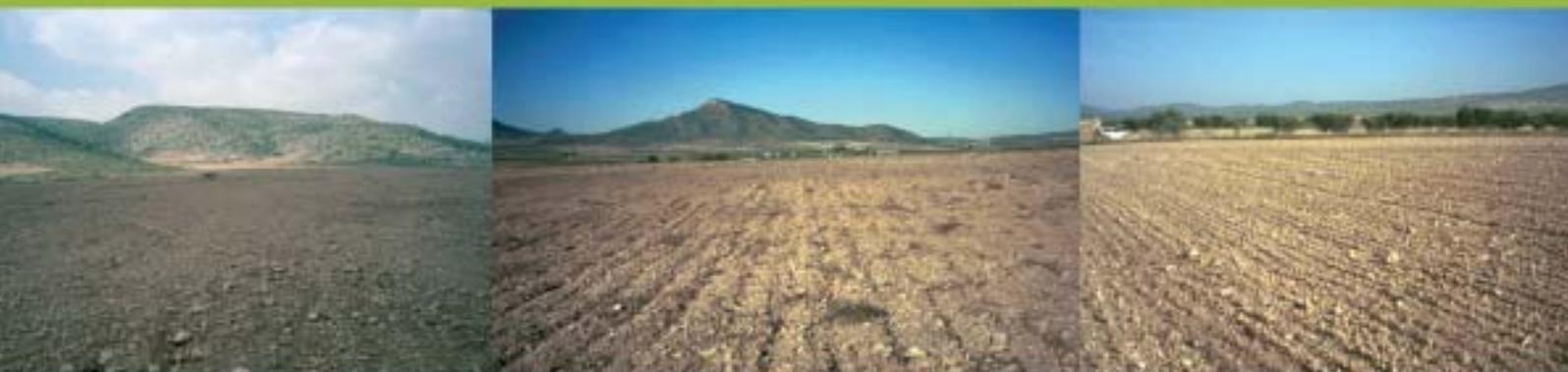
Mapa 6.9 riesgo potencial de erosión en cauces por unidades hidrológicas



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Riesgo potencial de erosión en cauces	
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Elaboración propia.



7. erosión eólica



La erosión eólica se puede definir como el proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento. En el territorio nacional suele ser cuantitativamente menos importante que las demás formas de erosión y está condicionada a la ausencia de vegetación y a la presencia de partículas sueltas en la superficie.

Aparte del diferente agente erosivo (viento), la erosión eólica difiere en varios aspectos de la erosión hídrica. Esta última necesita que el terreno tenga una cierta pendiente y la actuación de lluvias más o menos importantes, mientras que la erosión eólica se produce sobre superficies secas de baja pendiente. Del mismo modo, en la erosión hídrica, una vez que el suelo ha sido movido de su sitio, el mismo agente no puede volver a colocarlo en su lugar de origen; esta circunstancia sí puede darse, aunque sea en parte, en la erosión eólica.

En definitiva, para que se produzca el fenómeno de la erosión eólica se deben dar, al menos, algunas de las siguientes condiciones:

- Superficies más o menos llanas y extensas.
- Suelos desnudos de obstáculos importantes (vegetación, caballones, rocas).
- Suelos sueltos y de textura fina.
- Zonas secas (por lluvias escasas y/o mal distribuidas).
- Temperaturas altas (que contribuyan a la desecación del suelo).
- Vientos fuertes y frecuentes.

Desde la antigüedad, la erosión eólica ha producido daños de gran importancia en determinadas zonas sometidas a la acción de fuertes vientos desencadenados sobre grandes extensiones abiertas y con escasa cubierta vegetal. A pesar de que en España este fenómeno no alcanza tanta importancia como en otras partes del mundo, existen algunas áreas donde se manifiesta con una cierta intensidad. Por tanto, para conseguir un completo Inventario Nacional de Erosión de Suelos se debe realizar una valoración de este fenómeno erosivo.

El objeto del estudio es obtener una clasificación del territorio en función del mayor o menor riesgo potencial que presenta de sufrir fenómenos de erosión eólica, mediante la valoración de los diferentes factores que intervienen en el proceso.

Aplicando el proceso explicado en la Metodología, se obtienen los valores intermedios y resultados finales que se resumen en las tablas y mapas siguientes:



– Valores intermedios:

Mapa 7.1 índice de viento

Tabla 7.1 superficies según índice de viento

Mapa 7.2 áreas de deflación

Mapa 7.3 índice de erosión eólica en áreas de deflación

Tabla 7.3 valores medios del índice de erosión eólica por estrato en áreas de deflación (incluida en el CD-ROM adjunto)

– Resultados finales y análisis:

Mapa 7.4 riesgo potencial de erosión eólica

Tabla 7.4 superficies según riesgo potencial de erosión eólica

Tabla 7.5 superficies según vegetación y riesgo potencial de erosión eólica

Tabla 7.6 superficies según términos municipales y riesgo potencial de erosión eólica

Tabla 7.7 superficies según unidades hidrológicas y riesgo potencial de erosión eólica

Tabla 7.8 superficies según régimen de propiedad y riesgo potencial de erosión eólica

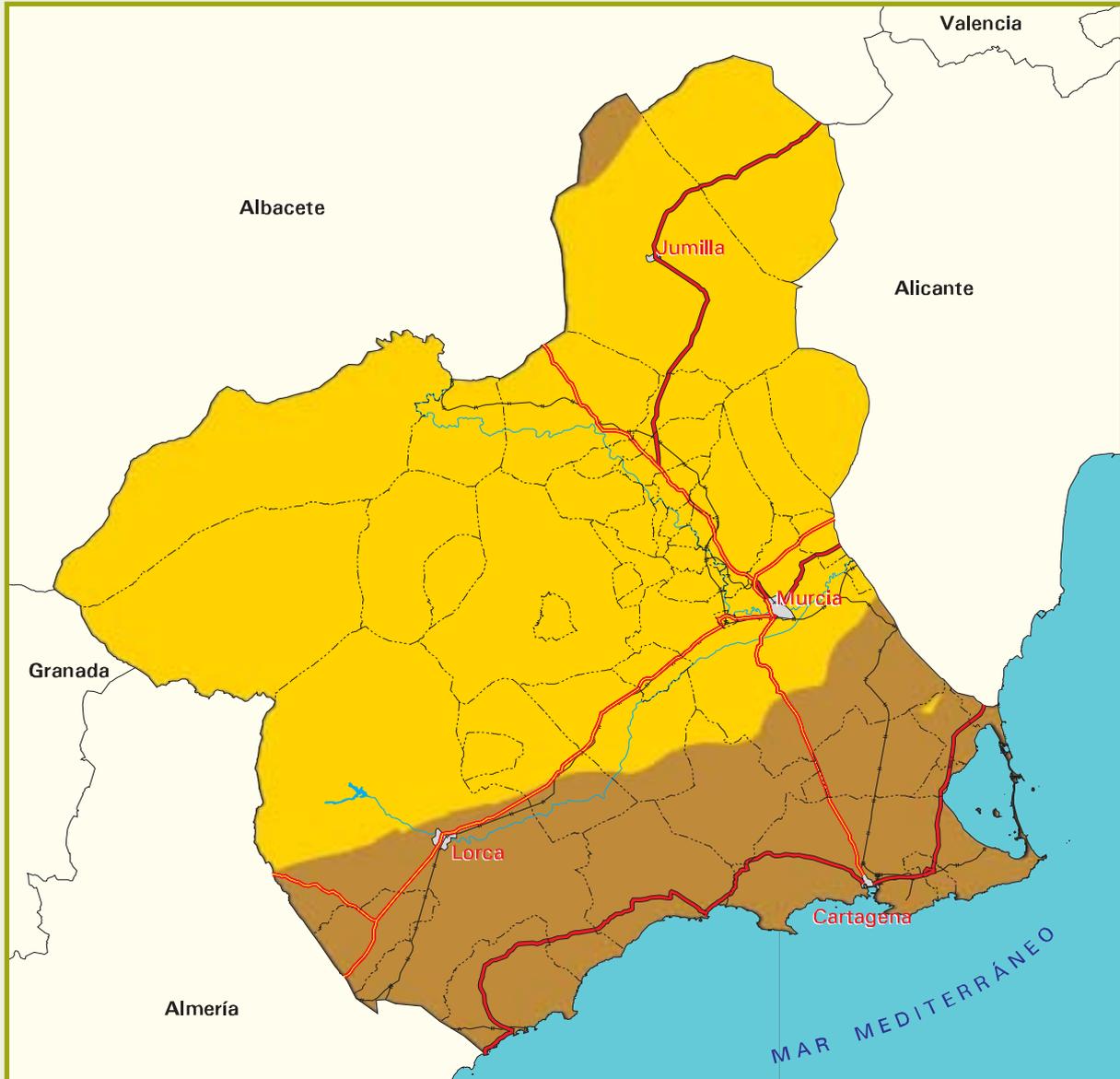
Tabla 7.9 superficies según régimen de protección y riesgo potencial de erosión eólica

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de riesgo potencial de erosión eólica (Mapa nº 5), a escala 1:250.000.





Mapa 7.1 índice de viento



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Número de días al año con velocidad superior a 5 m/sg	
	≤ 19
	20 - 28
	29 - 37
	38 - 46
	47 - 55
	> 55

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.

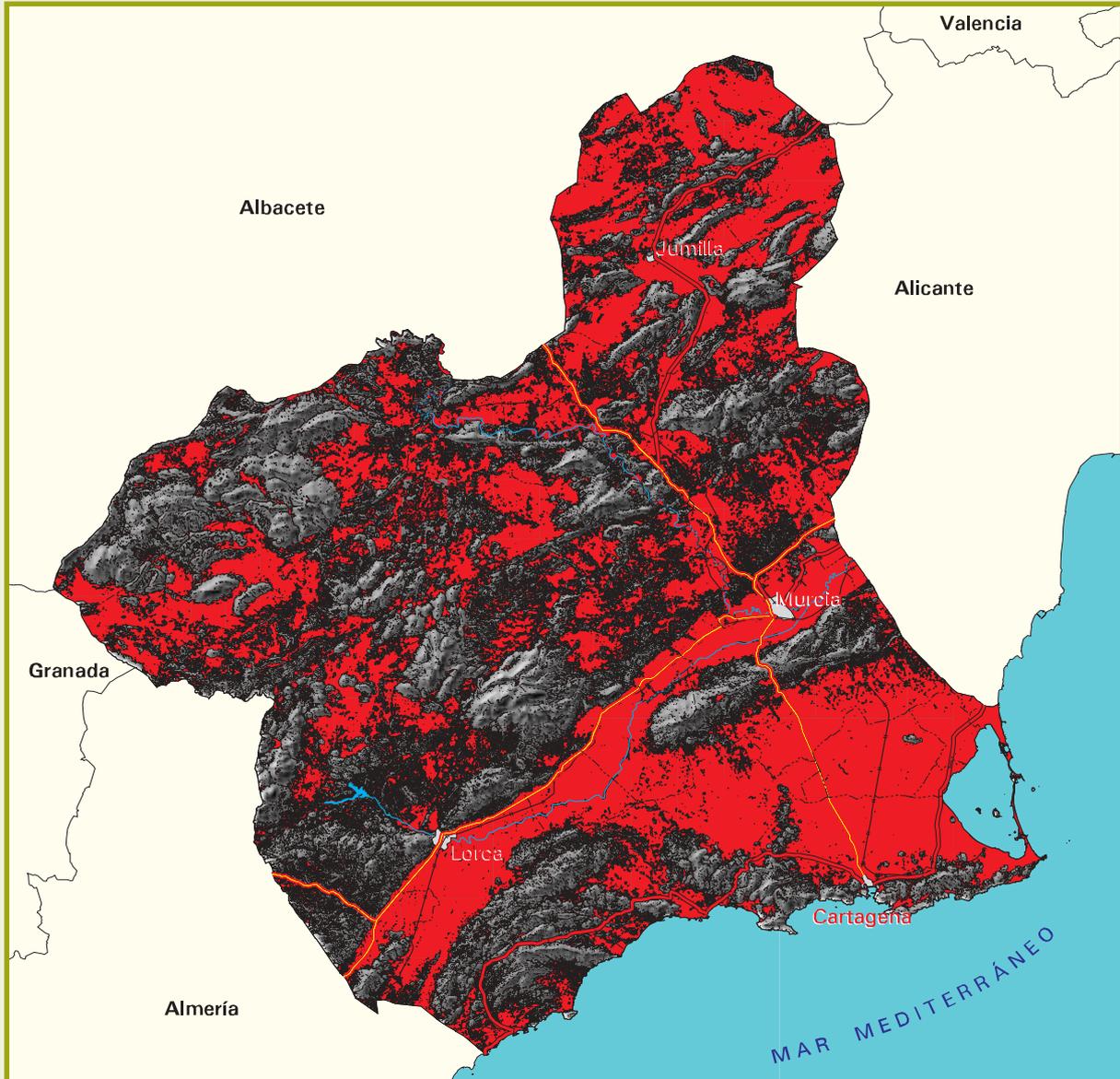


Tabla 7.1 superficies según índice de viento

Intensidad del viento		Superficie geográfica	
Índice	Nº días al año con velocidad >5 m·s ⁻¹	ha	%
1	≤19	807.394,51	71,37
2	20-28	323.865,78	28,63
3	29-37	0,00	0,00
4	38-46	0,00	0,00
5	47-55	0,00	0,00
6	>55	0,00	0,00
TOTAL		1.131.260,29	100,00



Mapa 7.2 áreas de deflación



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

	Superficie (ha)	(%)
	Áreas de deflación	608.943,56 53,84

Fuente: Modelo Digital del Terreno del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Elaboración propia.

Mapa 7.3 índice de erosión eólica en áreas de deflación



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Índice de erosión eólica	
	Inapreciable
	Baja
	Moderada
	Acusada
	Alta
	Muy alta



Mapa 7.4 riesgo potencial de erosión eólica



Riesgo potencial de erosión eólica	
	Muy bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales



Tabla 7.4 superficies según riesgo potencial de erosión eólica

Riesgo potencial de erosión eólica	Superficie geográfica	
	ha	%
Muy bajo	694.426,94	61,39
Bajo	368.719,68	32,59
Medio	37.690,41	3,33
Alto	0,00	0,00
Muy alto	0,00	0,00
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.100.837,03	97,31
Láminas de agua superficiales y humedales	5.799,53	0,51
Superficies artificiales	24.623,73	2,18
TOTAL	1.131.260,29	100,00



Tabla 7.5 superficies según vegetación y riesgo potencial de erosión

Vegetación	Capacidad climática de recuperación de la vegetación						Superficie geográfica	
	Muy bajo		Bajo		Medio		ha	%
	ha	%	ha	%	ha	%		
Forestal arbolado	310.976,20	27,49	3.609,38	0,32	0,06	0,00	314.585,64	27,81
Forestal desarbolado	133.210,65	11,78	24.568,96	2,17	1,25	0,00	157.780,86	13,95
Cultivos	250.240,09	22,12	340.541,34	30,10	37.689,10	3,33	628.470,53	55,55
SUPERFICIE EROSIONABLE	694.426,94	61,39	368.719,68	32,59	37.690,41	3,33	1.100.837,03	97,31
Láminas de agua superficiales y humedales							5.799,53	0,51
Superficies artificiales							24.623,73	2,18
TOTAL							1.131.260,29	100,00

Nota: Los porcentajes están referidos a la superficie de la provincia.



Tabla 7.6 superficies según términos municipales y riesgo potencial de erosión eólica

Término municipal	Capacidad climática de recuperación de la vegetación						Superficie erosionable (ha)
	Muy Bajo		Bajo		Medio		
	ha	%	ha	%	ha	%	
Abanilla	17.100,50	72,84	6.377,11	27,16	0,18	0,00	23.477,79
Abarán	9.920,92	88,54	1.283,67	11,46	0,09	0,00	11.204,68
Águilas	17.741,51	72,42	5.618,04	22,93	1.139,91	4,65	24.499,46
Albudeite	1.157,61	70,35	487,94	29,65	0,01	0,00	1.645,56
Alcantarilla	193,79	69,20	86,27	30,80	0,00	0,00	280,06
Aledo	4.220,21	85,04	742,69	14,96	0,04	0,00	4.962,94
Alguazas	2.017,19	91,68	182,98	8,32	0,02	0,00	2.200,19
Alhama de Murcia	21.705,37	71,50	7.902,44	26,03	750,86	2,47	30.358,67
Archena	1.299,45	93,85	85,17	6,15	0,01	0,00	1.384,63
Beniel	802,94	92,09	69,00	7,91	0,01	0,00	871,95
Blanca	7.514,20	89,30	900,27	10,70	0,07	0,00	8.414,54
Bullas	4.672,21	58,56	3.306,92	41,44	0,06	0,00	7.979,19
Calasparra	13.852,48	76,51	4.252,50	23,49	0,14	0,00	18.105,12
Campos del Río	2.637,66	56,71	2.013,73	43,29	0,04	0,00	4.651,43
Caravaca de la Cruz	61.554,34	72,17	23.734,40	27,83	0,50	0,00	85.289,24
Cartagena	18.852,72	37,34	24.920,53	49,36	6.716,31	13,30	50.489,56
Cehegín	25.090,52	85,59	4.225,55	14,41	0,23	0,00	29.316,30
Ceutí	816,06	96,48	29,81	3,52	0,01	0,00	845,88
Cieza	30.251,86	84,01	5.759,50	15,99	0,28	0,00	36.011,64
Fortuna	10.888,31	75,80	3.475,35	24,20	0,11	0,00	14.363,77
Fuente Álamo de Murcia	3.946,21	14,80	12.753,16	47,83	9.965,02	37,37	26.664,39
Jumilla	51.862,01	53,69	41.317,87	42,78	3.411,69	3,53	96.591,57
Librilla	4.929,78	90,44	521,17	9,56	0,04	0,00	5.450,99
Lorca	107.774,05	65,35	53.752,32	32,59	3.403,15	2,06	164.929,52
Lorquí	1.117,58	77,53	323,99	22,47	0,01	0,00	1.441,58
Mazarrón	16.329,04	52,98	10.321,89	33,49	4.170,47	13,53	30.821,40
Molina de Segura	10.675,21	69,21	4.749,68	30,79	0,12	0,00	15.425,01
Moratalla	82.371,63	86,52	12.831,29	13,48	0,71	0,00	95.203,63
Mula	37.124,40	59,12	25.672,23	40,88	0,49	0,00	62.797,12
Murcia	49.124,34	58,38	29.970,29	35,61	5.058,48	6,01	84.153,11
Ojós	3.991,08	89,70	458,53	10,30	0,03	0,00	4.449,64
Pliego	2.471,66	86,71	378,84	13,29	0,02	0,00	2.850,52
Puerto Lumbreras	7.112,45	50,80	5.918,69	42,27	970,36	6,93	14.001,50
Ricote	6.933,44	79,50	1.787,66	20,50	0,07	0,00	8.721,17
San Javier	472,47	7,23	6.014,37	92,03	48,46	0,74	6.535,30
San Pedro del Pinatar	97,36	7,05	1.267,50	91,75	16,58	1,20	1.381,44
Torre-Pacheco	250,56	1,38	17.171,89	94,17	812,27	4,45	18.234,72
Torres de Cotillas (Las)	2.074,18	60,58	1.349,44	39,42	0,03	0,00	3.423,65
Totana	17.532,37	62,04	9.632,47	34,09	1.094,60	3,87	28.259,44

sigue.



Tabla 7.6 superficies según términos municipales y riesgo potencial de erosión eólica (cont.)

Término municipal	Capacidad climática de recuperación de la vegetación						Superficie erosionable (ha)
	Muy Bajo		Bajo		Medio		
	ha	%	ha	%	ha	%	
Ulea	3.319,62	85,38	568,61	14,62	0,03	0,00	3.888,26
Unión (La)	1.216,26	55,34	853,54	38,84	127,89	5,82	2.197,69
Villanueva del Río Segura	1.210,69	92,98	91,47	7,02	0,01	0,00	1.302,17
Yecla	26.494,47	44,27	33.353,59	55,73	0,45	0,00	59.848,51
Santomera	3.700,07	93,07	275,68	6,93	0,03	0,00	3.975,78
Alcázares (Los)	6,16	0,31	1.929,64	99,66	0,52	0,03	1.936,32
TOTAL	694.426,94	63,09	368.719,68	33,49	37.690,41	3,42	1.100.837,03

Nota: Los porcentajes están referidos a cada término municipal.



Tabla 7.7 superficies según unidades hidrológicas y riesgo potencial de erosión eólica

Unidades hidrológicas	Capacidad climática de recuperación de la vegetación						Superficie erosionable en Murcia (ha)
	Muy Bajo		Bajo		Medio		
	ha	%	ha	%	ha	%	
5017	4.843,04	72,21	1.863,93	27,79	0,00	0,00	6.706,97
6230	8.409,56	54,67	5.250,01	34,13	1.722,25	11,20	15.381,82
7001	31.351,06	74,13	9.233,16	21,83	1.710,10	4,04	42.294,32
7002	13.049,75	49,61	8.968,47	34,10	4.285,83	16,29	26.304,05
7003	10.053,52	85,77	1.185,74	10,11	483,47	4,12	11.722,73
7004	3.061,80	24,62	5.772,25	46,42	3.601,66	28,96	12.435,71
7005	8.112,19	44,66	9.428,56	51,90	625,08	3,44	18.165,83
7006	12.978,29	17,28	47.059,07	62,64	15.083,88	20,08	75.121,24
7007	3.360,79	10,42	25.869,49	80,16	3.040,51	9,42	32.270,79
7020	9.715,33	95,68	438,23	4,32	0,00	0,00	10.153,56
7023	1.931,69	99,50	9,63	0,50	0,00	0,00	1.941,32
7025	3.572,81	91,59	328,08	8,41	0,00	0,00	3.900,89
7026	3.823,75	95,52	179,35	4,48	0,00	0,00	4.003,10
7032	3.141,37	27,74	5.148,73	45,48	3.031,42	26,78	11.321,52
7033	697,53	63,16	406,78	36,84	0,00	0,00	1.104,31
7034	18.557,92	91,08	1.817,72	8,92	0,00	0,00	20.375,64
7035	26.081,20	75,68	8.380,21	24,32	0,00	0,00	34.461,41
7036	1.202,52	86,93	180,73	13,07	0,00	0,00	1.383,25
7037	42.722,20	84,09	8.080,12	15,91	0,00	0,00	50.802,32
7038	4.299,54	89,67	495,05	10,33	0,00	0,00	4.794,59
7039	54.517,38	66,61	27.329,73	33,39	0,00	0,00	81.847,11
7040	11.958,84	84,69	2.162,00	15,31	0,00	0,00	14.120,84
7041	217,30	59,89	145,53	40,11	0,00	0,00	362,83
7042	5.513,38	87,49	788,62	12,51	0,00	0,00	6.302,00
7043	36.962,73	60,51	23.948,70	39,20	174,92	0,29	61.086,35
7044	2.901,41	88,52	376,46	11,48	0,00	0,00	3.277,87
7045	27.892,54	70,00	11.955,10	30,00	0,00	0,00	39.847,64
7046	14.499,04	87,19	2.129,62	12,81	0,00	0,00	16.628,66
7047	10.802,08	86,50	1.686,20	13,50	0,00	0,00	12.488,28
7048	11.939,78	78,29	3.310,38	21,71	0,00	0,00	15.250,16
7049	12.685,07	74,79	4.275,36	25,21	0,00	0,00	16.960,43
7050	22.195,36	78,60	6.044,70	21,40	0,00	0,00	28.240,06
7051	489,30	39,16	760,17	60,84	0,00	0,00	1.249,47
7052	2.318,78	41,08	3.325,76	58,92	0,00	0,00	5.644,54
7053	8.665,48	62,85	5.122,79	37,15	0,00	0,00	13.788,27
7054	15.818,35	66,02	8.142,48	33,98	0,00	0,00	23.960,83
7055	82,58	97,57	2,06	2,43	0,00	0,00	84,64
7057	10.889,97	85,88	1.782,04	14,05	9,38	0,07	12.681,39
7058	1,19	70,41	0,50	29,59	0,00	0,00	1,69
7059	9.488,76	84,72	1.711,23	15,28	0,00	0,00	11.199,99

sigue.



Tabla 7.7 superficies según unidades hidrológicas y riesgo potencial de erosión eólica (cont.)

Unidades hidrológicas	Capacidad climática de recuperación de la vegetación						Superficie erosionable en Murcia (ha)
	Muy Bajo		Bajo		Medio		
	ha	%	ha	%	ha	%	
7060	20.283,00	60,09	13.472,19	39,91	0,00	0,00	33.755,19
7061	4.493,02	76,00	1.418,70	24,00	0,00	0,00	5.911,72
7062	34.058,19	70,61	13.863,79	28,74	313,32	0,65	48.235,30
7063	25.034,76	50,30	23.034,40	46,28	1.702,87	3,42	49.772,03
7064	33.748,94	65,60	16.364,61	31,81	1.330,04	2,59	51.443,59
7065	4.684,63	94,72	261,06	5,28	0,00	0,00	4.945,69
7066	23.173,01	81,31	5.326,17	18,69	0,00	0,00	28.499,18
7067	13.531,20	92,67	986,11	6,75	85,33	0,58	14.602,64
7068	12.118,51	69,02	5.439,11	30,98	0,00	0,00	17.557,62
7069	3.191,81	68,41	1.188,82	25,48	285,00	6,11	4.665,63
7070	19.662,79	75,77	6.288,06	24,23	0,00	0,00	25.950,85
7071	1.112,13	70,97	454,85	29,03	0,00	0,00	1.566,98
7076	26.525,25	44,64	32.687,62	55,01	205,35	0,35	59.418,22
8002	1.701,39	37,48	2.838,14	62,52	0,00	0,00	4.539,53
8003	303,13	99,57	1,31	0,43	0,00	0,00	304,44
TOTAL	694.426,94	63,09	368.719,68	33,49	37.690,41	3,42	1.100.837,03

Nota: Los porcentajes están referidos a cada unidad hidrológica.



Tabla 7.8 superficies según régimen de propiedad y riesgo potencial de erosión eólica

Régimen de propiedad	Riesgo potencial de erosión eólica						Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		Medio		
	ha	%	ha	%	ha	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	52.410,49	97,60	1.286,20	2,40	2,49	0,00	53.699,18
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	6.857,20	98,57	96,51	1,39	2,94	0,04	6.956,65
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	222,22	50,73	207,63	47,39	8,25	1,88	438,10
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	31.488,17	95,48	1.456,21	4,42	32,87	0,10	32.977,25
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	58.904,74	92,24	4.809,53	7,53	148,34	0,23	63.862,61
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	137,91	81,34	31,63	18,66	0,00	0,00	169,54
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	12.446,69	92,01	1.059,66	7,83	21,88	0,16	13.528,23
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	531.959,52	57,25	359.772,31	38,72	37.473,64	4,03	929.205,47
TOTAL	694.426,94	63,09	368.719,68	33,49	37.690,41	3,42	1.100.837,03

Nota: Los porcentajes están referidos a cada tipo de régimen de propiedad.



Tabla 7.9 superficies según régimen de protección y riesgo potencial de erosión eólica

Régimen de protección	Riesgo potencial de erosión eólica						Superficie erosionable (ha)
	Muy Bajo		Bajo		Medio		
	ha	%	ha	%	ha	%	
Parque Regional	45.498,24	93,02	2.881,96	5,89	532,74	1,09	48.912,94
Reserva Natural	166,85	74,08	58,39	25,92	0,00	0,00	225,24
Paisaje Protegido	4.503,52	75,23	1.442,92	24,10	40,13	0,67	5.986,57
Espacio Natural Protegido	16.762,40	80,11	3.254,55	15,55	907,46	4,34	20.924,41
Sin protección	627.495,93	61,24	361.081,86	35,23	36.210,08	3,53	1.024.787,87
TOTAL	694.426,94	63,09	368.719,68	33,49	37.690,41	3,42	1.100.837,03



8. bibliografía



- ALLUÉ, J.L. 1990. Atlas Fitoclimático de España. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2001. Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Lucha contra la Desertificación.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2001. Programa de Acción Nacional contra la Desertificación. Borrador de trabajo.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2002. Mapa de Estados Erosivos. 1:1.000.000. Resumen Nacional.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Mapa Forestal de España, escala 1:200.000 (MFE200).
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Mapa Forestal de España, escala 1:50.000 (MFE50).
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3). Murcia.
- FLANAGAN, D.C.; NEARING, M.A. 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project. Hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report nº 10.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1995. Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mapa Geológico de España, escala 1:50.000.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 1987. Mapa Eólico Nacional.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. Datos climáticos.
- INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1978. La problemática de la erosión: programa de acciones en la vertiente mediterránea.
- INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1988. Agresividad de la lluvia en España.

- INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA - DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1987-2002. Mapas de Estados Erosivos.
- LEGROS, J.P. 1973. Précision des cartes pédologiques. Science du Sol, Bull. AFES, 2.
- LÓPEZ CADENAS DE LLANO, F (Dir.) et al. 1998. Restauración Hidrológico-Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. Ingeniería Medioambiental (2ª ed.). Ministerio de Medio Ambiente. Tragsa. Tragsatec.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Mapa de Cultivos y Aprovechamiento de España, escala 1:50.000.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios (SIGA).
- MINISTERIO DE FOMENTO. 2002. Norma de Construcción Sismorresistente, parte general y edificación. NCSE-02.
- MORGAN, R.P.C. 1997. Erosión y conservación del suelo. Ediciones Mundi-Prensa.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1994. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.
- QUIRANTES PUERTAS, J. 1991. Métodos para el estudio de la erosión eólica. Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.).
- RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; WEESIES, G.A., McCOOL, D.K.; YODER, D.C. 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook nº 703. Agricultural Research Service.
- RESOLUCIONES DE LA CONFERENCIA MINISTERIAL CELEBRADA EN LISBOA. Portugal, 1998. Criterios e Indicadores Paneuropeos de Gestión Sostenible de Bosques.
- RUIZ DE LA TORRE, J. 1990. Mapa Forestal de España. Escala 1:200.000. Memoria General. ICONA.
- SIERRA, C.; QUIRANTES, J.; LOZANO, J. 1991. Uso del suelo y erodibilidad eólica (Depresión Guadix-Baza). In: Soil Erosion Studies in Spain.

- STOTT, D. E., H. F. Stroo, L. F. Elliot, et al. 1990. Wheat residue loss in fields under no-till management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:92-98.
- STOTT, D. E. 1991. RESMAN: A tool for soil conservation education. *Journal of Soil and Water Conservation.* 46:332-333.
- TRAGSA. 2003. La ingeniería en los procesos de desertificación. Ediciones Mundi-Prensa.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. *Agriculture Handbook n° 537.* Agricultural Research Service.



9. cartografia



Adjunta a esta publicación se edita la siguiente cartografía a escala 1:250.000:

Mapa nº 1: Erosión laminar y en regueros.

Mapa nº 2: Zonas de erosión en cárcavas y barrancos.

Mapa nº 3: Potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa.

Mapa nº 4. Riesgo potencial de erosión en cauces por unidades hidrológicas.

Mapa nº 5: Riesgo potencial de erosión eólica.

En el CD-ROM adjunto se incluye una aplicación informática para la visualización de esta cartografía, así como para su consulta por términos municipales o unidades hidrológicas. Esta aplicación también permite consultar los datos correspondientes a las parcelas de campo.

