

inventario  
nacional  
erosión  
suelos  
2002-2012



2002

M A D R I D  
Comunidad de Madrid





inventario  
nacional  
erosión  
suelos  
2002-2012



2002

M A D R I D  
Comunidad de Madrid



Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012.  
Comunidad de Madrid. Madrid. 2002.

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

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

*Prólogo:*  
Eduardo Martínez de Pisón Stampa.

*Diseño:*  
Miguel Mansanet, S.L.

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

NIPO: 311-03-010-7  
ISBN: 84-8014-484-X  
Depósito legal: M. 26669-2003

# índice

AGRADECIMIENTOS.....	5
DIRECCIÓN TÉCNICA.....	5
PRÓLOGO .....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Antecedentes.....	11
1.2. Objetivos.....	14
1.3. Características del Inventario .....	15
1.4. Justificación.....	16
2. METODOLOGÍA .....	19
2.1. Generalidades .....	21
2.2. Erosión laminar y en regueros.....	23
2.2.1. Conceptos previos .....	23
2.2.2. Cálculo de los factores del modelo RUSLE .....	24
2.2.3. Levantamiento de parcelas de campo .....	25
2.2.4. Análisis de muestras de suelo.....	27
2.2.5. Proceso de datos .....	27
2.2.6. Análisis estadístico.....	31
2.2.7. Cálculo de pérdidas de suelo, cartografía de niveles erosivos y tablas de resultados .....	31
2.2.8. Tolerancia a las pérdidas de suelo y clasificación cualitativa de la erosión en función de la fragilidad del suelo .....	32
2.2.9. Comparaciones .....	34
2.2.10. Riesgo potencial de erosión laminar y en regueros.....	34
2.3. Erosión en cárcavas y barrancos.....	36
2.4. Movimientos en masa (erosión en profundidad) .....	37
2.5. Erosión en cauces.....	40
2.6. Erosión eólica .....	45
3. EROSIÓN LAMINAR Y EN REGUEROS .....	49
3.1. Información de partida.....	53
3.2. Estratificación y diseño de muestreo.....	83
3.3. Resultados del trabajo de campo y proceso de datos .....	84
3.4. Cálculo de pérdidas de suelo y agrupación en niveles erosivos .....	85
3.5. Tolerancia a las pérdidas de suelo .....	101
3.6. Comparaciones .....	105
3.7. Riesgo potencial de erosión laminar y en regueros.....	109
4. EROSIÓN EN CÁRCAVAS Y BARRANCOS.....	113
5. MOVIMIENTOS EN MASA .....	125
6. EROSIÓN EN CAUCES .....	161
7. EROSIÓN EÓLICA .....	173
8. BIBLIOGRAFÍA .....	195
9. CARTOGRAFÍA .....	199



## 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 las Consejerías de Medio Ambiente y de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid.

Se agradece también la labor de redacción del prólogo a Eduardo Martínez de Pisón Stampa, catedrático de Geografía Física del Departamento de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Madrid.

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 la realización del proyecto.

## 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

En 1864 Casiano de Prado dividía físicamente la provincia de Madrid en tres fajas casi paralelas: la sierra de viejo roquedo, el centro arenoso y arcilloso y la banda sureste de calizas, arcillas y yesos terciarios. Una imagen que parece formalizarse y mantenerse en tres paisajes. Es cierto que en el centro de ese conjunto, la ciudad de Madrid reconfigura un amplio espacio relativo, crece derramándose por su superficie y ejerce en él un papel de núcleo esencial de decisiones, lo que significa que los demás territorios, los rurales e incluso los de dominantes naturales, son muy dependientes de sus iniciativas. Pero la fisonomía del resto de la comunidad sigue definida por las clásicas bandas de Prado en la organización básica de sus relieves y en los elementos formales, simples pero significativos, de sus paisajes: geometría lineal de la Sierra en contraste con un mosaico de llanos formados por la rampa basal serrana, más los páramos, lomas, cerros y ríos de cursos bien trazados.

Esta fisiografía está, además, precisamente delimitada en sus líneas generales, claramente enmarcada: al norte por una boscosa sierra media, que constituye un rotundo y voluminoso segmento de uno de los bien definidos sistemas montañosos españoles, y al sur por el valle de una de las principales arterias fluviales de la Península. Esta secuencia cumbre-valle incrementa su complementaria diversidad por la contrastada diferencia altitudinal entre las cuerdas de los montes y las vegas de los ríos.

En ese perfil se inscriben las dos grandes unidades comarcales -llano y sierra-, pero con un escalonamiento brusco en las laderas serranas, por lo que en él se agregan no sólo distintos conjuntos rocosos, sistemas de pendientes y organización de avenamientos, sino significativos cambios de condiciones climáticas y sus derivados en diversas formaciones vegetales, en aprovechamientos complementarios, en poblamiento contrastado y en grado de reconversión o de conservación del medio. Este contraste de dominantes paisajísticos llega incluso a alcanzar un alto punto de disparidad entre ciertos indicadores territoriales, como la que correspondería a la oposición entre los rasgos que son propios de la gran ciudad y los de sus próximos paisajes rurales y naturales en el corazón de la Sierra. Los dos cercanos horizontes visibles de montaña y llanura, que resumen la identidad de Madrid, a la vez con enlace y antítesis entre ambos, se sustentan en dos geosistemas claves, antrópico y físico, en los que se establecen, se inducen y a los que afectan las dinámicas naturales.

Este conjunto de cumbres, laderas, valles serranos, páramos, campiñas, vegas, interfluvios alomados y sector del Tajo está, como es sabido, fuertemente humanizado con variaciones según sus distintas opciones funcionales y grados de fertilidad, con espacios repetidas veces maltrechos, pero también cubiertos por un viejo remodelado agrario y por el interés variable de cada tiempo, a los que se añade en su centro de modo bien perceptible esa máquina territorial que es hoy todo aglomerado urbano

de cierta entidad y que, en nuestro caso, alcanza tan evidente peso geográfico. Es en este marco en el que se estudia aquí una clave de la dinámica natural, de múltiples y conocidas repercusiones: la erosión. La erosionabilidad sigue también la distribución de las tres bandas, las tres clásicas unidades morfolíticas de Prado, porque corresponde también a sus distintos factores claves dependientes de clima, agua, vegetación, roquedo, topografía y hombre.

Se realizan estos estudios de modo sistemático con dos procedimientos adecuados: el método para su control analítico y el mapa para su control territorial. Ello permite un evidente avance en la concreción de su conocimiento y en la aplicación práctica de éste para ejercitar las necesarias correcciones, con ese poder de actuación espacial y de previsión que proporciona la cartografía temática de procesos. Se ha dicho del suelo que es a la vez un archivo y un recurso, primero porque guarda la memoria de una larga evolución natural y de una historia territorial y, segundo, porque permite la misma disponibilidad de tierra, en el sentido campesino de esta palabra. Su degradación es, pues, una pérdida que denuda, que priva de posibilidades fundamentales ambientales y de subsistencia, de problemática restauración. Sólo su riesgo de deterioro debería ser ya, por tanto, indicador de un problema de sostenibilidad geográfica. Pero la corrección de sus causas desborda con frecuencia el marco de la dinámica natural, aunque la contiene, y entra en el de las prácticas humanas.

Este esfuerzo científico parece igualmente seguir fiel a la vieja advertencia que, casi al final de su libro, en un párrafo que debemos repetir aquí, hacía el citado Casiano de Prado, pionero del estudio físico del territorio madrileño, al considerar que esa «tierra» es clave en la armonía de la naturaleza: «lo es para todos nosotros - escribía-, puesto que en ella existimos y vivimos, y viven y existen con nosotros innumerables animales; sólo por ella se halla el mundo espléndidamente vestido de árboles».

Eduardo Martínez de Pisón Stampa



## 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, entendiéndose 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, con el fin de conocer la erosión en las diferentes cuencas hidrográficas, 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 Inventario Nacional de Erosión de Suelos, cuyo período de ejecución abarca el periodo comprendido entre el 2002 y el 2012 (año en que se prevé iniciar el II 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 realizará 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 permitirá 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 enfocado 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:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

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 uso del 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.

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.

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

## 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.

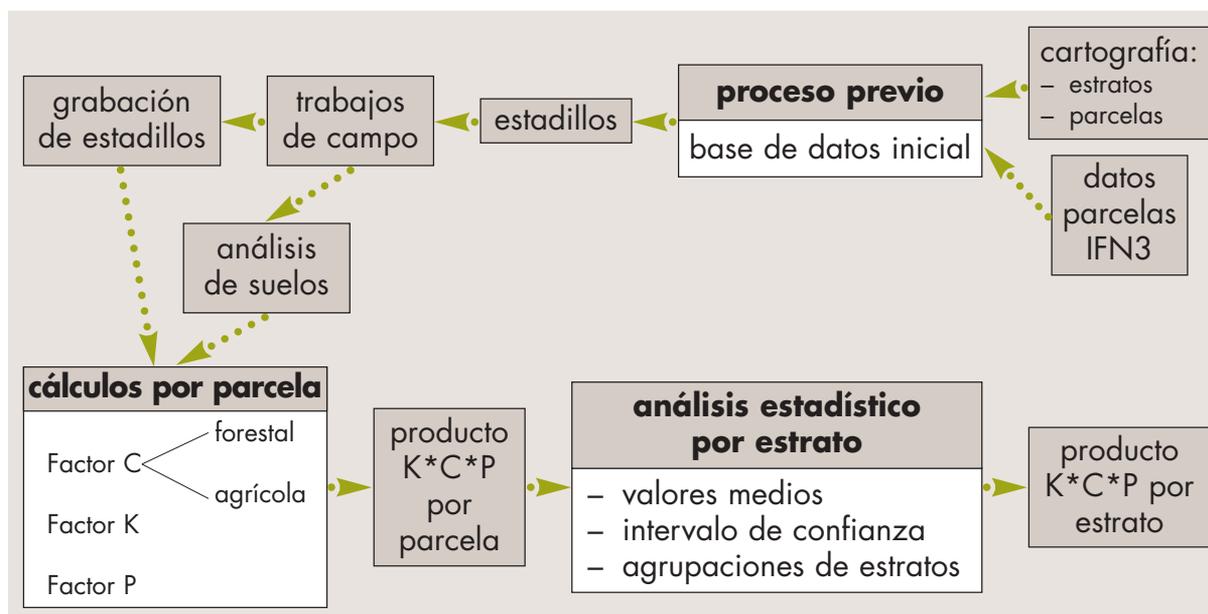


Figura 1. Esquema del proceso de datos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

## 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.

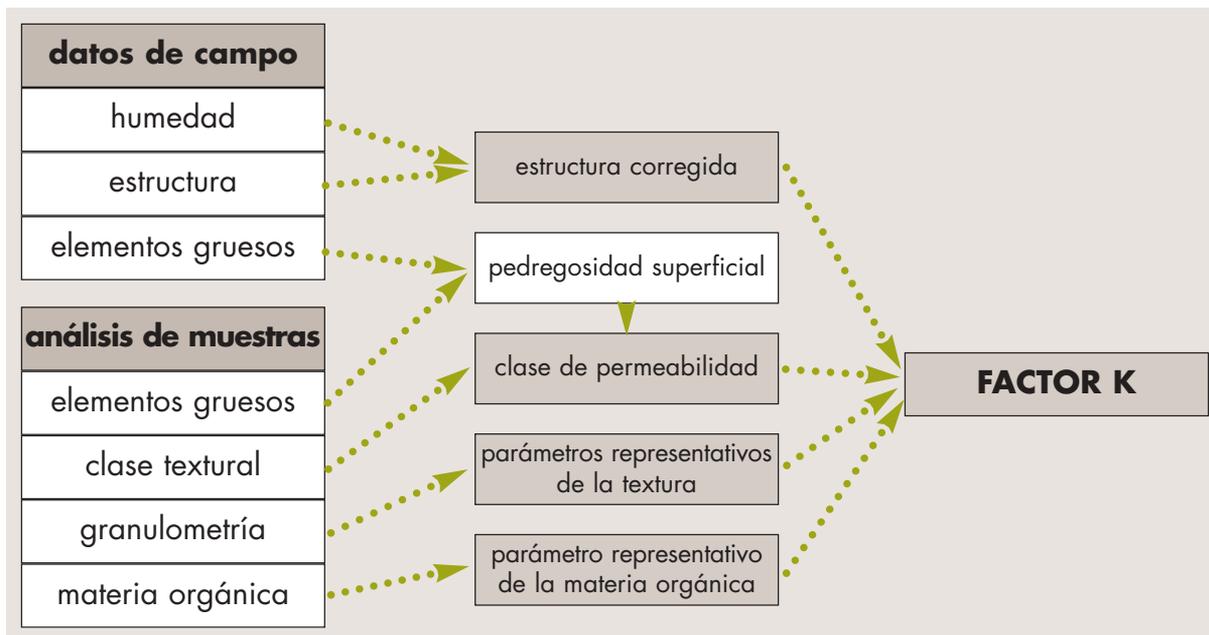


Figura 2. Esquema del proceso de cálculo del factor K.

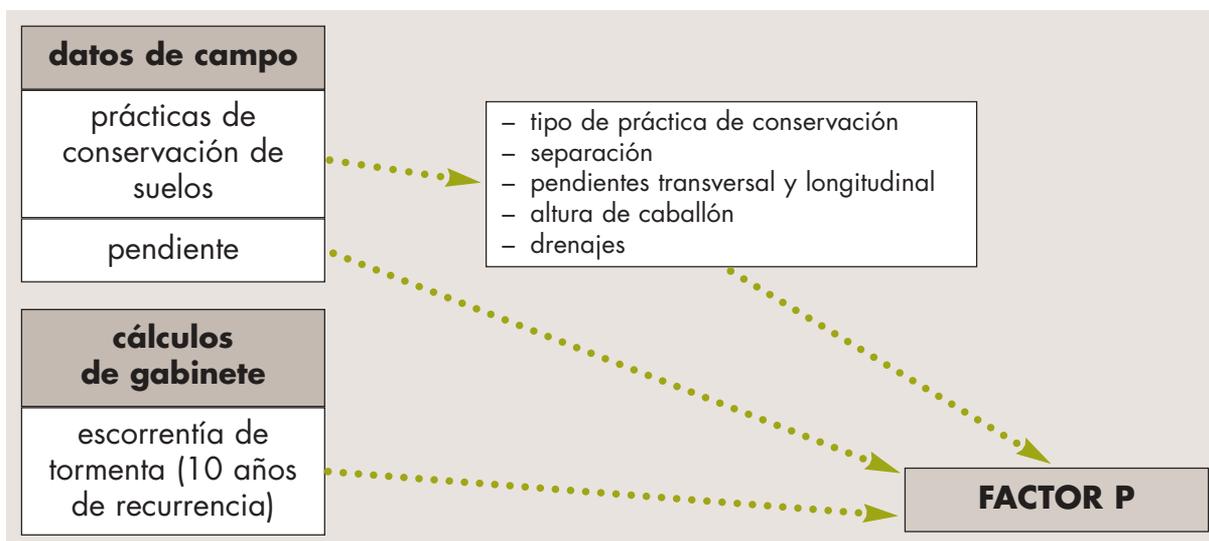


Figura 3. Esquema del proceso de cálculo del factor P.

- 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.

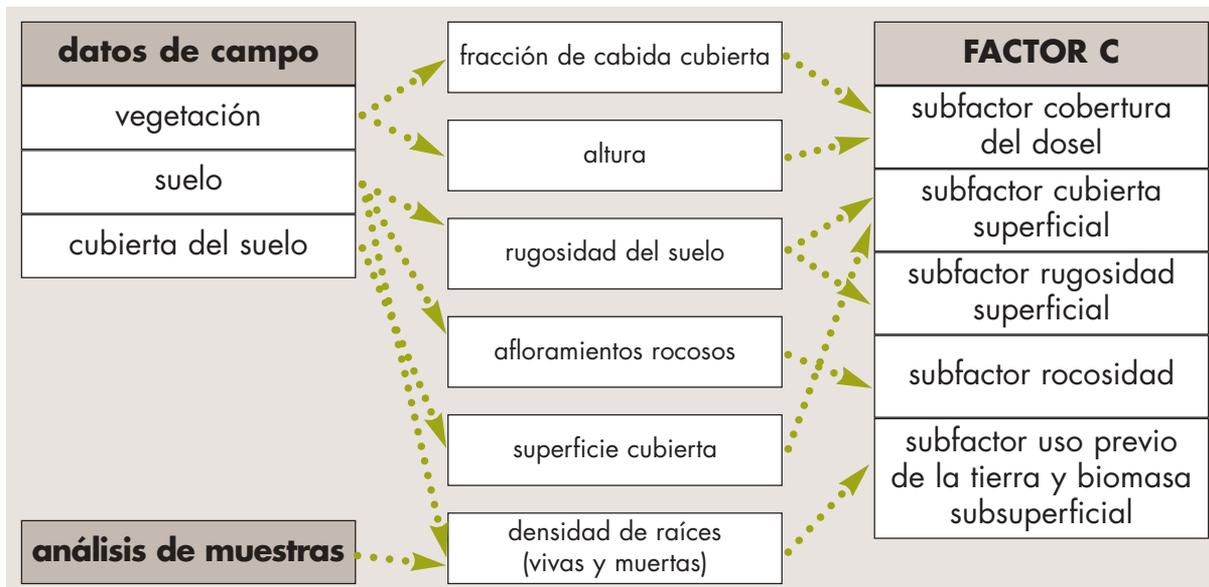


Figura 4. Esquema del proceso de cálculo del factor C en cubiertas permanentes.

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 plural (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) <sub>4</sub> , VI(VII), VI(V), VI, VIII(VI)	Alta
IV(VI) <sub>2</sub> , VI(IV) <sub>1</sub> , VI(IV) <sub>2</sub> , VI(IV) <sub>3</sub> , X(VIII), X(IX) <sub>1</sub>	Media
III(IV), IV(III), IV <sub>1</sub> , IV <sub>2</sub> , IV <sub>3</sub> , IV <sub>4</sub> , IV(VI) <sub>1</sub> , IV(VII), X(IX) <sub>2</sub>	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:

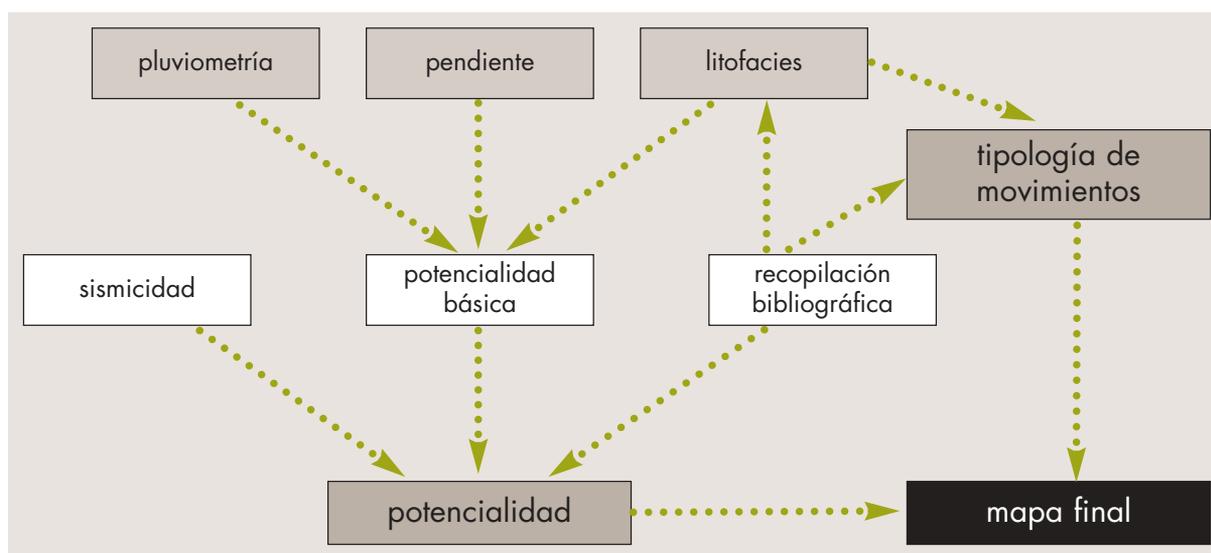


Figura 5. Esquema de la metodología para inventariar las zonas potenciales de movimientos en masa.

## 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 acarreo ( $\tau$ ); 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 ( $\tau_o$ )<sub>cr</sub>.

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

$$\tau = \gamma R I$$

siendo:

- $\gamma$ : 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:

- $\Psi$ : coeficiente que varía según distintas experiencias y autores
- d: diámetro característico de los materiales del lecho
- $\gamma_m$ : 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, realizados 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 ( $\gamma$ ), 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. En cuanto a los factores específicos que se oponen a la tensión de arrastre, el diámetro (d) y peso específico de los materiales ( $\gamma_m$ ) 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:*

Intensidad de precipitación (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.

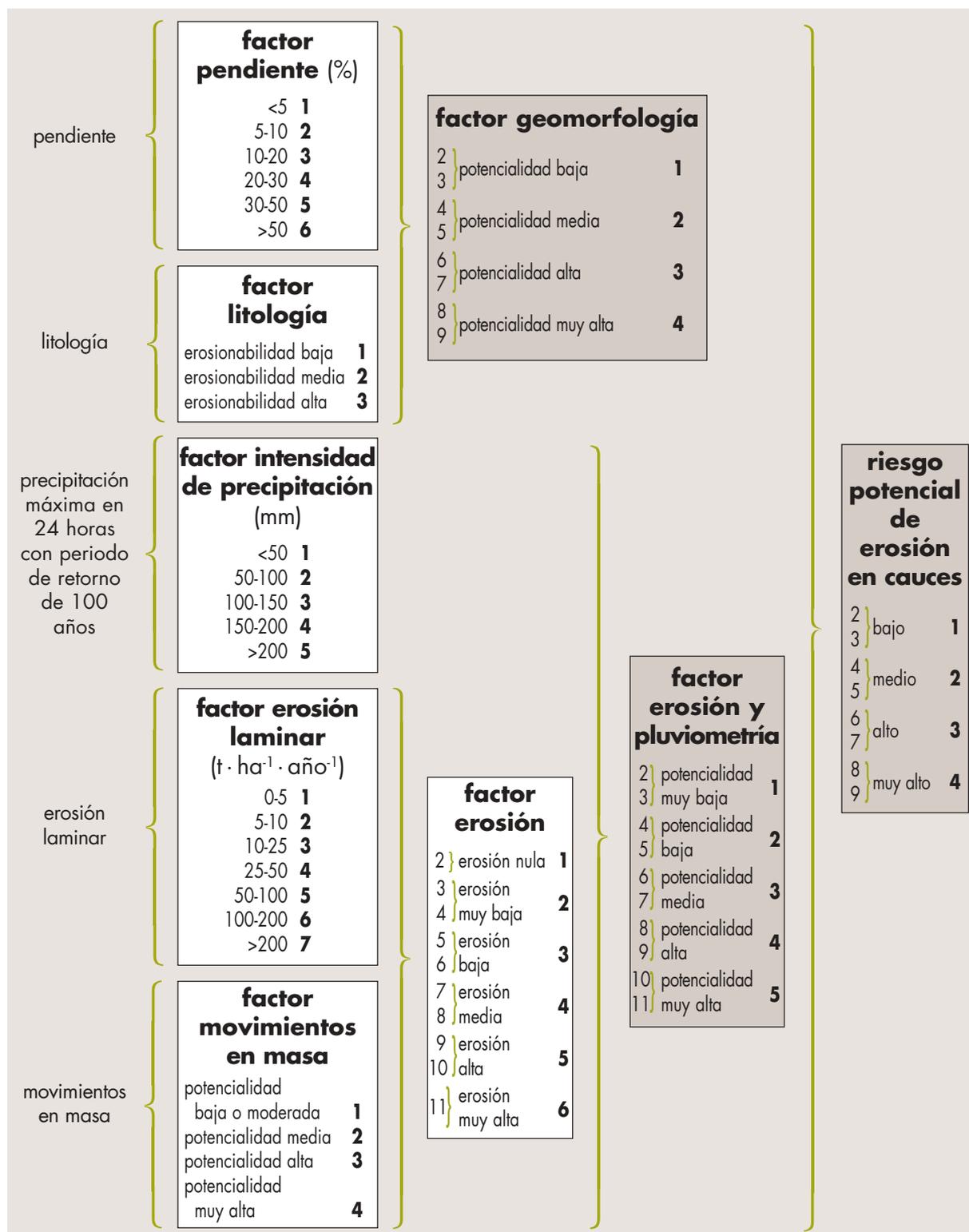


Figura 6. Esquema del proceso seguido para asignar un valor de riesgo potencial de erosión en cauces en una unidad hidrológica.

## 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

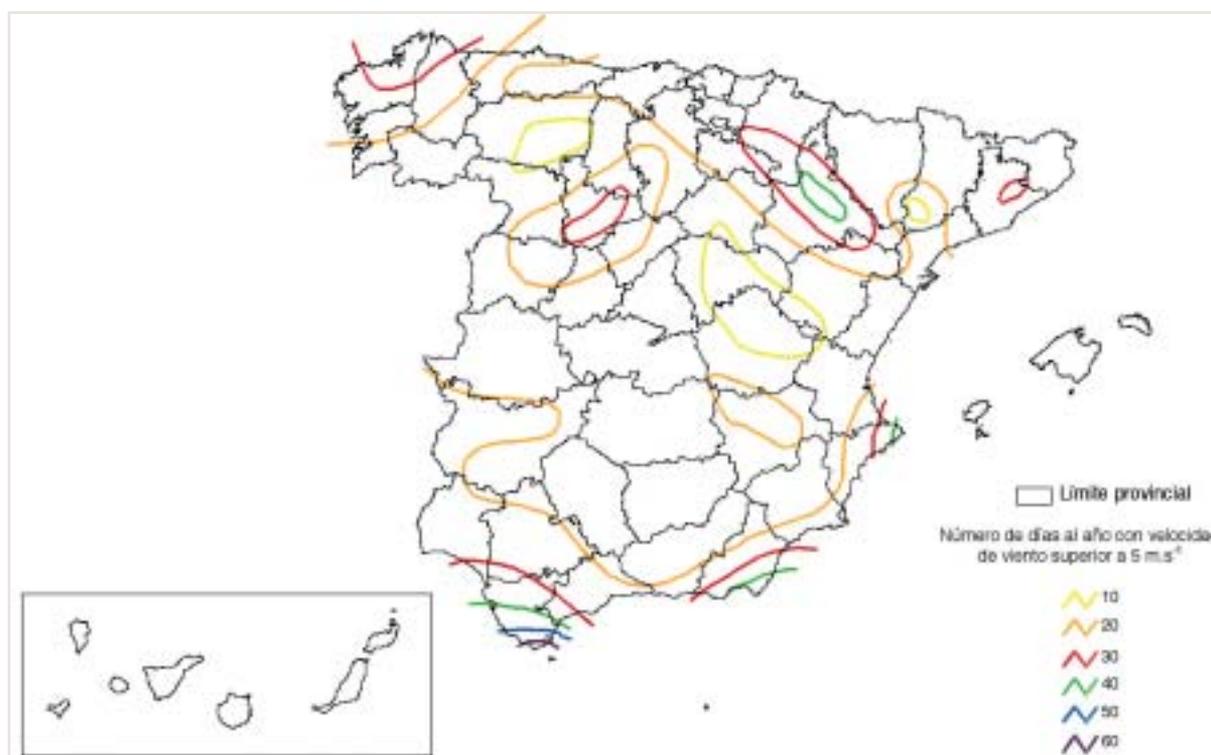


Figura 7. Mapa Eólico Nacional (Instituto Nacional de Meteorología).

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
$\leq 19$	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 (Ieg)* para cada parcela del inventario.

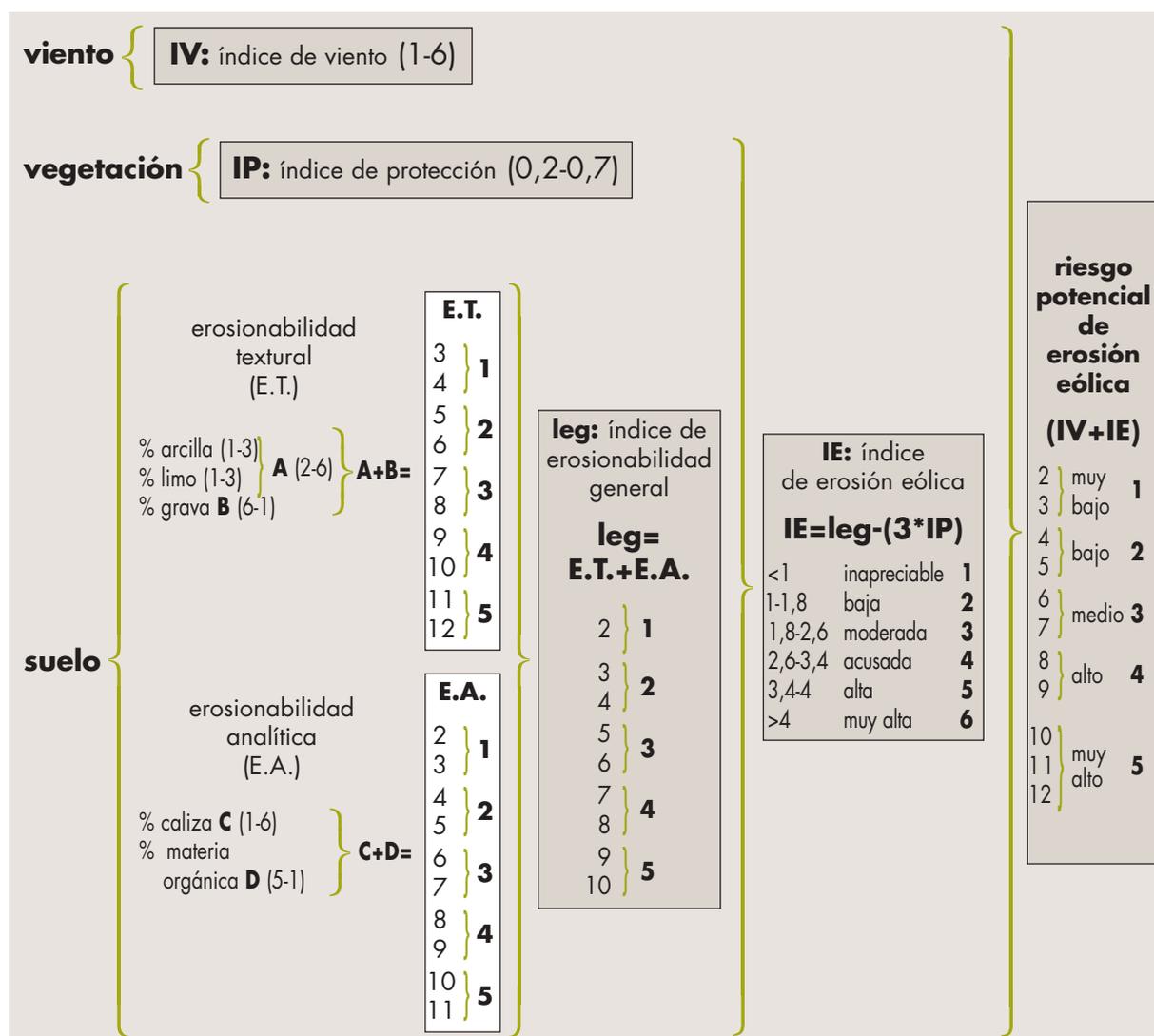


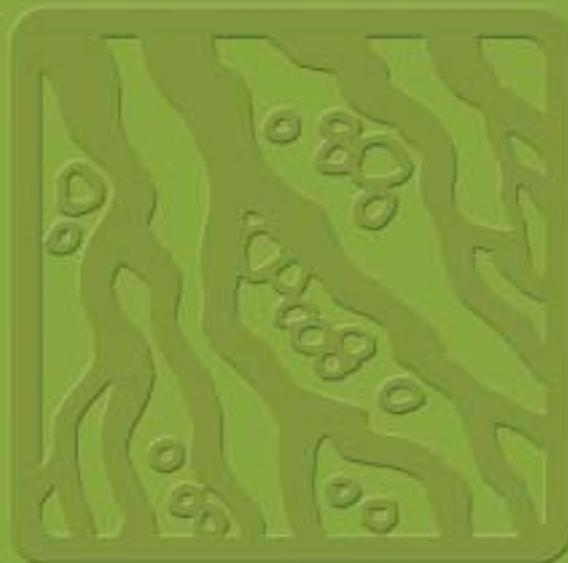
Figura 8. Esquema del cálculo del riesgo potencial de erosión eólica en áreas de deflación.

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.

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 Madrid.

Tabla 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Madrid.

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 Madrid.



## Mapa 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Madrid



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

Tipo de estación	
	Termopluviométrica
	Pluviométrica
	Completa

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.  
Elaboración propia.



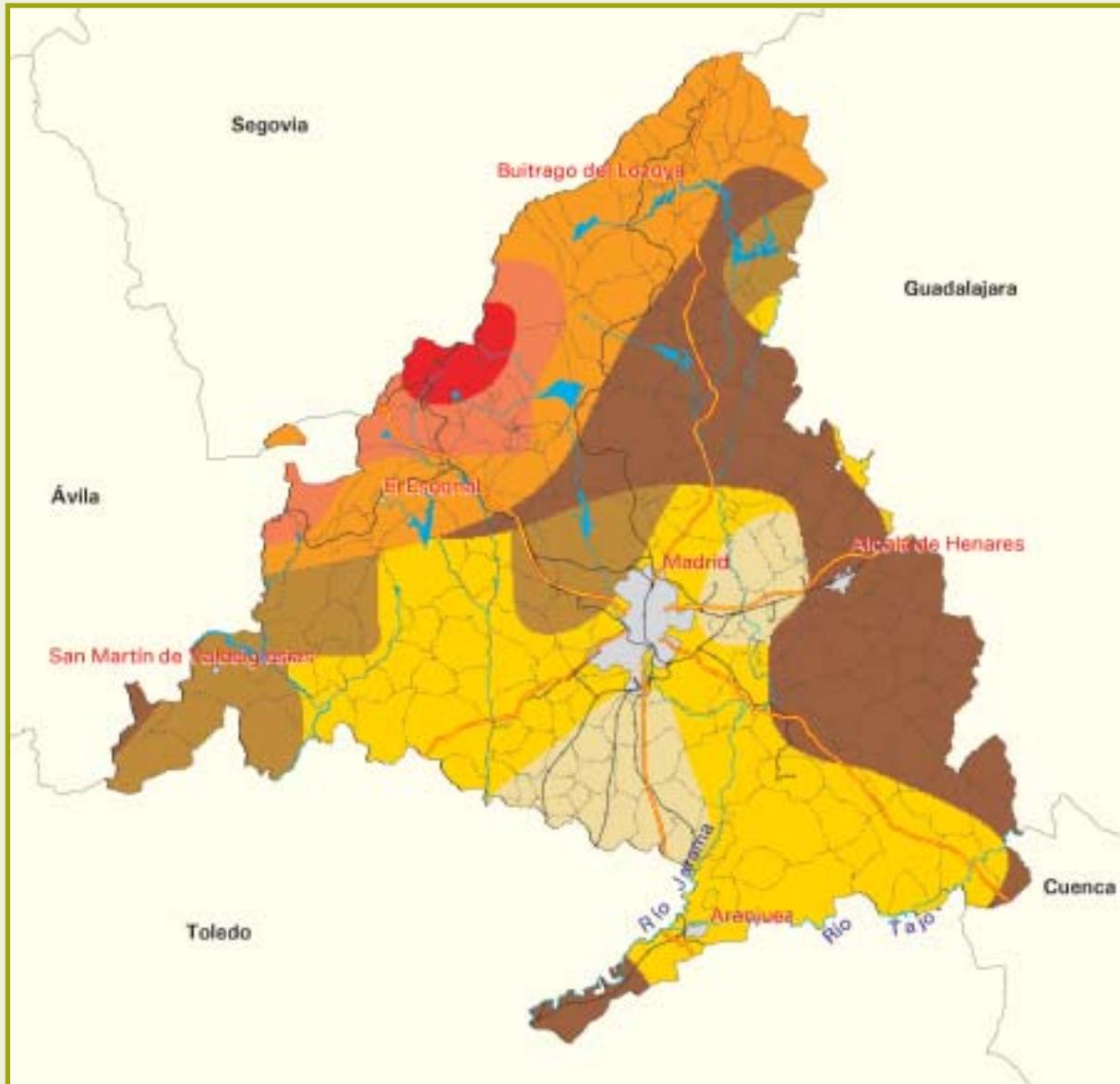
Tabla 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Madrid

Indicativo	Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Tipo
2462	NAVACERRADA «PUERTO»	04°00'37"W	40°46'50"	1.890	C
3109	PRESA DE RÍO SEQUILLO	03°38'38"W	40°58'51"	1.020	T
3112	PRESA DE PUENTES VIEJAS	03°34'17"W	40°59'32"	960	T
3117	TALAMANCA DEL JARAMA	03°30'57"W	40°44'45"	654	T
3119	FUENTE EL SAZ	03°30,42"W	40°38'08"	645	T
3129	MADRID/BARAJAS	03°32'39"W	40°27'15"	582	C
3169	ALCALÁ DE HENARES «CANALEJA»	03°18'21"W	40°30'56"	600	T
3170	ALCALÁ DE HENARES «ENCIN»	03°17'27"W	40°31'15"	610	T
3175	TORREJÓN DE ARDOZ/B. AÉREA	03°27'01"W	40°29'00"	611	C
3183	SOTO DEL REAL	03°47'12"W	40°45'15"	921	T
3184	MANZANARES EL REAL	03°51'52"W	40°43'40"	908	P
3190	HOYO MANZANARES «MATALASGRAJAS»	03°53'32"W	40°38'15"	1.100	P
3195	MADRID RETIRO	03°40'41"W	40°24'40"	667	C
3196	MADRID CUATRO VIENTOS «AERÓDROMO»	03°47'21"W	40°22'40"	687	C
3200	GETAFE BASE AÉREA	03°43'21"W	40°18'00"	617	C
3223	PEZUELA DE LAS TORRES	03°10'42"W	40°25'05"	852	P
3229	TIELMES	03°18'52"W	40°14'50"	592	T
3272	TORRELODONES «MONTE PEGUERINOS»	03°57'07"W	40°35'25"	900	P
3341	PRESA DE SAN JUAN	04°18'42"W	40°22'20"	540	T
3342	VILLA DEL PRADO «PICADAS»	04°14'57"W	40°19'45"	523	T
3116A	PRESA DEL ATAZAR	03°28'17"W	40°54'38"	900	T
3121E	PRESA DEL VELLÓN	03°37'23"W	40°45'20"	850	P
3182E	ARGANDA «COMUNIDAD»	03°30'17"W	40°18'50"	530	T
3193O	MAJADAHONDA «MAPFRE»	03°51'17"W	40°27'00"	725	T
3194A	POZUELO DE ALARCÓN	03°48'57"W	40°26'10"	690	T
3264G	CERCEDILLA «FUENFRÍA»	04°04'27"W	40°45'40"	1.350	P
3330Q	ROZAS PUERTO REAL «BARJONDO»	04°29'37"W	40°17'00"	960	T

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



## Mapa 3.1.2 subregiones fitoclimáticas



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

Subregiones fitoclimáticas	
	IV1 Mediterráneo genuino
	IV3 Mediterráneo genuino
	IV4 Mediterráneo genuino
	IV(VI)1 Mediterráneo subnemoral
	VI(IV)1 Nemoromediterráneo genuino
	VI(IV)2 Nemoromediterráneo genuino
	VIII(VI) Oroboraleoide subnemoral

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

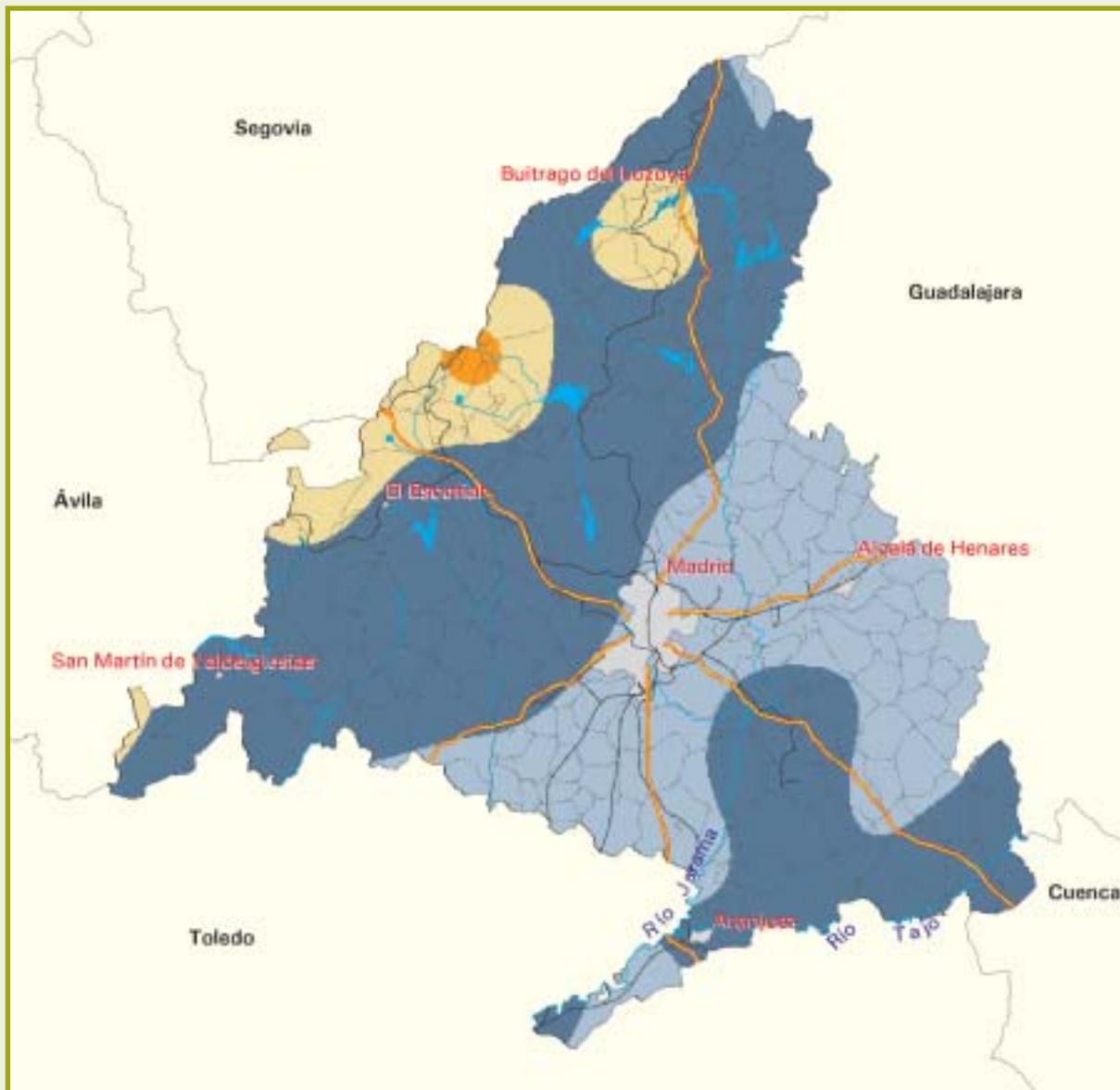


Tabla 3.1.2 superficies según subregiones fitoclimáticas

Subregiones fitoclimáticas		Superficie geográfica	
		ha	%
IV <sub>2</sub>	Mediterráneo genuino	65.579,39	8,17
IV <sub>3</sub>	Mediterráneo genuino	249.373,96	31,06
IV <sub>4</sub>	Mediterráneo genuino	97.114,37	12,10
IV(VI) <sub>1</sub>	Mediterráneo subnemoral	207.346,05	25,83
VI(IV) <sub>1</sub>	Nemoromediterráneo genuino	129.576,74	16,14
VI(IV) <sub>2</sub>	Nemoromediterráneo genuino	40.305,05	5,02
VIII(VI)	Oroborealoide subnemoral	13.473,81	1,68
TOTAL		802.769,37	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
	Líneas de agua superficiales
	Superficies artificiales

T10 mm	
	25 a 50
	50 a 75
	75 a 100
	> 100

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.  
Elaboración propia.

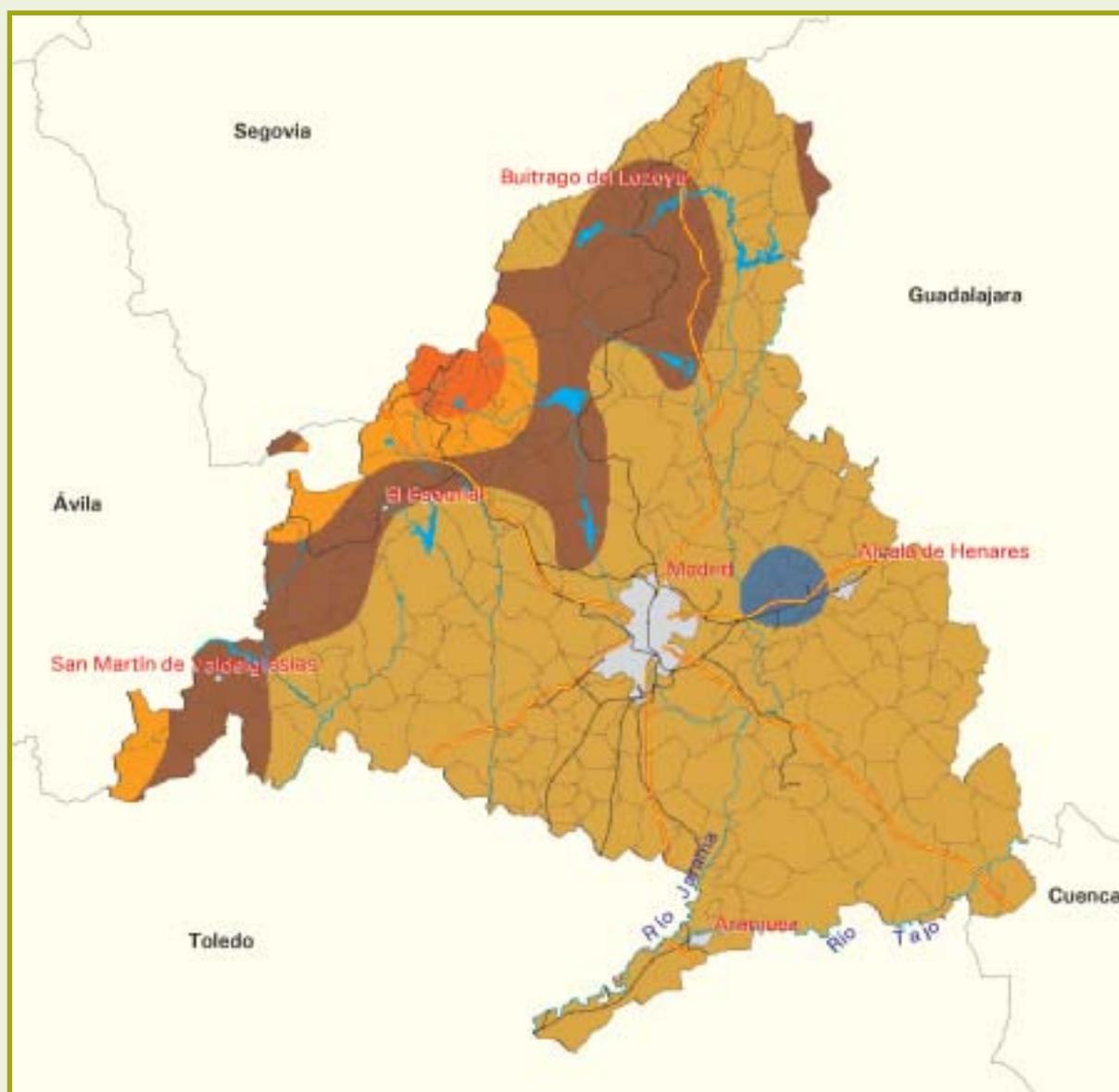


Tabla 3.1.3 superficies según intervalos de precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10)

Precipitación máxima en 24 h para un periodo de retorno de 10 años (mm)	Superficie geográfica	
	ha	%
25-50	256.793,11	31,99
50-75	473.543,37	58,98
75-100	68.297,13	8,51
>100	4.135,76	0,52
TOTAL	802.769,37	100,00
Valor medio: 56,6		



## Mapa 3.1.4 factor R (índice de erosión pluvial)



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

Factor R ( $10^3 \text{ J} \cdot \text{cm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )	
	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	11.219,62	1,40
50-100	589.940,63	73,49
100-150	154.005,60	19,18
150-200	35.872,77	4,47
>200	11.730,75	1,46
TOTAL	802.769,37	100,00
Valor medio: 85,7		





## 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.

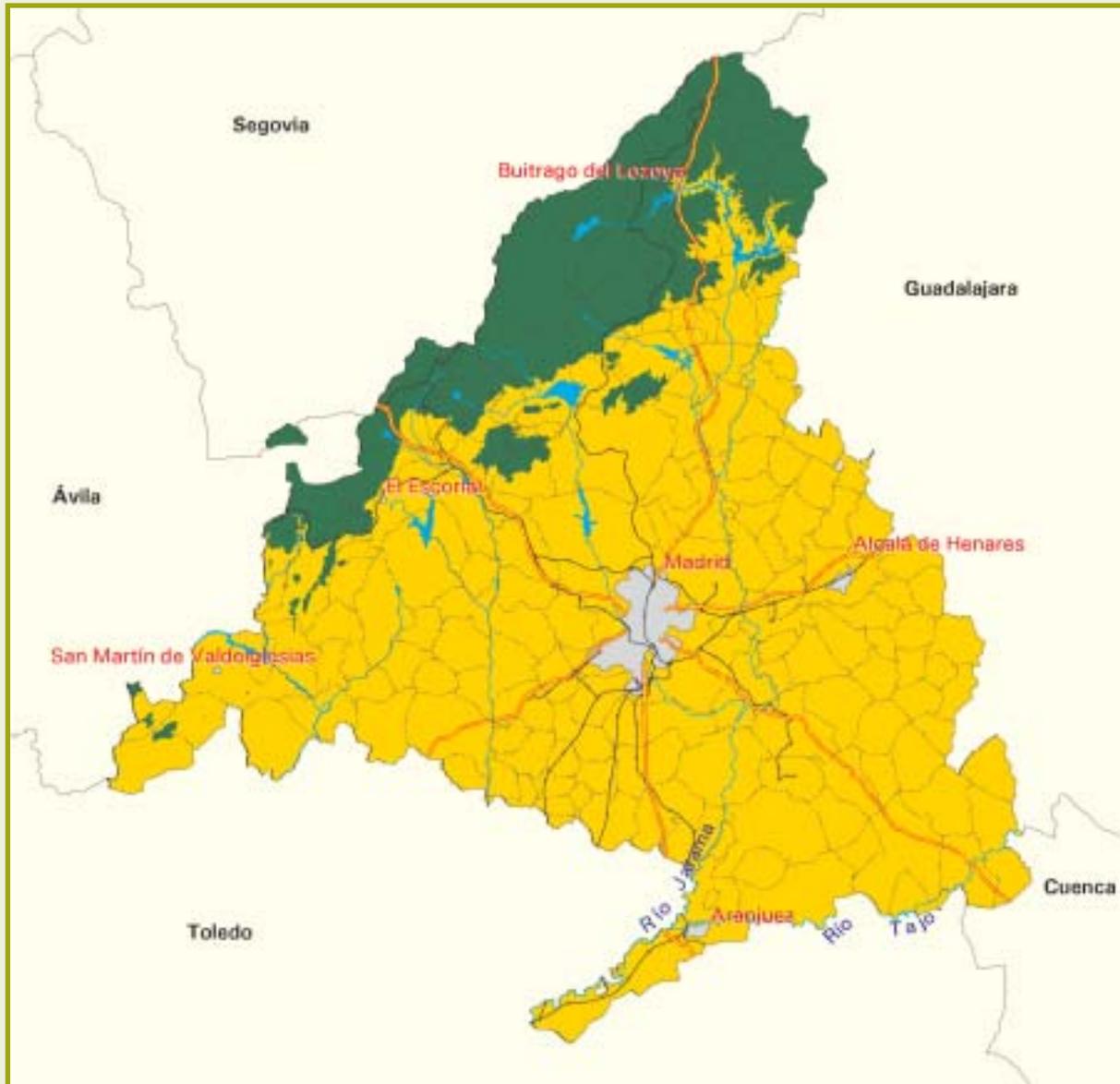
Tabla 3.1.8 superficies según intervalos de longitud de ladera.

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
	Líneas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Altitud (m)	
	< 1.000
	≥ 1.000

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

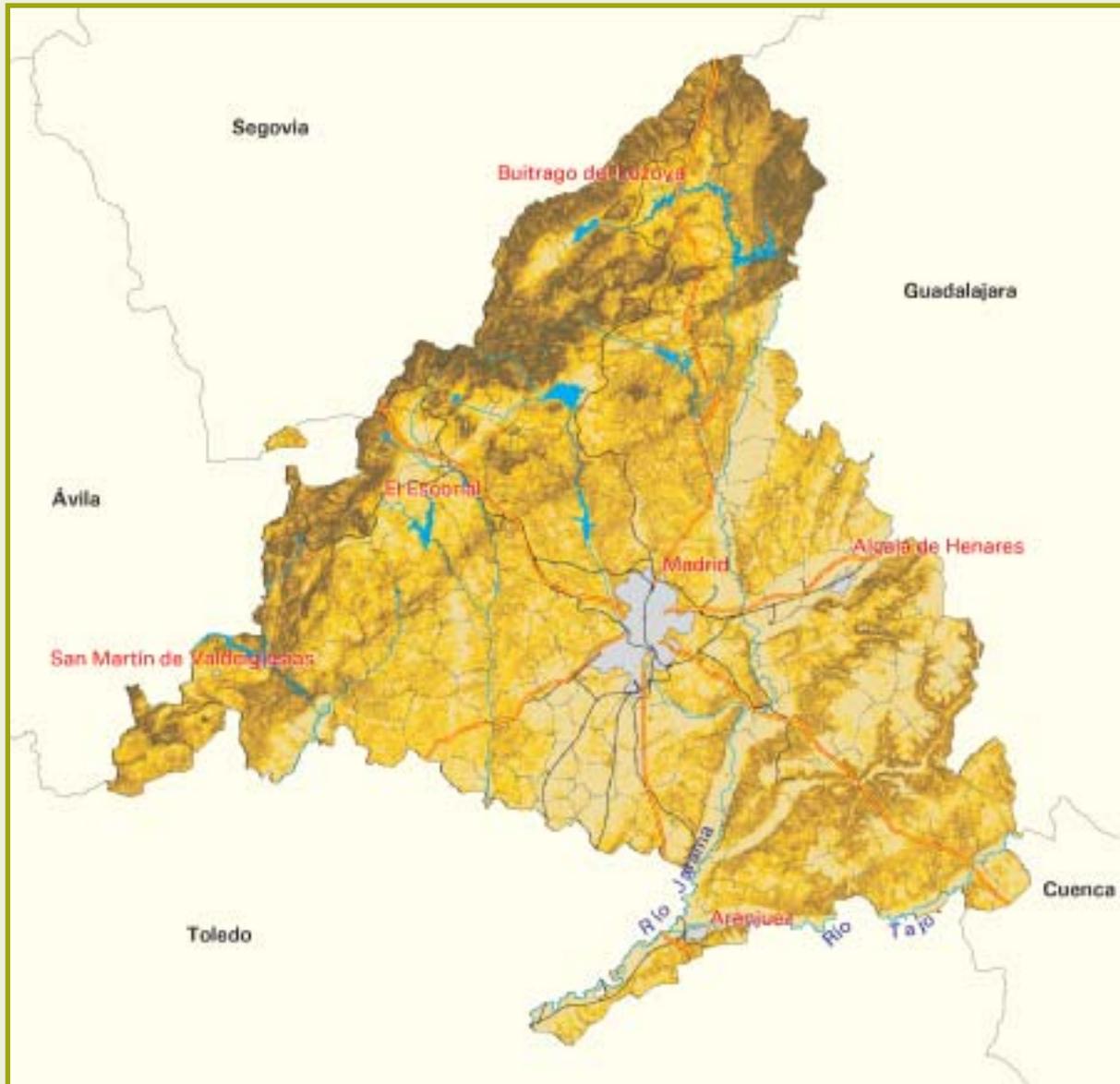


Tabla 3.1.5 superficies según bandas altimétricas

Altitud (m)	Superficie geográfica	
	ha	%
< 1000	650.422,29	81,02
≥ 1000	152.347,08	18,98
TOTAL	802.769,37	100,00
Valor medio: 818,4		



## 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	256.645,54	31,97
5-10	215.041,34	26,79
10-20	181.697,08	22,63
20-30	76.363,79	9,51
30-50	60.650,49	7,56
>50	12.371,13	1,54
TOTAL	802.769,37	100,00
Valor medio: 12,1		



## Mapa 3.1.7 orientación



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límites 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	225.069,98	28,04
Umbría	106.012,51	13,21
Todos los vientos	471.686,88	58,75
TOTAL	802.769,37	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.

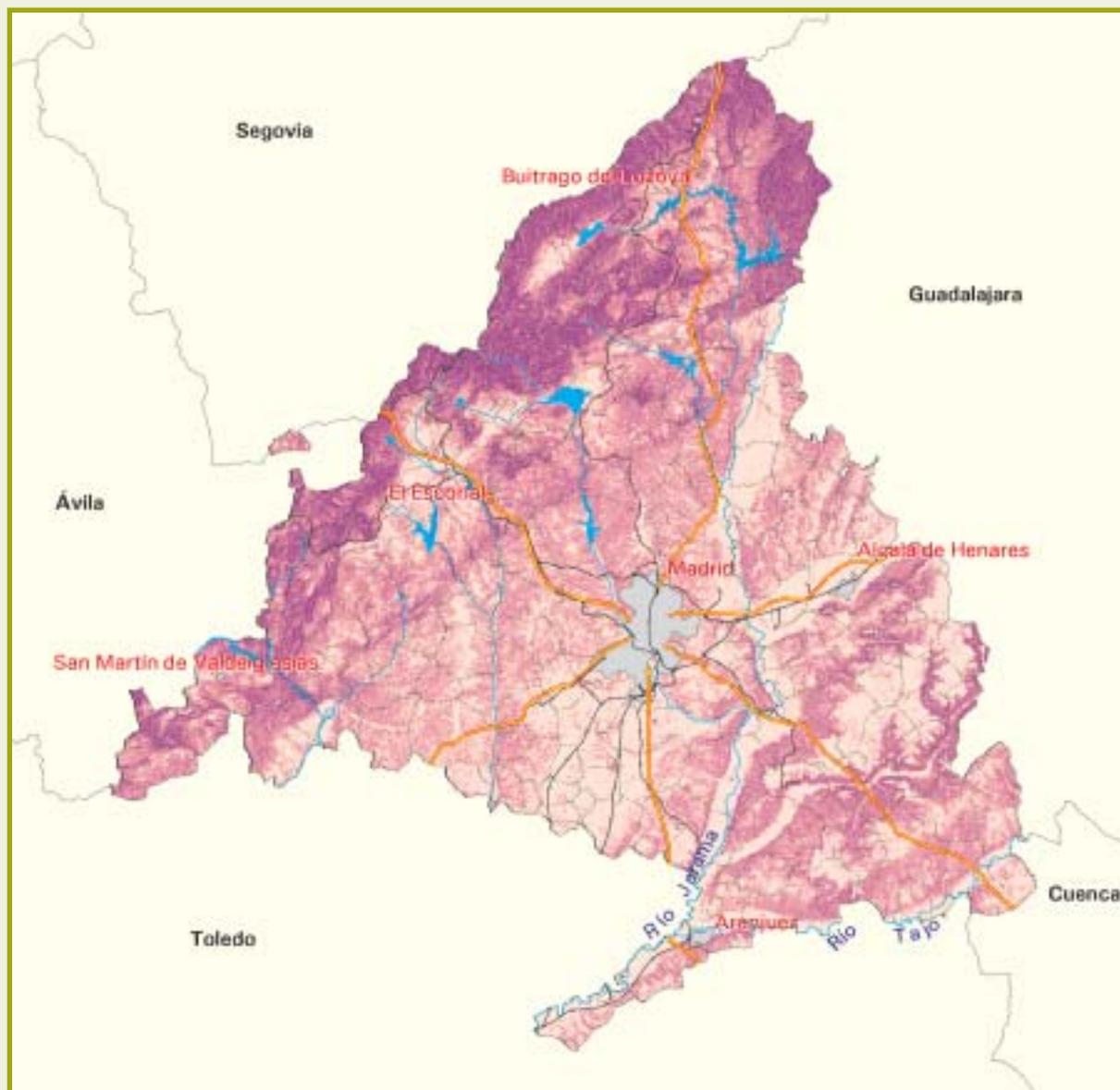


Tabla 3.1.8 superficies según intervalos de longitud de ladera

Longitud de ladera (m)	Superficie geográfica	
	ha	%
25-50	225.891,09	28,14
50-100	305.567,78	38,06
100-150	112.054,09	13,96
150-200	61.665,31	7,68
200-300	56.516,79	7,04
>300	41.074,31	5,12
TOTAL	802.769,37	100,00
Valor medio: 102,5		



## 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	282.513,10	35,20
1-2	104.325,37	13,00
2-5	135.914,65	16,93
5-10	106.723,89	13,29
10-20	85.915,95	10,70
20-40	53.157,84	6,62
>40	34.218,57	4,26
TOTAL	802.769,37	100,00
Valor medio: 7,9		





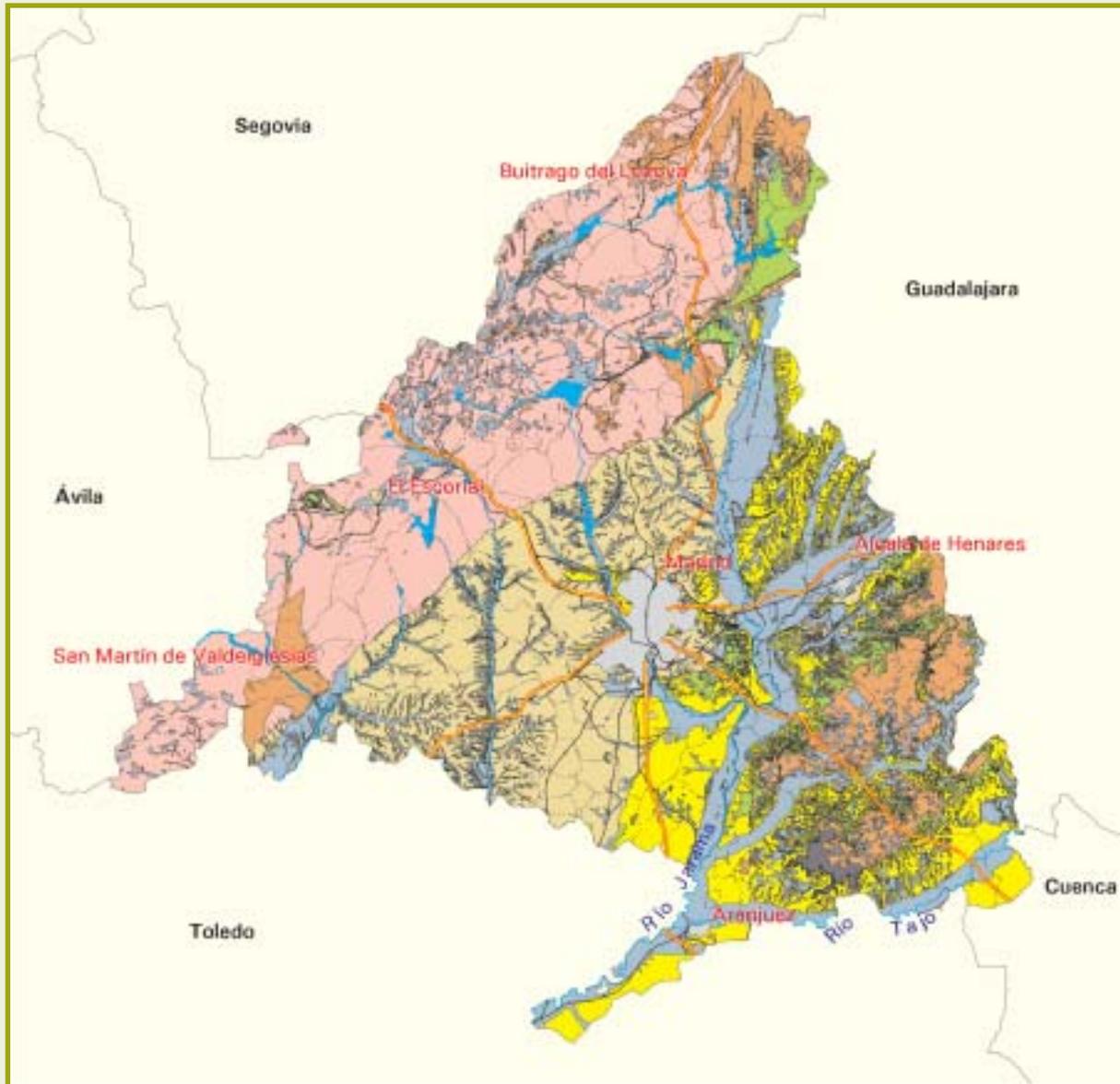
## C) litología

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 Madrid aparecen ocho litofacies erosivas, cuya descripción general es la siguiente:

- *Formaciones superficiales no consolidadas*: se trata, fundamentalmente, de coluviones, conos de deyección, llanuras de inundación, aluviales de fondo de valle, cauces abandonados, terrazas y gravas y cantos.
- *Formaciones superficiales consolidadas*: morrenas, antiguos conos de deyección, eluviales y terrazas travertínicas.
- *Rocas sedimentarias blandas*: arenas, gravas y arenas, cantos con bloques o arenas, arcillas y margas, principalmente.
- *Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas*: yesos, yesos con margas o arcillas yesíferas, arcosas con cantos y bloques, filitas y pizarras arcillosas.
- *Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes y alternancia de rocas metamórficas blandas y resistentes*: fundamentalmente se trata de calizas con dolomías, margas o arcillas, pizarras...
- *Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes*: calizas, areniscas, conglomerados, niveles carbonatados, mármoles, esquistos...
- *Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo*: granitos, cuarcitas, ortoneises glandulares, aplitas, monzonitas, tonalitas, adamelitas, metadioritas, ortoanfibolitas...
- *Depósitos antrópicos*.



## 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
	Alteración de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes...
	Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes
	Rocas plutónicas, ígneas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo
	Depósitos aluviales
	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	180.475,22	22,48
Formaciones superficiales consolidadas	4.461,92	0,56
Rocas sedimentarias blandas	163.067,88	20,31
Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas	110.186,47	13,73
Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes y alternancia de rocas metamórficas blandas y resistentes	35.532,04	4,43
Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes	84.059,83	10,47
Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo	218.771,90	27,25
Depósitos antrópicos	29,76	0,00
Láminas de agua superficiales y humedales	6.184,35	0,77
TOTAL	802.769,37	100,00

\* 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.

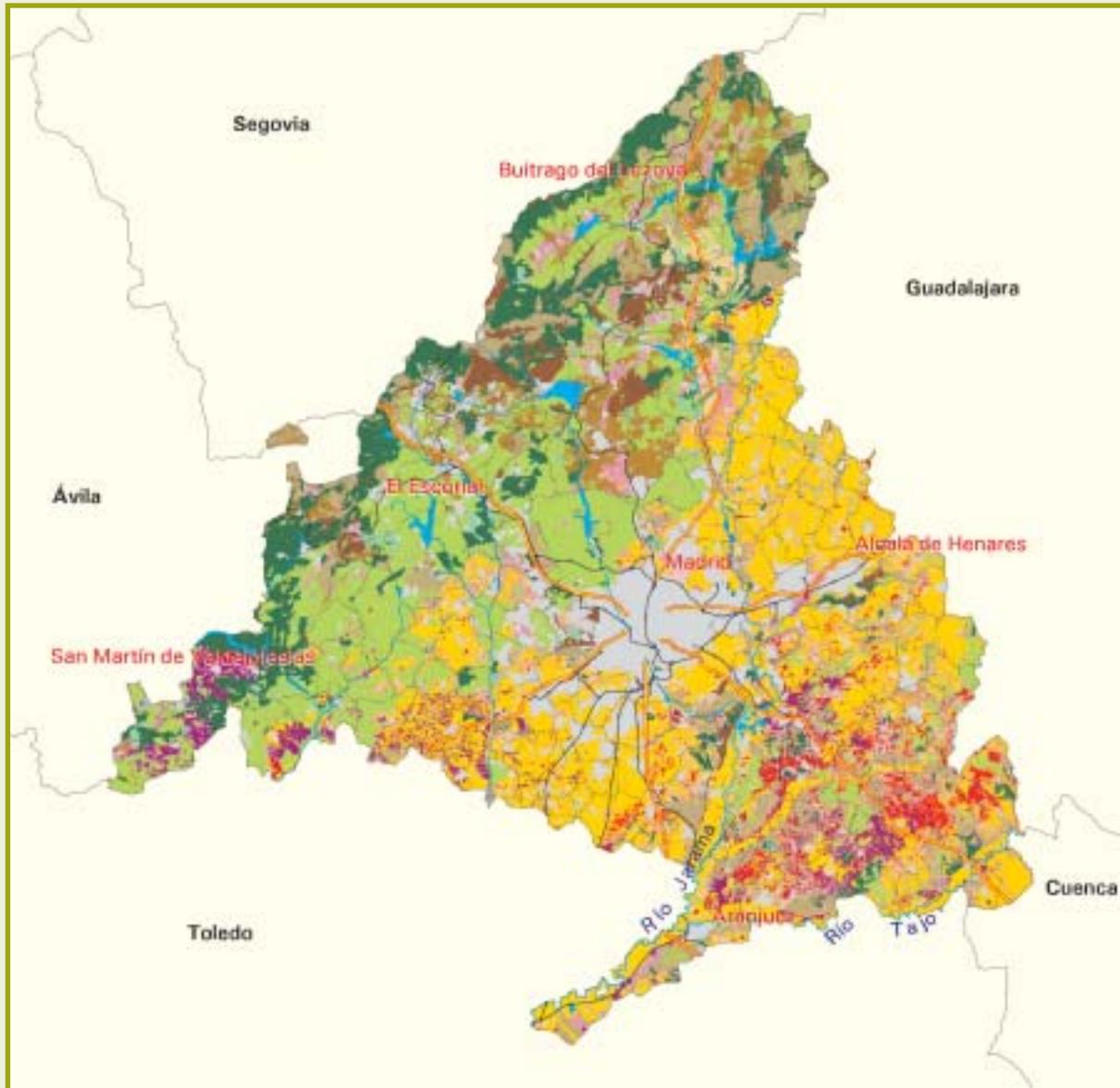
De este modo, en la provincia de Madrid, los tipos de formaciones que conforman cada una de las clases definidas de matorral y herbazal son las siguientes:

- Matorral con nivel evolutivo muy alto: retamar, garriga densa, matorral alto y denso de leguminosas espinosas, brezal mediano o alto denso, mancha, espinar, bardal, arbustedos, madroñal y avellanar.
- Matorral con nivel evolutivo alto: matorral claro o bajo de leguminosas espinosas, brezal mediano claro, garriga baja, romeral, albaidar y jaral noble.
- Matorral con nivel evolutivo medio: tomillar, jaral helioxerófilo, jaguarzal, carpazal y brecinal.
- Matorral o herbazal con nivel evolutivo bajo: cultivos abandonados.
- Herbazal con nivel evolutivo alto: pastizal estacional denso, prado de siega, pradera de diente y pastizal leñoso mixto, bajo y denso.
- Herbazal con nivel evolutivo medio: pastizal xerófilo claro.

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 arbolada
	Cara predominante de coníferas
	Cara predominante de frondosas
	Monte
	Forestal dispersa leñal
	Matorral
	Matorral herbáceo
	Sesuvial
	Desiertos y semi-desiertos de vegetación
	Cultivos agrícolas
	Cultivos herbáceos
	Cereales
	Olivos
	Viveros
	Prados y pastizales
	Otros matorrales
	Otros usos forestales
	Cuerpos de agua superficiales y transitorios
	Superficies urbanizadas

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%	32.895,02	4,10
Forestal arbolado coníferas con 33% < Fcc < 66%	29.401,00	3,66
Forestal arbolado coníferas con Fcc < 33%	18.985,22	2,36
Forestal arbolado frondosas con Fcc > 66%	21.449,41	2,67
Forestal arbolado frondosas con 33% < Fcc < 66%	83.901,85	10,45
Forestal arbolado frondosas con Fcc < 33%	70.564,82	8,79
Forestal arbolado mixto con Fcc > 66%	626,24	0,08
Forestal arbolado mixto con 33% < Fcc < 66%	3.602,97	0,45
Forestal arbolado mixto con Fcc < 33%	3.896,24	0,49
<b>TOTAL FORESTAL ARBOLADO</b>	<b>265.322,77</b>	<b>33,05</b>
Matorral con nivel evolutivo muy alto	30.348,65	3,78
Matorral con nivel evolutivo alto	29.315,44	3,65
Matorral con nivel evolutivo medio	16.328,59	2,03
Matorral o herbazal con nivel evolutivo bajo	21.193,24	2,64
Herbazal con nivel evolutivo alto	24.701,40	3,08
Herbazal con nivel evolutivo medio	6.783,03	0,84
Desiertos y semidesiertos de vegetación	19.909,98	2,48
<b>TOTAL FORESTAL DESARBOLADO</b>	<b>148.580,33</b>	<b>18,50</b>
Cultivos herbáceos de regadío	25.940,12	3,23
Cultivos herbáceos de secano	159.784,58	19,91
Frutales	1.004,06	0,13
Olivar	17.234,71	2,15
Viñedo	23.069,96	2,87
Praderas y pastizales	44.799,63	5,58
Otros cultivos	17.757,07	2,21
<b>TOTAL CULTIVOS</b>	<b>289.590,13</b>	<b>36,08</b>
Láminas de agua superficiales y humedales	7.024,33	0,88
Superficies artificiales	92.251,81	11,49
<b>TOTAL</b>	<b>802.769,37</b>	<b>100,00</b>



## 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 68 estratos en la provincia de Madrid y se han levantado 345 parcelas de campo durante el año 2002. 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.

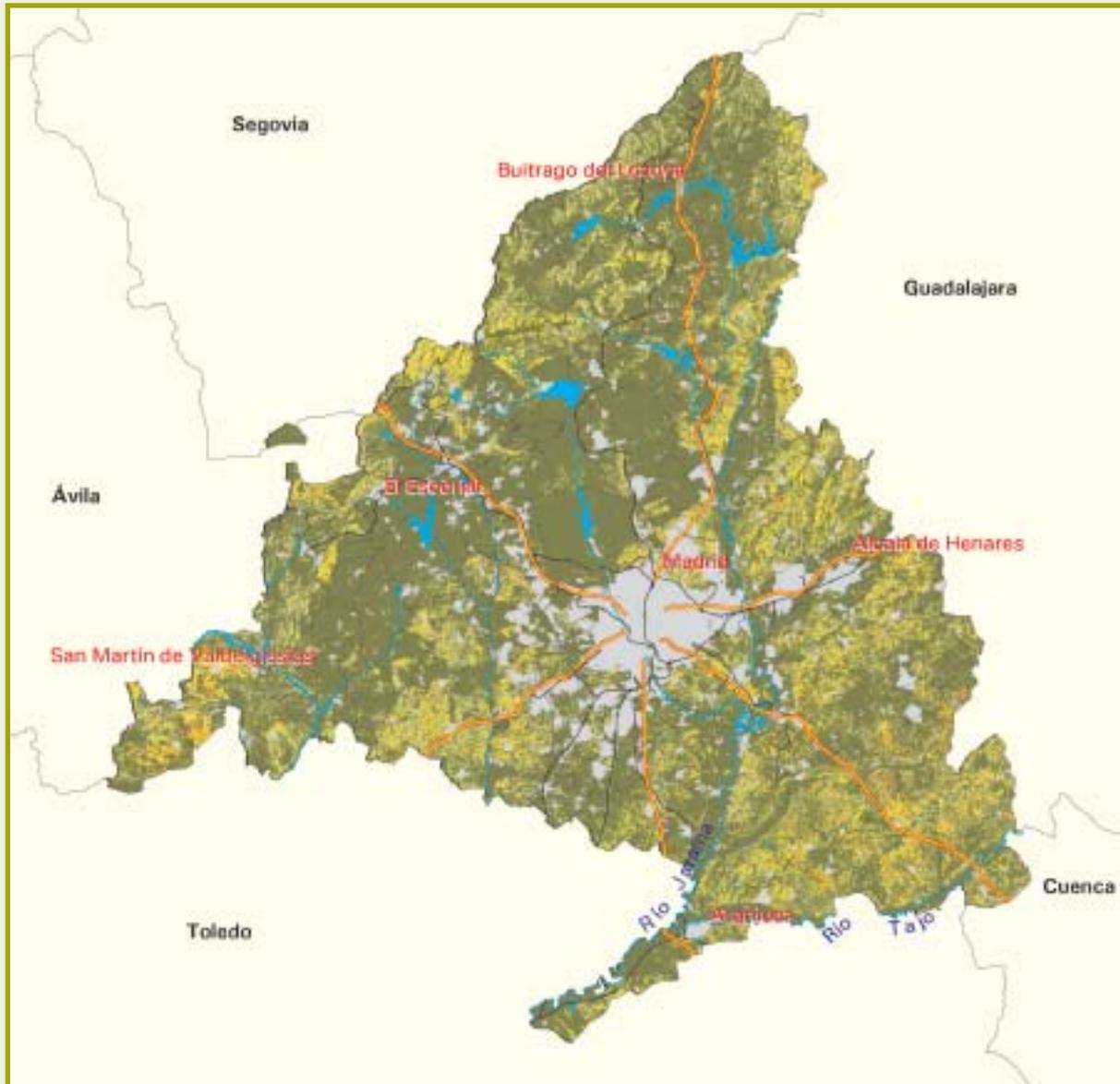
Tabla 3.4.10 pérdidas de suelo y superficie según pendiente y tipo de cultivo en terrenos agrícolas.

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 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 <sup>-1</sup> · año <sup>-1</sup> )		Superficie geográfica		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
		ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
1	0-5	480.705,63	59,88	686.264,99	11,51	1,43
2	5-10	91.127,18	11,35	636.400,35	10,68	6,98
3	10-25	76.577,84	9,54	1.172.612,84	19,67	15,31
4	25-50	29.825,06	3,72	1.045.586,99	17,54	35,06
5	50-100	18.006,39	2,24	1.226.255,92	20,58	68,10
6	100-200	5.787,65	0,72	767.054,53	12,87	132,53
7	>200	1.463,48	0,18	426.043,87	7,15	291,12
SUPERFICIE EROSIONABLE		703.493,23	87,63	5.960.219,49	100,00	8,47
8	Láminas de agua superficiales y humedales	7.024,33	0,88			
9	Superficies artificiales	92.251,81	11,49			
TOTAL		802.769,37	100,00			

Nota: El nivel erosivo 1 (<5t·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>) incluye las superficies de desiertos y semidesiertos de vegetación con predominio de afloramientos rocosos.



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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
		ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
<5	Forestal arbolado	36.331,06	4,53	4.783,83	0,08	0,13
	Forestal desarbolado	18.781,30	2,34	3.172,82	0,05	0,17
	Cultivos	147.249,78	18,35	447.516,13	7,51	3,04
5-10	Forestal arbolado	64.641,23	8,05	32.950,47	0,55	0,51
	Forestal desarbolado	33.406,55	4,16	23.800,19	0,40	0,71
	Cultivos	88.294,67	11,00	1.194.011,20	20,03	13,52
10-20	Forestal arbolado	77.827,57	9,69	183.536,20	3,08	2,36
	Forestal desarbolado	44.974,58	5,60	125.688,56	2,11	2,79
	Cultivos	45.379,42	5,65	1.998.838,18	33,54	44,05
20-30	Forestal arbolado	42.127,49	5,25	242.258,93	4,06	5,75
	Forestal desarbolado	25.068,35	3,12	152.556,08	2,56	6,09
	Cultivos	7.094,66	0,88	557.641,55	9,36	78,60
30-50	Forestal arbolado	37.449,40	4,67	396.130,06	6,65	10,58
	Forestal desarbolado	21.012,47	2,62	215.683,18	3,62	10,26
	Cultivos	1.532,28	0,19	186.714,12	3,13	121,85
>50	Forestal arbolado	6.946,01	0,87	124.485,33	2,09	17,92
	Forestal desarbolado	5.337,07	0,66	61.919,97	1,04	11,60
	Cultivos	39,34	0,00	8.532,69	0,14	216,88
SUPERFICIE EROSIONABLE		703.493,23	87,63	5.960.219,49	100,00	8,47
Láminas de agua superficiales y humedales		7.024,33	0,88			
Superficies artificiales		92.251,81	11,49			
TOTAL		802.769,37	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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
La Acebeda	2.201,95	0,27	7.284,71	0,12	3,31
Ajalvir	1.603,66	0,20	21.675,35	0,36	13,52
Alameda del Valle	2.473,44	0,31	10.023,28	0,17	4,05
El Álamo	2.050,40	0,26	15.589,26	0,26	7,60
Alcalá de Henares	6.072,16	0,76	19.838,22	0,33	3,27
Alcobendas	2.492,52	0,31	29.998,36	0,50	12,04
Alcorcón	2.166,55	0,27	10.750,03	0,18	4,96
Aldea del Fresno	4.916,56	0,61	20.151,64	0,34	4,10
Algete	3.156,54	0,39	29.111,82	0,49	9,22
Alpedrete	848,58	0,11	8.261,12	0,14	9,74
Ambite	2.532,61	0,32	67.505,47	1,13	26,65
Anchuelo	2.127,39	0,27	33.542,47	0,56	15,77
Aranjuez	18.454,27	2,30	96.719,57	1,62	5,24
Arganda del Rey	6.703,03	0,83	74.648,65	1,25	11,14
Arroyomolinos	1.908,18	0,24	31.455,66	0,53	16,48
El Atazar	2.732,06	0,34	20.487,93	0,34	7,50
Batres	2.009,69	0,25	12.372,28	0,21	6,16
Becerril de la Sierra	2.594,15	0,32	5.390,27	0,09	2,08
Belmonte de Tajo	2.334,22	0,29	39.810,95	0,67	17,06
Berzosa del Lozoya	1.385,95	0,17	8.543,96	0,14	6,16
El Berrueco	2.587,40	0,32	12.054,18	0,20	4,66
Boadilla del Monte	3.162,48	0,39	14.373,42	0,24	4,54
El Boalo	3.539,99	0,44	5.179,54	0,09	1,46
Braojos	2.479,32	0,31	15.178,13	0,25	6,12
Brea de Tajo	4.331,09	0,54	64.062,10	1,07	14,79
Brunete	4.677,52	0,58	45.210,83	0,76	9,67
Buitrago del Lozoya	2.329,91	0,29	2.918,81	0,05	1,25
Bustarviejo	5.597,65	0,70	40.080,77	0,67	7,16
Cabanillas de la Sierra	1.315,96	0,16	8.385,79	0,14	6,37
La Cabrera	2.041,71	0,25	5.453,11	0,09	2,67
Cadalso de los Vidrios	4.567,94	0,57	151.811,37	2,55	33,23
Camarma de Esteruelas	3.306,70	0,41	39.806,53	0,67	12,04
Campo Real	6.021,00	0,75	60.153,02	1,01	9,99
Canencia	5.231,83	0,65	37.892,80	0,64	7,24
Carabaña	4.697,22	0,59	68.302,20	1,15	14,54
Casarrubuelos	503,53	0,06	2.149,26	0,04	4,27
Cenicientos	6.660,63	0,83	152.830,51	2,56	22,95
Cercedilla	3.180,99	0,40	66.534,69	1,12	20,92
Cervera de Buitrago	821,69	0,10	1.801,87	0,03	2,19
Ciempozuelos	4.517,34	0,56	14.574,56	0,24	3,23

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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
Cobeña	1.944,83	0,24	30.360,01	0,51	15,61
Colmenar del Arroyo	4.973,09	0,62	11.867,12	0,20	2,39
Colmenar de Oreja	10.780,39	1,34	140.133,79	2,35	13,00
Colmenarejo	2.803,30	0,35	2.268,19	0,04	0,81
Colmenar Viejo	20.189,89	2,52	40.215,88	0,67	1,99
Collado Mediano	1.942,08	0,24	27.907,24	0,47	14,37
Collado Villalba	1.750,89	0,22	5.520,20	0,09	3,15
Corpa	2.574,76	0,32	32.062,27	0,54	12,45
Coslada	126,46	0,02	700,52	0,01	5,54
Cubas de la Sagra	1.153,92	0,14	3.704,96	0,06	3,21
Chapinería	2.434,92	0,30	3.271,94	0,05	1,34
Chinchón	11.237,39	1,40	131.273,35	2,20	11,68
Daganzo de Arriba	4.197,19	0,52	59.391,41	1,00	14,15
El Escorial	6.141,83	0,77	2.009,65	0,03	0,33
Estremera	7.791,02	0,97	81.039,45	1,36	10,40
Fresnedillas de la Oliva	2.747,07	0,34	2.808,81	0,05	1,02
Fresno de Torote	2.944,14	0,37	40.002,23	0,67	13,59
Fuenlabrada	2.264,93	0,28	11.834,33	0,20	5,23
Fuente el Saz de Jarama	3.065,16	0,38	7.614,63	0,13	2,48
Fuentidueña de Tajo	5.735,68	0,71	61.963,23	1,04	10,80
Galapagar	5.471,44	0,68	3.560,21	0,06	0,65
Garganta de los Montes	3.723,43	0,46	19.607,20	0,33	5,27
Gargantilla del Lozoya	2.207,32	0,27	9.828,78	0,16	4,45
Gascones	1.965,97	0,24	9.357,78	0,16	4,76
Getafe	5.256,91	0,65	20.079,14	0,34	3,82
Griñón	1.464,07	0,18	4.464,55	0,07	3,05
Guadalix de la Sierra	5.899,67	0,73	17.681,36	0,30	3,00
Guadarrama	4.914,05	0,61	27.127,38	0,46	5,52
La Hiruela	1.714,99	0,21	24.427,75	0,41	14,24
Horcajo de la Sierra	2.022,82	0,25	9.970,51	0,17	4,93
Horcajuelo de la Sierra	2.428,85	0,30	14.781,86	0,25	6,09
Hoyo de Manzanares	4.150,16	0,52	7.108,51	0,12	1,71
Humanes de Madrid	1.621,55	0,20	4.796,63	0,08	2,96
Leganés	2.816,24	0,35	16.100,87	0,27	5,72
Loeches	4.247,22	0,53	58.460,75	0,98	13,76
Lozoya	5.369,18	0,67	35.557,86	0,60	6,62
Madarcos	842,64	0,10	2.398,22	0,04	2,85
Madrid	32.059,15	4,09	143.454,46	2,41	4,47
Majadahonda	2.987,98	0,37	32.639,33	0,55	10,92
Manzanares el Real	11.489,68	1,43	70.524,66	1,18	6,14

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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
Meco	3.275,24	0,41	22.983,98	0,39	7,02
Mejorada del Campo	1.305,89	0,16	11.399,39	0,19	8,73
Miraflores de la Sierra	5.430,28	0,68	36.427,46	0,61	6,71
El Molar	4.848,57	0,60	79.462,66	1,33	16,39
Los Molinos	1.617,73	0,20	9.814,68	0,16	6,07
Montejo de la Sierra	3.153,66	0,39	17.758,19	0,30	5,63
Moraleja de Enmedio	2.983,42	0,37	35.568,63	0,60	11,92
Moralzarzal	3.884,91	0,48	15.965,03	0,27	4,11
Morata de Tajuña	4.139,27	0,52	42.662,33	0,72	10,31
Móstoles	3.173,74	0,40	36.947,43	0,62	11,64
Navacerrada	2.452,81	0,31	45.996,77	0,77	18,75
Navalafuente	1.041,46	0,13	3.004,06	0,05	2,88
Navalagamella	7.491,76	0,93	13.836,51	0,23	1,85
Navalcarnero	9.652,05	1,20	138.933,79	2,33	14,39
Navarredonda	2.708,86	0,34	17.519,62	0,29	6,47
Navas del Rey	4.944,64	0,62	24.395,34	0,41	4,93
Nuevo Baztán	1.341,23	0,17	11.223,09	0,19	8,37
Olmeda de las Fuentes	1.645,13	0,20	10.744,46	0,18	6,53
Orusco de Tajuña	2.000,43	0,25	50.014,53	0,84	25,00
Paracuellos de Jarama	3.914,68	0,49	40.310,67	0,68	10,30
Parla	1.903,30	0,24	6.441,48	0,11	3,38
Patones	3.307,83	0,41	38.518,61	0,65	11,64
Pedrezuela	2.531,80	0,32	8.306,98	0,14	3,28
Pelayos de la Presa	597,78	0,07	3.844,34	0,06	6,43
Perales de Tajuña	4.803,73	0,60	63.485,39	1,07	13,22
Pezuela de las Torres	4.090,43	0,51	33.500,09	0,56	8,19
Pinilla del Valle	2.494,52	0,31	9.096,64	0,15	3,65
Pinto	5.410,77	0,67	31.019,85	0,52	5,73
Piñuécar-Gandullas	1.716,93	0,21	4.606,29	0,08	2,68
Pozuelo de Alarcón	2.252,73	0,28	5.080,96	0,09	2,26
Pozuelo del Rey	3.076,61	0,38	17.731,97	0,30	5,76
Pradana del Rincón	2.230,97	0,28	8.508,47	0,14	3,81
Puebla de la Sierra	5.740,75	0,72	85.143,65	1,43	14,83
Quijorna	2.486,64	0,31	29.317,23	0,49	11,79
Rascafría	14.754,61	1,84	99.099,09	1,66	6,72
Redueña	1.258,42	0,16	12.104,74	0,20	9,62
Ribatejada	3.042,33	0,38	41.120,54	0,69	13,52
Rivas-Vaciamadrid	5.412,58	0,67	37.594,74	0,63	6,95
Robledillo de la Jara	1.963,78	0,24	7.617,91	0,13	3,88
Robledo de Chavela	8.862,95	1,10	59.012,76	0,99	6,66

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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
Robregordo	1.774,03	0,22	10.783,04	0,18	6,08
Las Rozas de Madrid	3.891,54	0,48	6.758,31	0,11	1,74
Rozas de Puerto Real	2.922,31	0,36	35.772,57	0,60	12,24
San Agustín de Guadalix	3.566,01	0,44	26.621,33	0,45	7,47
San Fernando de Henares	3.175,99	0,40	9.101,08	0,15	2,87
San Lorenzo de El Escorial	5.254,72	0,65	33.370,21	0,56	6,35
San Martín de la Vega	9.492,25	1,18	64.912,31	1,09	6,84
San Martín de Valdeiglesias	10.825,92	1,35	190.466,91	3,20	17,59
San Sebastián de los Reyes	4.146,15	0,52	31.147,20	0,52	7,51
Santa María de la Alameda	7.306,26	0,91	94.244,16	1,58	12,90
Santorcaz	2.531,92	0,32	26.913,35	0,45	10,63
Los Santos de la Humosa	3.410,21	0,42	69.751,03	1,17	20,45
La Serna del Monte	525,36	0,07	1.754,34	0,03	3,34
Serranillos del Valle	1.267,68	0,16	7.860,20	0,13	6,20
Sevilla la Nueva	2.336,48	0,29	13.730,00	0,23	5,88
Somosierra	2.011,82	0,25	12.240,22	0,21	6,08
Soto del Real	3.731,43	0,46	10.153,17	0,17	2,72
Talamanca de Jarama	3.756,64	0,47	48.668,41	0,82	12,96
Tielmes	2.630,74	0,33	59.606,04	1,00	22,66
Titulcia	907,18	0,11	4.046,41	0,07	4,46
Torrejón de Ardoz	813,68	0,10	847,53	0,01	1,04
Torrejón de la Calzada	745,32	0,09	1.975,97	0,03	2,65
Torrejón de Velasco	5.081,36	0,63	30.252,84	0,51	5,95
Torrelaguna	4.224,02	0,53	64.829,83	1,09	15,35
Torrelodones	1.702,67	0,21	2.894,54	0,05	1,70
Torremocha de Jarama	1.780,03	0,22	19.646,40	0,33	11,04
Torres de la Alameda	4.118,63	0,51	55.366,19	0,93	13,44
Valdaracete	6.409,52	0,80	105.452,69	1,77	16,45
Valdeavero	1.777,15	0,22	29.932,83	0,50	16,84
Valdelaguna	4.159,47	0,52	72.661,73	1,22	17,47
Valdemanco	1.623,24	0,20	8.631,50	0,14	5,32
Valdemaqueda	5.131,27	0,64	24.720,96	0,41	4,82
Valdemorillo	8.155,84	1,02	17.218,06	0,29	2,11
Valdemoro	5.662,44	0,71	36.406,14	0,61	6,43
Valdeolmos	2.497,71	0,31	34.308,60	0,58	13,74
Valdepielagos	1.716,05	0,21	44.061,62	0,74	25,68
Valdetorres de Jarama	2.996,99	0,37	11.572,16	0,19	3,86
Valdilecha	4.077,86	0,51	64.224,68	1,08	15,75
Valverde de Alcalá	1.340,23	0,17	23.448,56	0,39	17,50
Velilla de San Antonio	921,63	0,11	4.039,80	0,07	4,38

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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
El Vellón	3.343,35	0,42	50.590,29	0,85	15,13
Venturada	783,72	0,10	5.084,20	0,09	6,49
Villaconejos	3.222,71	0,40	52.337,72	0,88	16,24
Villa del Prado	7.488,76	0,93	57.960,11	0,97	7,74
Villalbilla	2.889,79	0,36	39.854,26	0,67	13,79
Villamanrique de Tajo	2.879,22	0,36	28.473,59	0,48	9,89
Villamanta	6.215,07	0,77	60.631,91	1,02	9,76
Villamantilla	2.365,06	0,29	8.326,11	0,14	3,52
Villanueva de la Cañada	2.847,08	0,35	10.392,65	0,17	3,65
Villanueva del Pardillo	2.346,92	0,29	18.134,84	0,30	7,73
Villanueva de Perales	3.050,59	0,38	16.524,52	0,28	5,42
Villar del Olmo	2.293,20	0,29	33.788,63	0,57	14,73
Villarejo de Salván	11.589,56	1,44	189.312,15	3,18	16,33
Villaviciosa de Odón	5.673,07	0,71	38.936,00	0,65	6,86
Villavieja del Lozoya	2.342,17	0,29	14.015,33	0,24	5,98
Zarzalejo	1.998,87	0,25	19.361,02	0,32	9,69
Jurisdicción Mancomunada de El Boalo y Manzanares el Real (El Chaparral)	64,29	0,01	122,05	0,00	1,90
Jurisdicción Mancomunada de Cercedilla y Navacerrada	498,53	0,06	13.741,76	0,23	27,56
Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias	4.930,69	0,61	12.960,47	0,22	2,63
Puentes Viejas	5.537,54	0,69	13.367,10	0,22	2,41
TOTAL	703.493,23	87,63	5.960.219,49	100,00	8,47



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

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
2102	RÍO DURATÓN	ORIGEN	SERRANO	
3060	ARROYO BREA			
3061	RÍO TAJO	BREA	CALVACHE	
3063	RÍO TAJO	BREA	CALVACHE	
3064	ARROYO SALADO			
3065	RÍO TAJO	SALADO	VILLAMANRIQUE	
3066	ARROYO VILLAMANRIQUE			
3067	RÍO TAJO	VILLAMANRIQUE	JARAMA	
3068	RÍO JARAMA	ORIGEN	JARAMILLA	
3071	RÍO LOZOYA	ORIGEN	PUEBLA	
3072	RÍO PUEBLA			
3073	RÍO LOZOYA	PUEBLA	RIATO	
3074	RÍO RIATO			
3075	RÍO LOZOYA	RIATO	JARAMA	
3076	RÍO JARAMA	LOZOYA	GUADALIX	
3077	RÍO GUADALIX			
3078	RÍO JARAMA	GUADALIX	PAEQUE	
3079	RÍO PAEQUE			
3080	RÍO JARAMA	PAEQUE	VIÑUELAS	
3081	RÍO VIÑUELAS			
3082	RÍO JARAMA	VIÑUELAS	HENARES	
3107	RÍO HENARES	DUEÑAS	CAMARMILLA	
3108	ARROYO CAMARMILLA			
3109	RÍO HENARES	CAMARMILLA	TOROTE	
3110	ARROYO TOROTE			
3111	RÍO HENARES	TOROTE	JARAMA	
3112	RÍO JARAMA	HENARES	PANTUERTA	
3113	ARROYO PANTUERTA	ORIGEN	ANCHUELO	
3114	ARROYO ANCHUELO			
3115	ARROYO PANTUERTA	ANCHUELO	JARAMA	
3116	RÍO JARAMA	PANTUERTA	MANZANARES	
3117	RÍO MANZANARES	ORIGEN	NAVACERRADA	
3118	RÍO NAVACERRADA			
3119	RÍO MANZANARES	NAVACERRADA	TEJADA	
3120	RÍO TEJADA			
3121	RÍO MANZANARES	TEJADA	TROFA	
3122	ARROYO TROFA			
3123	RÍO MANZANARES	TROFA	BUTARQUE	
3124	ARROYO BUTARQUE			
3125	RÍO MANZANARES	BUTARQUE	CULEBRO	
3126	RÍO CULEBRO			



	Superficie erosionable en Madrid		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
	1.176,34	0,15	7.308,31	0,12	6,21
	2.381,00	0,30	33.765,14	0,57	14,18
	90,42	0,01	1.721,85	0,03	19,04
	3.511,76	0,44	47.300,06	0,79	13,47
	947,66	0,12	9.354,83	0,16	9,87
	10.664,09	1,33	125.000,99	2,10	11,72
	437,34	0,05	5.026,47	0,08	11,49
	31.324,43	3,90	377.254,44	6,30	12,04
	2.576,23	0,32	30.710,19	0,52	11,92
	48.494,84	6,04	280.023,60	4,70	5,77
	16.627,82	2,07	77.120,77	1,29	4,64
	15.546,47	1,94	49.448,32	0,83	3,18
	8.137,32	1,01	98.124,07	1,65	12,06
	2.690,47	0,34	27.226,29	0,46	10,12
	30.932,17	3,85	352.556,88	5,92	11,40
	31.847,38	3,97	187.642,51	3,15	5,89
	673,27	0,08	818,55	0,01	1,22
	4.327,60	0,54	47.735,26	0,80	11,03
	3.492,50	0,44	43.904,82	0,74	12,57
	10.094,30	1,26	27.038,49	0,45	2,68
	12.721,24	1,58	116.808,31	1,96	9,18
	9.342,11	1,16	92.246,82	1,55	9,87
	4.772,64	0,59	63.353,28	1,06	13,27
	2.037,71	0,25	18.498,59	0,31	9,08
	7.542,03	0,94	91.153,51	1,53	12,09
	7.936,97	0,99	79.740,47	1,34	10,05
	2.495,56	0,31	14.805,12	0,25	5,93
	6.307,91	0,79	86.888,86	1,46	13,77
	6.589,61	0,82	97.582,24	1,64	14,81
	9.231,87	1,15	85.717,62	1,44	9,28
	13.821,98	1,72	157.080,71	2,64	11,36
	5.435,72	0,68	52.321,29	0,88	9,63
	8.184,35	1,02	49.545,38	0,83	6,05
	25.973,50	3,24	60.275,98	1,01	2,32
	8.138,20	1,01	21.905,27	0,37	2,69
	4.165,59	0,52	4.962,27	0,08	1,19
	6.420,28	0,80	7.945,82	0,13	1,24
	8.277,08	1,03	49.447,55	0,83	5,97
	3.191,47	0,40	14.574,00	0,24	4,57
	2.980,24	0,37	14.411,55	0,24	4,84
	10.206,92	1,27	48.091,45	0,81	4,71

sigue,



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

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
3127	RÍO MANZANARES	CULEBRO	JARAMA	
3128	RÍO JARAMA	MANZANARES	TAJUÑA	
3143	RÍO TAJUÑA	MONTOBA	TORREJON	
3145	RÍO TAJUÑA	TORREJON	VAL	
3146	ARROYO VAL			
3147	RÍO TAJUÑA	VAL	JARAMA	
3148	RÍO JARAMA	TAJUÑA	TAJO	
3149	RÍO TAJO	JARAMA	GUALEN	
3150	RÍO GUALEN			
3151	RÍO TAJO	GUALEN	MARTÍN ROMÁN	
3156	ARROYO MARTIN ROMAN	TESTILLOS	TAJO	
3157	RÍO TAJO	MARTÍN ROMÁN	ALGODOR	
3158	RÍO ALGODOR			
3166	RÍO GUADARRAMA	ORIGEN	AULENCIA	
3167	RÍO AULENCIA			
3168	RÍO GUADARRAMA	AULENCIA	VEGA	
3169	ARROYO VEGA			
3170	RÍO GUADARRAMA	VEGA	COMBOS	
3171	RÍO COMBOS			
3172	RÍO GUADARRAMA	COMBOS	VALLEHERMOSO	
3211	ARROYO MANZANO			
3212	RÍO ALBERCHE	MANZANO	COFIO	
3213	RÍO COFIO	ORIGEN	ACEÑA	
3214	RAMBLA ACEÑA			
3215	RÍO COFIO	ACEÑA	SOTILLO	
3219	RÍO COFIO	SOTILLO	ALBERCHE	
3220	RÍO ALBERCHE	COFIO	PERALES	
3221	RÍO PERALES	ORIGEN	YUNTAS	
3222	ARROYO YUNTAS			
3223	RÍO PERALES	YUNTAS	GRANDE	
3224	ARROYO GRANDE			
3225	RÍO PERALES	GRANDE	ALBERCHE	
3226	RÍO ALBERCHE	PERALES	VEGA	
3229	ARROYO PARRA			
3230	RÍO ALBERCHE	PARRA	PRADA	
3232	RÍO ALBERCHE	PRADA	MARIGARCIA	
3262	RÍO TIÉTAR	ORIGEN	ESCORIAL	
TOTAL				



	Superficie erosionable en Madrid		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
	5.984,87	0,75	57.294,68	0,96	9,57
	19.556,73	2,44	123.657,91	2,07	6,32
	1.792,27	0,22	17.943,86	0,30	10,01
	2.363,31	0,29	43.410,06	0,73	18,37
	8.155,27	1,02	86.830,09	1,46	10,65
	50.873,96	6,33	766.420,20	12,86	15,07
	4.382,32	0,55	23.713,12	0,40	5,41
	8.593,74	1,07	40.503,47	0,68	4,71
	10.959,30	1,37	44.130,62	0,74	4,03
	69,97	0,01	171,91	0,00	2,46
	1.282,64	0,16	5.075,68	0,09	3,96
	1.888,38	0,24	7.346,07	0,12	3,89
	96,86	0,01	154,26	0,00	1,59
	35.708,31	4,45	249.678,14	4,19	6,99
	13.652,77	1,70	39.620,80	0,66	2,90
	5.498,13	0,68	33.282,71	0,56	6,05
	4.628,19	0,58	30.145,47	0,51	6,51
	9.223,55	1,15	86.255,71	1,45	9,35
	6.422,90	0,80	75.500,10	1,27	11,75
	8.071,23	1,01	66.498,06	1,12	8,24
	5.696,41	0,71	144.965,04	2,43	25,45
	2.562,47	0,32	29.924,90	0,50	11,68
	2.748,81	0,34	17.328,45	0,29	6,30
	3.506,26	0,44	69.556,39	1,17	19,84
	10.143,45	1,26	60.994,20	1,02	6,01
	2.159,02	0,27	12.825,36	0,22	5,94
	12.441,29	1,55	108.267,18	1,82	8,70
	25.565,11	3,18	121.852,03	2,04	4,77
	8.598,68	1,07	25.151,80	0,42	2,93
	4.930,72	0,61	15.184,48	0,25	3,08
	10.618,44	1,32	139.345,44	2,34	13,12
	238,06	0,03	439,16	0,01	1,84
	11.880,13	1,48	83.406,25	1,40	7,02
	5.630,13	0,70	184.200,89	3,09	32,72
	2.286,52	0,28	50.257,74	0,84	21,98
	687,59	0,09	1.590,07	0,03	2,31
	2.849,05	0,35	40.859,26	0,69	14,34
	703.493,23	87,63	5.960.219,49	100,00	8,47



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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	27.573,39	3,43	190.068,22	3,19	6,89
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	14.694,44	1,83	18.953,14	0,32	1,29
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. sin especificar	2.847,59	0,35	9.668,70	0,16	3,40
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	3.836,56	0,48	13.395,54	0,22	3,49
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	8.373,81	1,04	69.497,43	1,17	8,30
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	37.385,74	4,66	288.024,88	4,83	7,70
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	16.520,00	2,06	177.789,33	2,98	10,76
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	6.582,32	0,82	43.833,07	0,74	6,66
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	585.127,56	72,89	5.144.067,47	86,31	8,79
Montes privados de sociedades vecinales consorciados o conveniados	551,82	0,07	4.921,71	0,08	8,92
TOTAL	703.493,23	87,63	5.960.219,49	100,00	8,47



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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )
	ha	%	t·año <sup>-1</sup>	%	
Parque Natural	668,65	0,08	4.214,83	0,07	6,30
Parque Regional	94.065,61	11,72	478.338,55	8,03	5,09
Reserva Natural	504,14	0,06	4.098,99	0,07	8,13
Monumento Natural de Interés Nacional	9,82	0,00	80,23	0,00	8,17
Paraje Pintoresco	1.503,76	0,19	16.630,14	0,28	11,06
Refugio de Fauna	27,08	0,00	183,99	0,00	6,79
Sitio Natural de Interés Nacional	248,50	0,03	2.437,19	0,04	9,81
Sin protección	606.465,67	75,55	5.454.235,57	91,51	8,99
TOTAL	703.493,23	87,63	5.960.219,49	100,00	8,47



## 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:

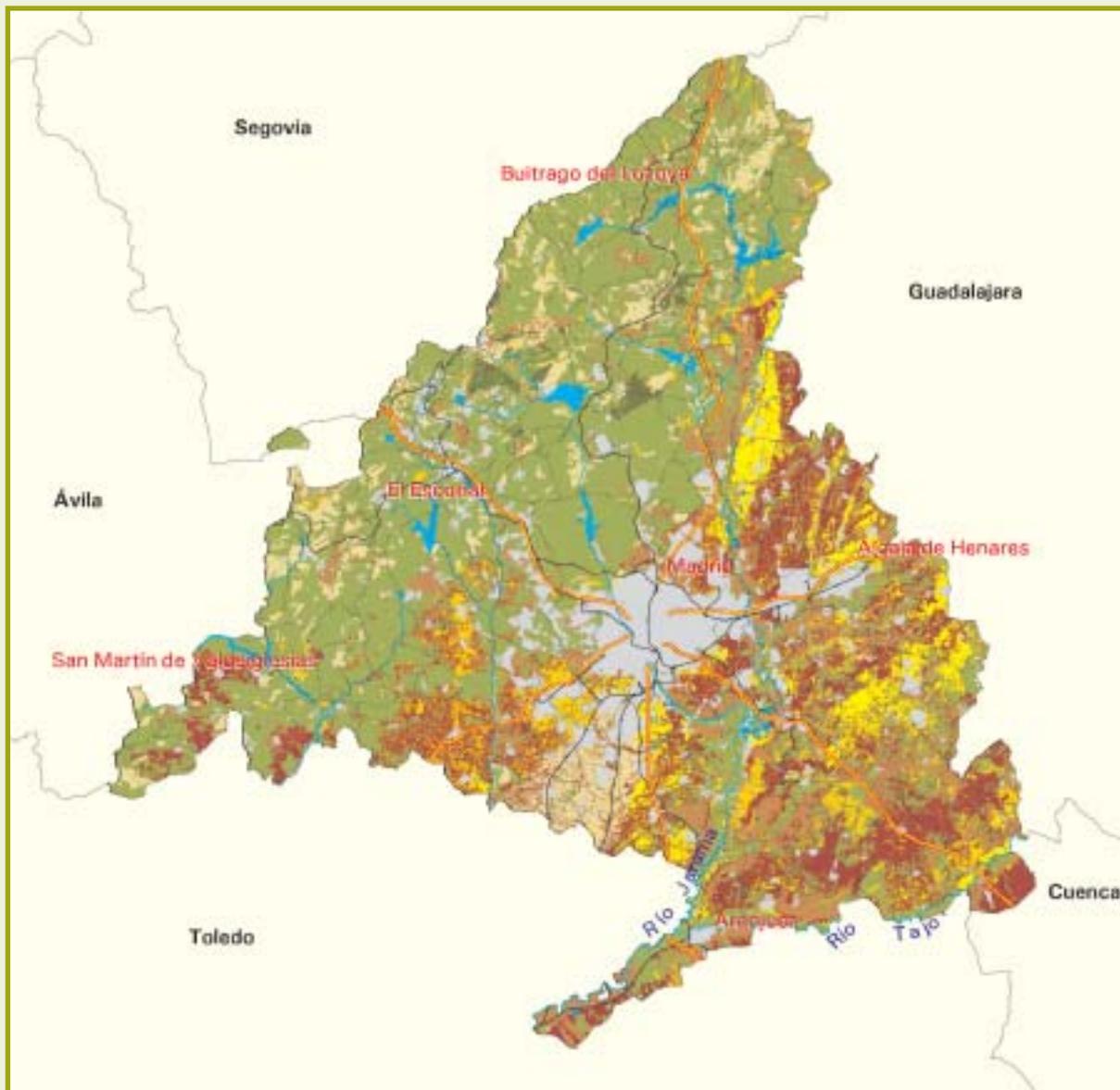
Mapa 3.5.1 cualificación de la erosión según fragilidad del suelo.

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	7.579,95	0,94
Ligera	360.785,39	44,95
Baja	54.803,50	6,83
Moderada-baja	43.059,75	5,36
Moderada-alta	29.360,22	3,66
Alta	94.039,56	11,71
Muy alta	113.864,86	14,18
SUPERFICIE EROSIONABLE	703.493,23	87,63
Láminas de agua superficiales y humedales	7.024,33	0,88
Superficies artificiales	92.251,81	11,49
TOTAL	802.769,37	100,00



## 3.6. comparaciones



El mapa 3.6.1 muestra los resultados obtenidos en Madrid por el Mapa de Estados Erosivos de las cuencas del Tajo (1.987) y del Duero (1.990).

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.

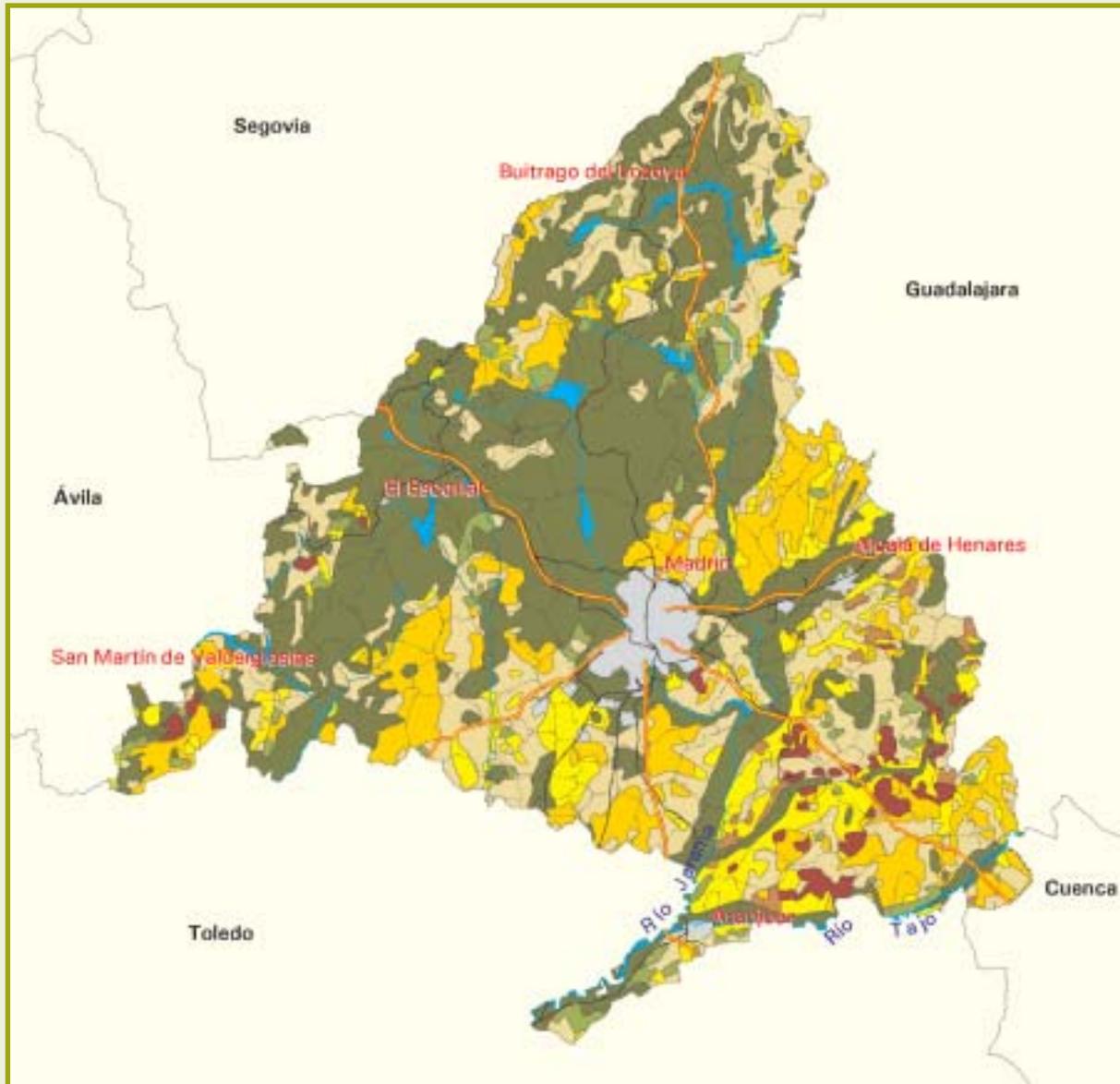
Dicho esto, llama la atención en primer lugar la disminución que se produce en el porcentaje de superficie con pérdidas de suelo por encima de 10 (o 12)  $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ , que pasa del 48,36% al 16,40%, si bien, según se expone en el apartado 3.5, teniendo en cuenta un nivel de tolerancia 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 26%, cifra similar a la que ofrece el Mapa de Estados Erosivos para pérdidas superiores a 25  $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$  (25,22%).

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.
- Disminución de la superficie cultivada, sobre todo en lo que respecta a cultivos leñosos y mejora en las prácticas de cultivo agrícola, con mayor preocupación por la conservación de la fertilidad y cubierta del suelo, posiblemente en parte gracias a las ayudas agroambientales que concede la Unión Europea.



## Mapa 3.6.1 mapa de estados erosivos



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

Pérdidas de suelo (t . ha <sup>-1</sup> . año <sup>-1</sup> )	
	0 - 5
	5 - 12
	12 - 25
	25 - 50
	50 - 100
	100 - 200
	> 200
	Láminas de agua superficiales y humedales
	Superficies artificiales

Fuente: Mapa de Estados Erosivos de las cuencas del Tago (1987) y del Duero (1990).



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

	Nivel erosivo (t·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )	Superficie	
		ha	%
1	0-5	362.067,66	45,09
2	5-12	27.433,25	3,42
3	12-25	185.722,80	23,14
4	25-50	66.552,18	8,29
5	50-100	112.285,66	13,99
6	100-200	7.366,76	0,92
7	>200	16.234,66	2,02
8	Agua	7.692,81	0,96
9	Núcleos urbanos	17.413,59	2,17
	TOTAL	802.769,37	100,00

Tabla 3.6.1 comparación de resultados  
Inventario Nacional de Erosión de Suelos

	Nivel erosivo (t·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )	Superficie	
		ha	%
1	0-5	480.705,63	59,88
2	5-10	91.127,18	11,35
3	10-25	76.577,84	9,54
4	25-50	29.825,06	3,72
5	50-100	18.006,39	2,24
6	100-200	5.787,65	0,72
7	>200	1.463,48	0,18
8	Láminas de agua superficiales y humedales	7.024,33	0,88
9	Superficies artificiales	92.251,81	11,49
	TOTAL	802.769,37	100,00



## 3.7 riesgo potencial de erosión laminar y en regueros

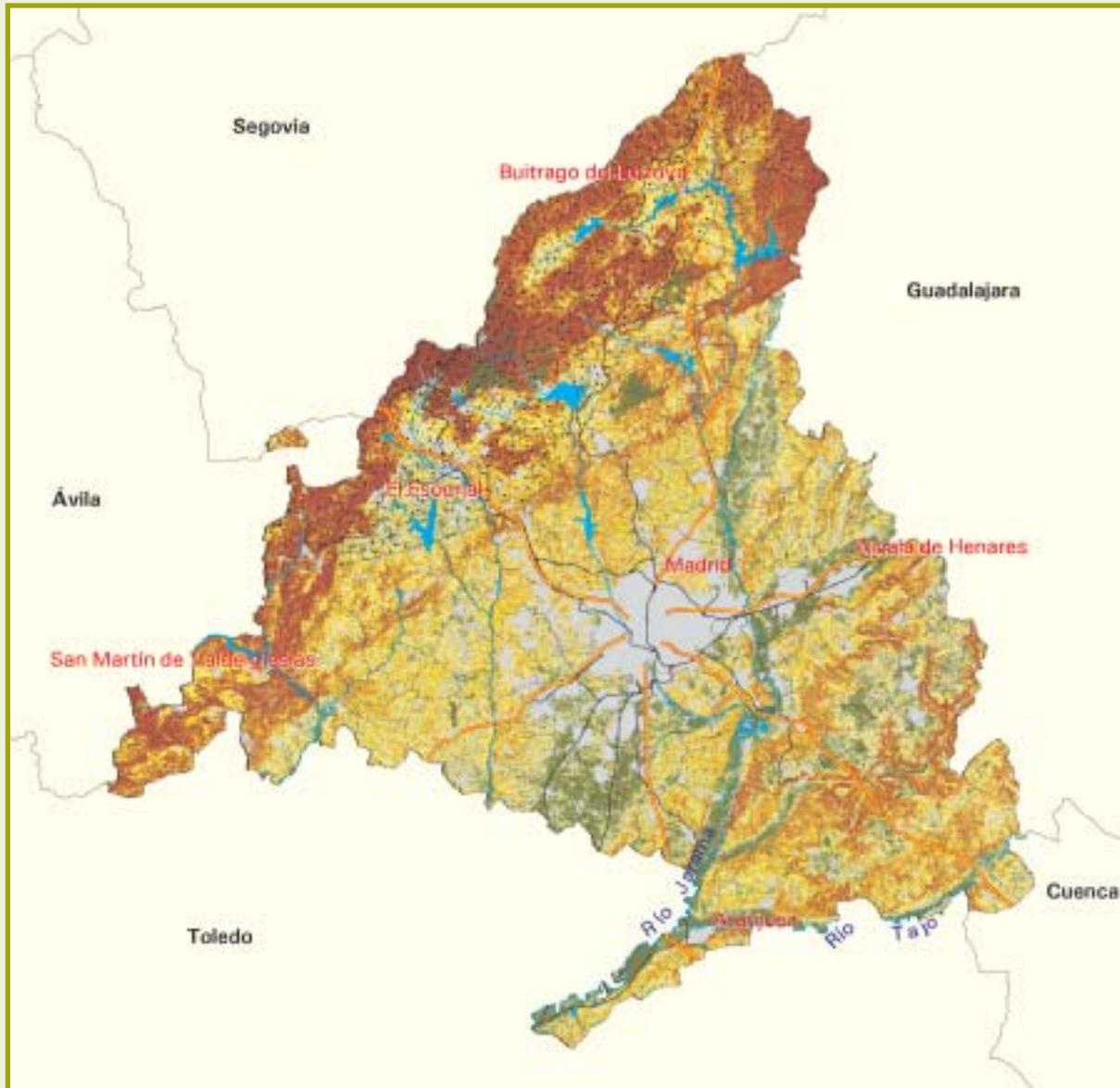


En el mapa 3.7.1 se representa la clasificación cualitativa de la superficie en función de la potencialidad a presentar erosión laminar y en regueros, estimada según el procedimiento explicado en la Metodología.

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. <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	
	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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )	Capacidad climática de recuperación de la vegetación						Superficie geográfica	
	Baja		Media		Alta		ha	%
	ha	%	ha	%	ha	%		
0-5	63.827,01	7,95	5.082,79	0,63	1.801,03	0,22	70.710,83	8,81
5-10	72.511,36	9,03	8.474,43	1,06	4,31	0,00	80.990,10	10,09
10-25	112.009,70	13,95	18.849,75	2,35	72,66	0,01	130.932,11	16,31
25-50	75.187,39	9,37	16.291,28	2,03	197,72	0,02	91.676,39	11,42
50-100	67.691,76	8,43	19.847,94	2,47	389,01	0,05	87.928,71	10,95
100-200	69.069,20	8,60	23.375,51	2,91	978,24	0,12	93.422,95	11,64
>200	73.054,07	9,10	65.875,29	8,21	8.902,78	1,11	147.832,14	18,41
<b>SUPERFICIE EROSIONABLE</b>	<b>533.350,49</b>	<b>66,43</b>	<b>157.796,99</b>	<b>19,66</b>	<b>12.345,75</b>	<b>1,53</b>	<b>703.493,23</b>	<b>87,63</b>
Láminas de agua superficiales y humedales	4.232,00	0,53	2.698,41	0,34	93,92	0,01	7.024,33	0,88
Superficies artificiales	81.831,28	10,19	9.386,39	1,17	1.034,14	0,13	92.251,81	11,49
<b>TOTAL</b>	<b>619.413,77</b>	<b>77,15</b>	<b>169.881,79</b>	<b>21,17</b>	<b>13.473,81</b>	<b>1,67</b>	<b>802.769,37</b>	<b>100,00</b>





#### 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 9.141,55 ha, que suponen el



1,30% de la superficie erosionable de Madrid o, lo que es lo mismo, el 1,14% 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.

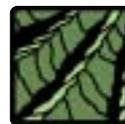
Tabla 4.3 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según términos municipales.

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.

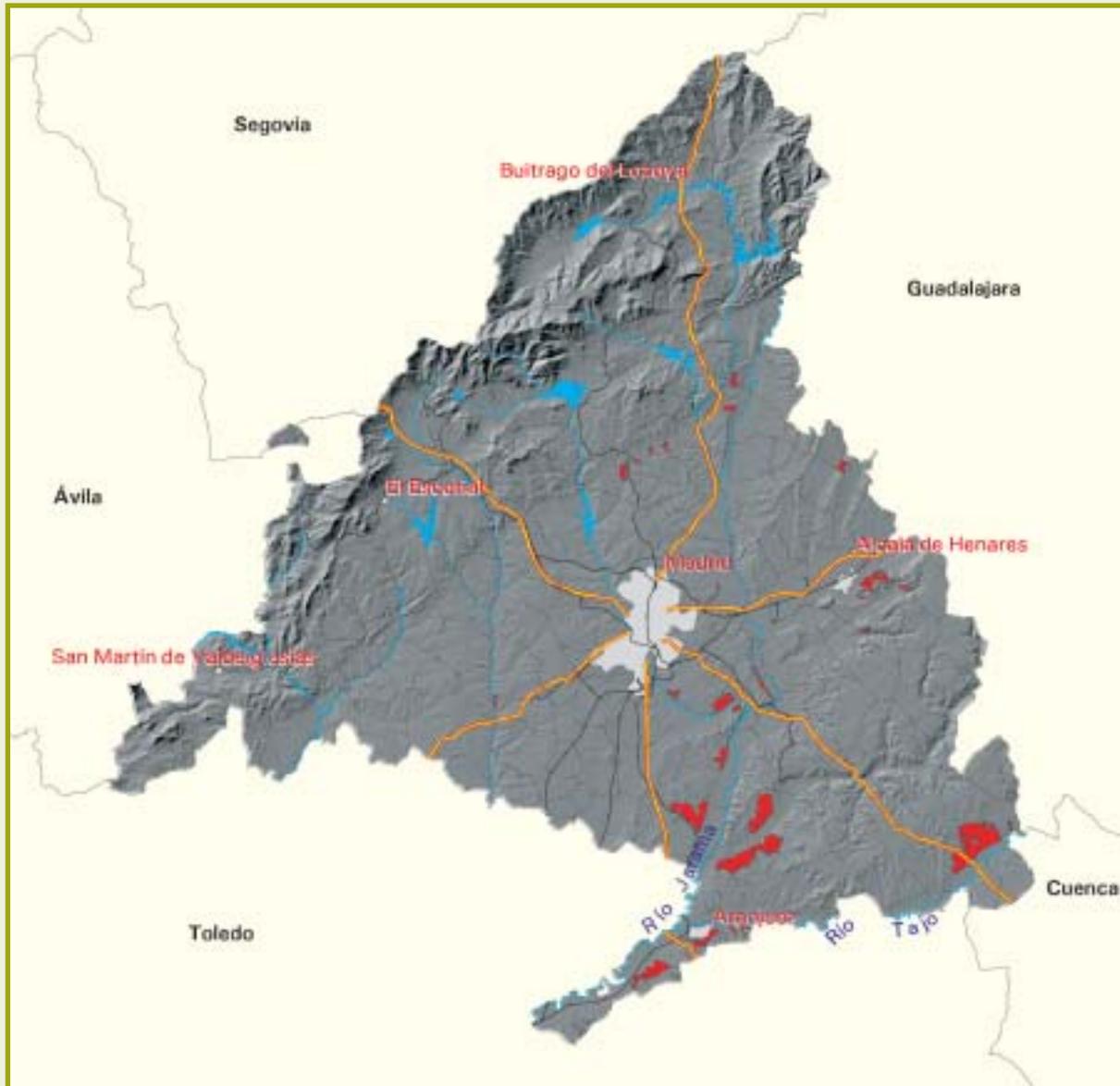
Tabla 4.6 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según régimen de protección.

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
	Límites 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 <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )		ha	%*
1	0-5	480.705,63	6.564,51	1,37
2	5-10	91.127,18	1.448,56	1,59
3	10-25	76.577,84	791,96	1,03
4	25-50	29.825,06	173,60	0,58
5	50-100	18.006,39	128,48	0,71
6	100-200	5.787,65	31,75	0,55
7	>200	1.463,48	2,69	0,18
SUPERFICIE EROSIONABLE		703.493,23	9.141,55	1,30

\* 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	265.322,77	1.384,17	0,52
Forestal desarbolado	148.580,33	6.643,02	4,47
Cultivos	289.590,13	1.114,36	0,38
<b>SUPERFICIE EROSIONABLE</b>	<b>703.493,23</b>	<b>9.141,55</b>	<b>1,30</b>

\* 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	%**
Alcalá de Henares	6.072,16	490,52	8,08
Anchuelo	2.127,39	78,54	3,69
Aranjuez	18.454,27	1.162,47	6,30
Chinchón	11.237,39	2.045,25	18,20
Ciempozuelos	4.517,34	11,03	0,24
Colmenar Viejo	20.189,89	303,39	1,50
El Molar	4.848,57	119,56	2,47
El Vellón	3.343,35	107,70	3,22
Estremera	7.791,02	845,20	10,85
Fuentidueña de Tajo	5.735,68	1.101,11	19,20
Getafe	5.256,91	1,46	0,03
Los Santos de la Humosa	3.410,21	0,76	0,02
Madrid	32.059,15	106,56	0,33
Móstoles	3.173,74	22,57	0,71
Rivas-Vaciamadrid	5.412,58	664,22	12,27
San Martín de la Vega	9.492,25	264,22	2,78
Torres de la Alameda	4.118,63	36,83	0,89
Valdaracete	6.409,52	375,72	5,86
Valdemoro	5.662,44	944,85	16,69
Valverde de Alcalá	1.340,23	14,77	1,10
Velilla de San Antonio	921,63	0,25	0,03
Villaconejos	3.222,71	358,99	11,14
Villalbilla	2.889,79	45,77	1,58
Villaviciosa de Odón	5.673,07	39,81	0,70

\* 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 Madrid (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
3063	3.511,76	81,99	2,33
3065	10.664,09	2.174,15	20,39
3067	31.324,43	447,57	1,43
3076	30.932,17	224,03	0,72
3077	31.847,38	29,25	0,09
3081	10.094,30	108,11	1,07
3107	9.342,11	485,00	5,19
3108	4.772,64	10,25	0,21
3110	7.542,03	119,48	1,58
3112	2.495,56	116,61	4,67
3113	6.307,91	50,87	0,81
3114	6.589,61	121,86	1,85
3116	13.821,98	68,62	0,50
3120	8.138,20	161,73	1,99
3123	8.277,08	22,62	0,27
3125	2.980,24	83,86	2,81
3127	5.984,87	469,81	7,85
3128	19.556,73	1.202,78	6,15
3147	50.873,96	2.370,13	4,66
3148	4.382,32	96,17	2,19
3149	8.593,74	635,17	7,39
3170	9.223,55	61,49	0,67

\* 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 no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	3.836,56	37,40	0,97
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	16.520,00	156,77	0,95
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	6.582,32	998,16	15,16
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	585.127,56	7.949,22	1,36

\* 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	94.065,61	1.651,35	1,76
Reserva Natural	504,14	120,42	23,89
Refugio de Fauna	27,08	7,81	28,84
Sin protección	606.465,67	7.361,97	1,21

\* 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.

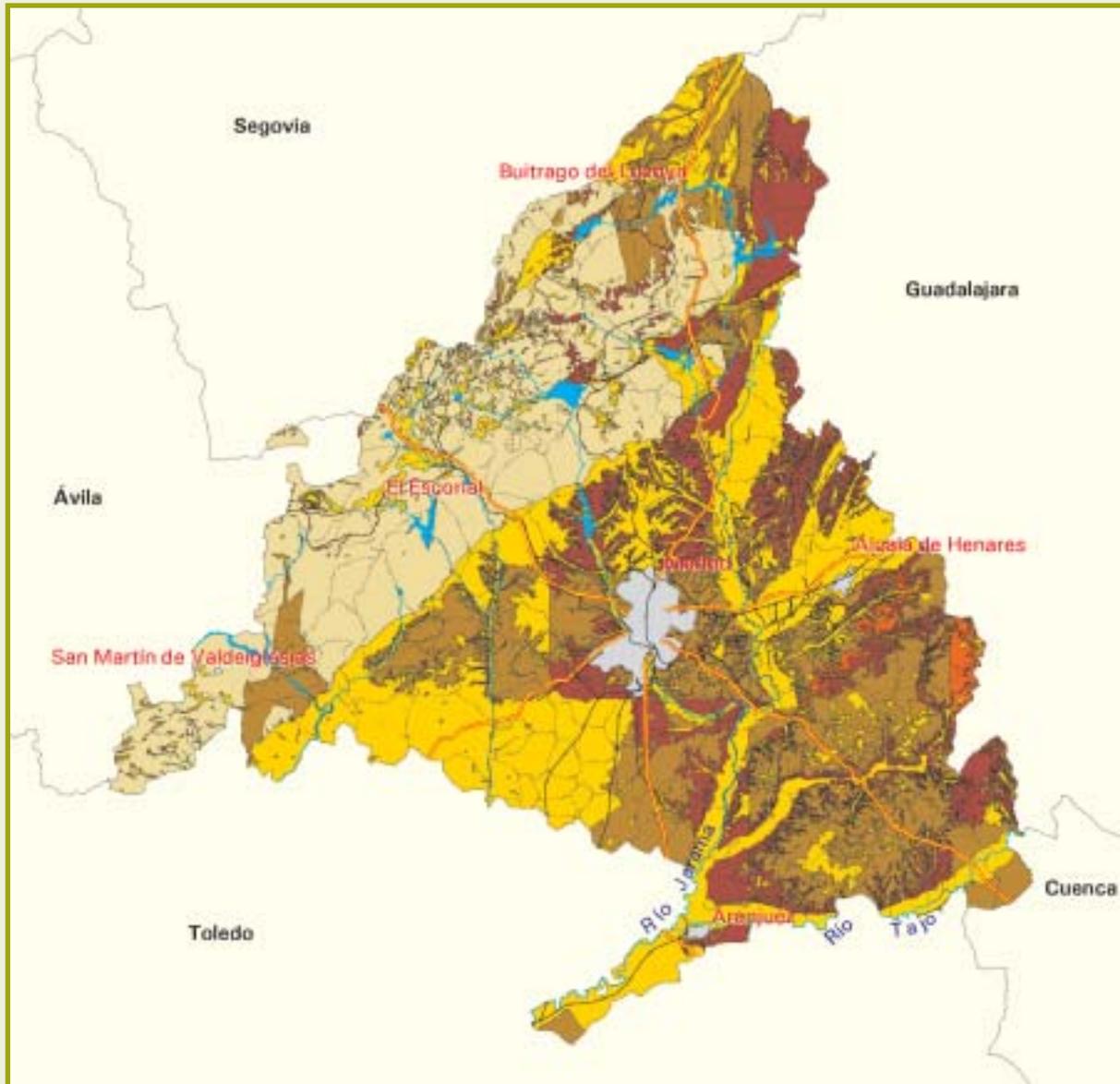
Tabla 5.10 superficies según régimen de protección y potencialidad.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa (Mapa nº3), a escala 1:250.000.





## Mapa 5.1 factor litología



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Lágrimas 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.

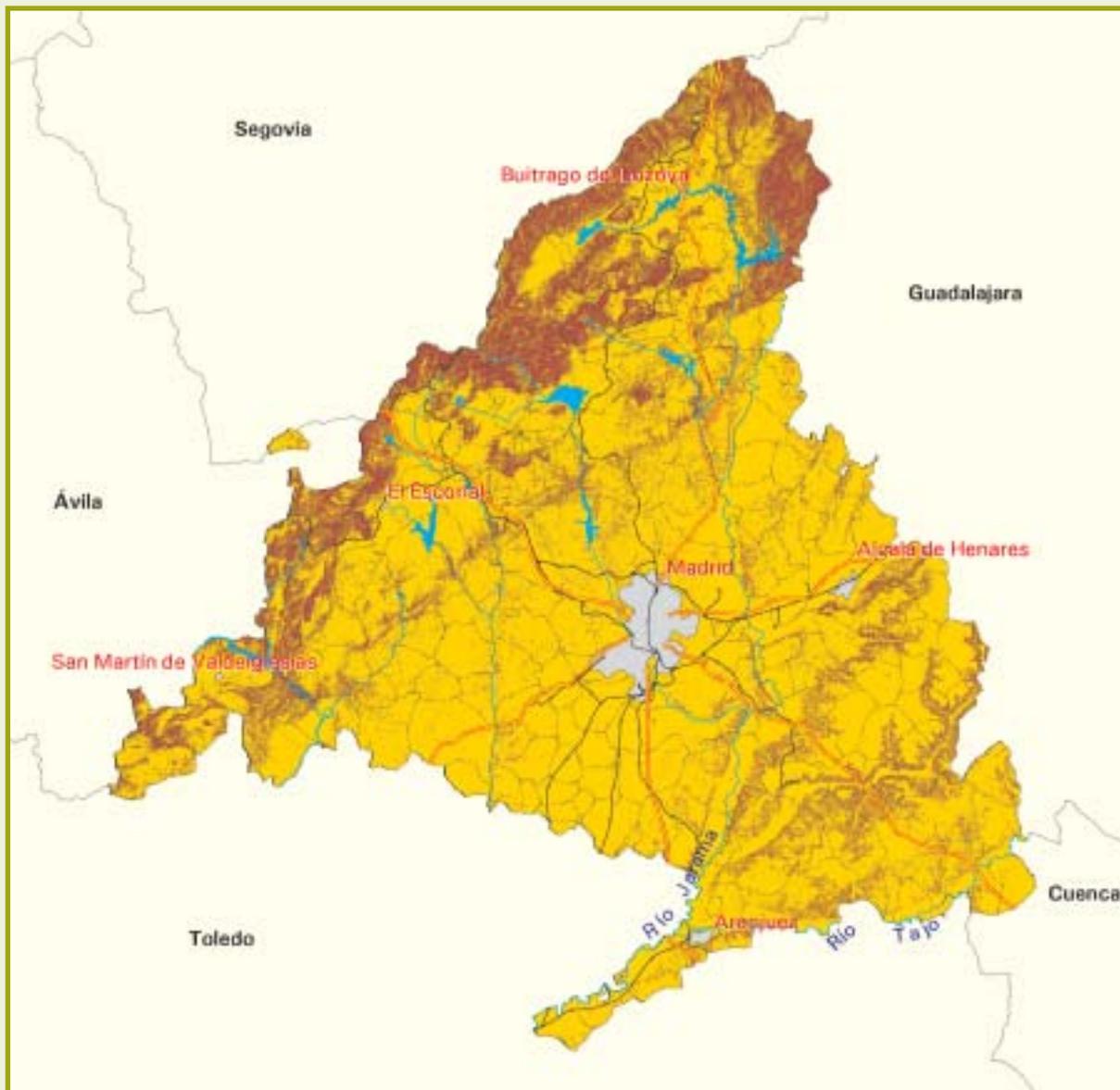


Tabla 5.1 superficies según el factor litología

Susceptibilidad litológica a los movimientos en masa	Superficie geográfica	
	ha	%
No favorable	4.877,32	0,61
Muy poco favorable	192.560,58	23,99
Poco favorable	275.221,77	34,28
Medianamente favorable	206.472,49	25,72
Favorable	114.216,68	14,23
Muy favorable	9.420,53	1,17
TOTAL	802.769,37	100,00



## Mapa 5.2 factor pendiente



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Líneas 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.

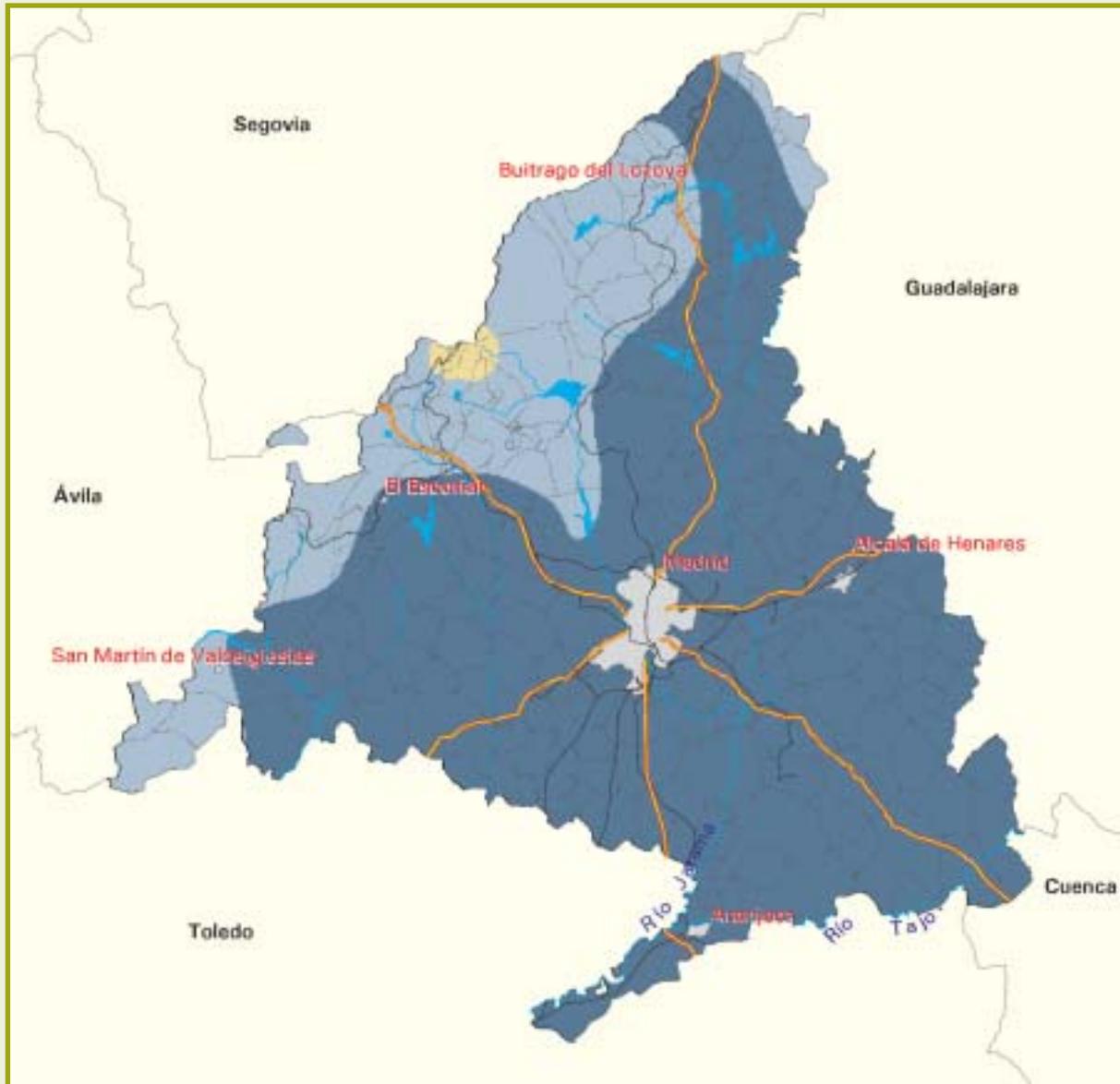


Tabla 5.2 superficies según el factor pendiente

Pendiente	Superficie geográfica	
	ha	%
Baja (0-15%)	588.128,35	73,26
Media (15-30)	141.692,12	17,65
Alta (30-100)	72.913,88	9,08
Muy alta o escarpes (> 100)	35,02	0,01
TOTAL	802.769,37	100,00



## Mapa 5.3 factor pluviometría



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Límites 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	623.618,00	77,68
P < 600 y T10 > 100 o 600 < P < 1200 y T10 < 100	174.045,00	21,68
P > 1200 o 600 < P < 1200 y T10 > 100	5.106,37	0,64
TOTAL	802.769,37	100,00



## Mapa 5.4 movimientos identificados



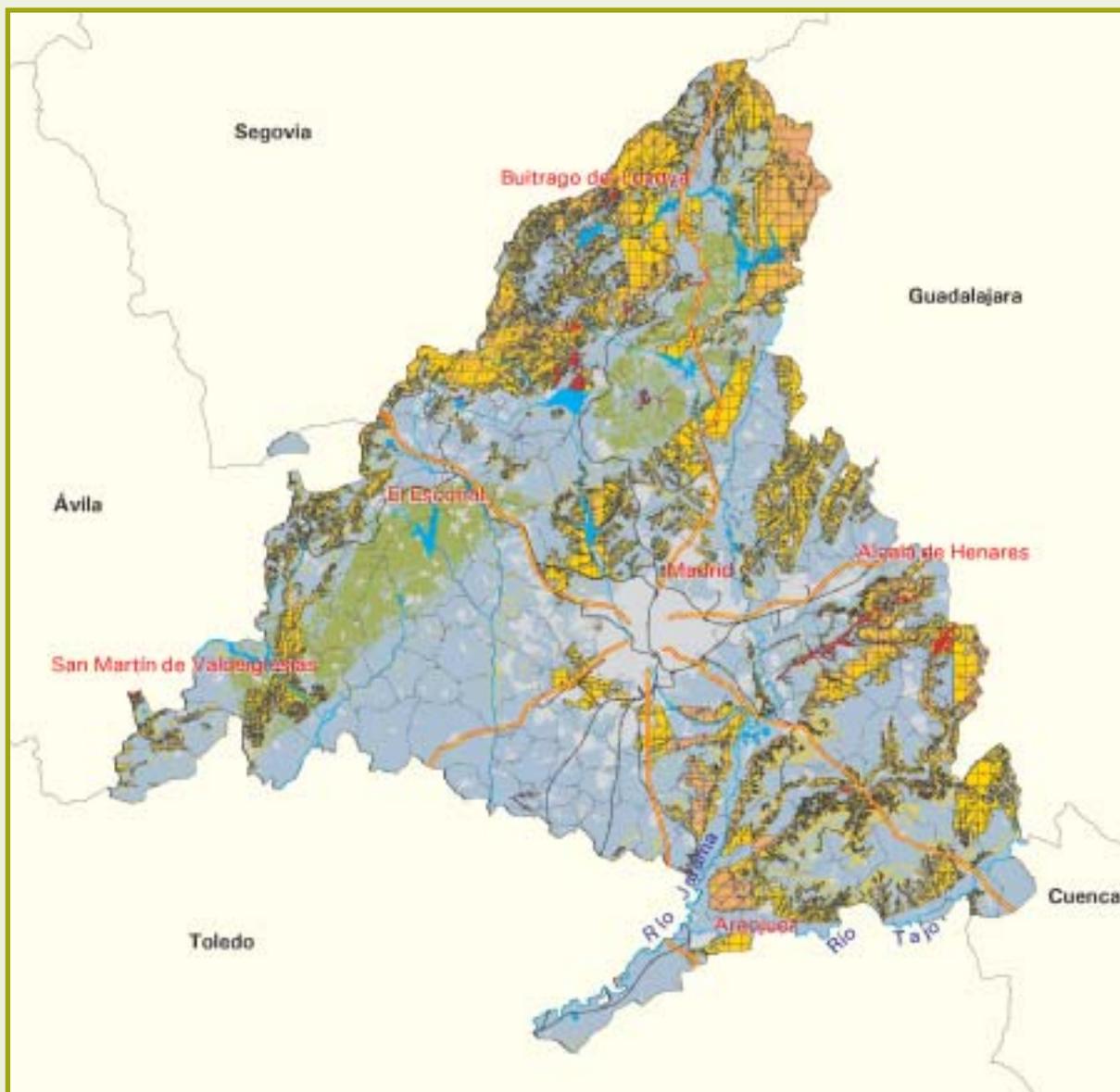
### Signos convencionales

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

▲ Movimientos activos identificados (Total:49)

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
Derrumbes en general y flujos	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	51.791,81	6,45	434.031,97	54,07
SUPERFICIE EROSIONABLE	51.791,81	6,45	434.031,97	54,07
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	%
	62.727,06	7,81	9.332,25	1,16	2.974,72	0,37	75.186,42	9,37
	346,99	0,04	119,70	0,01	60,23	0,01	527,97	0,07
	94.571,43	11,78	19.863,54	2,48	1.443,23	0,18	116.115,55	14,46
	11.344,54	1,41	3.825,07	0,48	0,69	0,00	15.201,50	1,89
	8.722,86	1,09	1.358,56	0,17	87,88	0,01	10.190,15	1,27
	602,33	0,08	256,16	0,03	32,21	0,00	892,52	0,11
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	485.379,12	60,46
	178.315,21	22,21	34.755,28	4,33	4.598,96	0,57	703.493,23	87,63
							7.024,33	0,88
							92.251,81	11,49
							802.769,37	100,00



Tabla 5.6 superficies según vegetación y potencialidad

Vegetación	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Forestal arbolado	36.603,17	4,56	139.075,07	17,32	
Forestal desarbolado	11.635,59	1,45	68.899,33	8,58	
Cultivos	3.553,05	0,44	226.057,57	28,17	
SUPERFICIE EROSIONABLE	51.791,81	6,45	434.031,97	54,07	
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	%
	74.179,54	9,23	14.265,80	1,78	1.199,19	0,15	265.322,77	33,05
	52.396,36	6,53	14.845,12	1,85	803,93	0,10	148.580,33	18,51
	51.739,31	6,45	5.644,36	0,70	2.595,84	0,32	289.590,13	36,07
	178.315,21	22,21	34.755,28	4,33	4.598,96	0,57	703.493,23	87,63
							7.024,33	0,88
							92.251,81	11,49
							802.769,37	100,00



Tabla 5.7 superficies según términos municipales y potencialidad

Término municipal	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
La Acebeda	1,13	0,05	1.481,39	67,28
Ajalvir	0,00	0,00	889,86	55,49
Alameda del Valle	0,00	0,00	1.154,10	46,66
El Álamo	0,00	0,00	2.050,40	100,00
Alcalá de Henares	35,21	0,58	4.689,27	77,23
Alcobendas	9,88	0,40	1.680,97	67,44
Alcorcón	0,00	0,00	1.243,86	57,41
Aldea del Fresno	55,85	1,14	4.280,50	87,06
Algete	32,71	1,04	2.173,49	68,86
Alpedrete	0,00	0,00	792,92	93,44
Ambite	0,00	0,00	550,75	21,75
Anchuelo	0,00	0,00	805,17	37,84
Aranjuez	0,00	0,00	15.279,84	82,81
Arganda del Rey	0,13	0,00	4.663,13	69,57
Arroyomolinos	0,00	0,00	1.901,86	99,67
El Atazar	23,95	0,88	198,32	7,25
Batres	0,00	0,00	1.962,22	97,63
Becerril de la Sierra	2,00	0,08	1.926,45	74,26
Belmonte de Tajo	0,00	0,00	2.013,88	86,28
Berzosa del Lozoya	13,01	0,94	323,47	23,34
El Berrueco	1.150,41	44,46	1.043,22	40,32
Boadilla del Monte	0,00	0,00	2.992,30	94,62
El Boalo	0,00	0,00	2.771,21	78,28
Braojos	4,69	0,19	697,22	28,12
Brea de Tajo	0,00	0,00	1.004,31	23,19
Brunete	0,00	0,00	4.562,19	97,53
Buitrago del Lozoya	18,89	0,81	1.551,50	66,59
Bustarviejo	147,23	2,63	2.592,52	46,31
Cabanillas de la Sierra	813,68	61,83	309,08	23,49
La Cabrera	1.223,34	59,92	578,39	28,33
Cadalso de los Vidrios	0,00	0,00	3.725,37	81,55
Camarma de Esteruelas	0,00	0,00	2.477,95	74,94
Campo Real	0,00	0,00	4.387,63	72,87
Canencia	0,00	0,00	2.572,82	49,17
Carabaña	0,00	0,00	2.681,03	57,08
Casarrubuelos	0,00	0,00	503,53	100,00
Cenicientos	0,00	0,00	5.628,73	84,51
Cercedilla	0,50	0,02	1.046,15	32,88
Cervera de Buitrago	158,23	19,26	296,15	36,04
Ciempozuelos	19,51	0,43	4.113,57	91,07



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	719,43	32,67	0,00	0,00	0,00	0,00	2.201,95
	712,86	44,45	0,94	0,06	0,00	0,00	1.603,66
	1.258,11	50,86	61,23	2,48	0,00	0,00	2.473,44
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.050,40
	971,17	15,99	376,51	6,20	0,00	0,00	6.072,16
	796,98	31,97	4,69	0,19	0,00	0,00	2.492,52
	922,69	42,59	0,00	0,00	0,00	0,00	2.166,55
	580,21	11,80	0,00	0,00	0,00	0,00	4.916,56
	940,46	29,79	9,88	0,31	0,00	0,00	3.156,54
	49,47	5,83	6,19	0,73	0,00	0,00	848,58
	1.118,20	44,15	781,35	30,85	82,31	3,25	2.532,61
	671,59	31,57	484,33	22,77	166,30	7,82	2.127,39
	1.737,38	9,41	1.432,61	7,76	4,44	0,02	18.454,27
	1.833,44	27,35	206,33	3,08	0,00	0,00	6.703,03
	6,32	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1.908,18
	1.165,99	42,68	1.343,80	49,19	0,00	0,00	2.732,06
	6,57	0,33	0,00	0,00	40,90	2,04	2.009,69
	592,84	22,85	72,86	2,81	0,00	0,00	2.594,15
	320,34	13,72	0,00	0,00	0,00	0,00	2.334,22
	756,83	54,61	292,64	21,11	0,00	0,00	1.385,95
	291,26	11,26	102,51	3,96	0,00	0,00	2.587,40
	170,18	5,38	0,00	0,00	0,00	0,00	3.162,48
	717,74	20,28	49,85	1,41	1,19	0,03	3.539,99
	1.627,18	65,63	150,23	6,06	0,00	0,00	2.479,32
	3.282,62	75,79	44,16	1,02	0,00	0,00	4.331,09
	115,33	2,47	0,00	0,00	0,00	0,00	4.677,52
	746,64	32,05	12,88	0,55	0,00	0,00	2.329,91
	2.152,35	38,45	630,12	11,26	75,43	1,35	5.597,65
	159,80	12,14	33,40	2,54	0,00	0,00	1.315,96
	176,06	8,62	0,19	0,01	63,73	3,12	2.041,71
	835,32	18,29	7,25	0,16	0,00	0,00	4.567,94
	818,81	24,76	9,94	0,30	0,00	0,00	3.306,70
	1.304,89	21,67	327,29	5,44	1,19	0,02	6.021,00
	2.415,28	46,17	243,73	4,66	0,00	0,00	5.231,83
	1.872,03	39,85	144,16	3,07	0,00	0,00	4.697,22
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	503,53
	1.022,64	15,35	9,26	0,14	0,00	0,00	6.660,63
	1.883,98	59,23	248,48	7,81	1,88	0,06	3.180,99
	309,90	37,71	57,41	6,99	0,00	0,00	821,69
	327,85	7,26	35,90	0,79	20,51	0,45	4.517,34

sigue,



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

Término municipal	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Cobeña	0,00	0,00	1.097,69	56,44
Colmenar del Arroyo	3.022,38	60,77	1.924,19	38,70
Colmenar de Oreja	0,00	0,00	6.819,12	63,25
Colmenarejo	2.034,39	72,57	753,15	26,87
Colmenar Viejo	4.152,59	20,57	11.968,82	59,28
Collado Mediano	0,00	0,00	1.560,00	80,33
Collado Villalba	9,44	0,54	1.606,29	91,74
Corpa	0,00	0,00	1.098,37	42,66
Coslada	2,25	1,78	123,33	97,52
Cubas de la Sagra	0,00	0,00	1.153,92	100,00
Chapinería	1.521,04	62,47	699,42	28,72
Chinchón	0,25	0,00	6.068,10	54,00
Daganzo de Arriba	0,00	0,00	2.042,40	48,66
El Escorial	4.207,57	68,51	1.932,76	31,47
Estremera	0,00	0,00	6.104,55	78,35
Fresnedillas de la Oliva	2.224,65	80,98	521,61	18,99
Fresno de Torote	0,00	0,00	1.300,58	44,18
Fuenlabrada	0,00	0,00	2.264,49	99,98
Fuente el Saz de Jarama	23,58	0,77	2.984,04	97,36
Fuentidueña de Tajo	1,06	0,02	4.424,91	77,14
Galapagar	3.550,24	64,89	1.817,69	33,22
Garganta de los Montes	6,19	0,17	732,32	19,67
Gargantilla del Lozoya	1,19	0,05	313,83	14,22
Gascones	0,00	0,00	558,94	28,43
Getafe	32,52	0,62	2.849,14	54,20
Griñón	0,00	0,00	1.461,01	99,79
Guadalix de la Sierra	2.232,53	37,84	2.792,48	47,33
Guadarrama	6,00	0,12	3.865,51	78,66
La Hiruela	0,00	0,00	26,14	1,52
Horcajo de la Sierra	0,00	0,00	1.125,90	55,66
Horcajuelo de la Sierra	1,75	0,07	614,23	25,29
Hoyo de Manzanares	630,68	15,20	3.125,65	75,31
Humanes de Madrid	0,00	0,00	1.621,55	100,00
Leganés	0,00	0,00	1.627,68	57,80
Loeches	0,00	0,00	2.589,08	60,96
Lozoya	0,00	0,00	2.319,15	43,19
Madarcos	1,00	0,12	539,12	63,97
Madrid	171,30	0,53	21.686,80	67,65
Majadahonda	0,00	0,00	2.641,24	88,40
Manzanares el Real	28,89	0,25	5.386,75	46,88



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	834,82	42,93	12,32	0,63	0,00	0,00	1.944,83
	26,52	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	4.973,09
	3.323,15	30,83	638,12	5,92	0,00	0,00	10.780,39
	15,76	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	2.803,30
	3.868,40	19,16	96,88	0,48	103,20	0,51	20.189,89
	275,94	14,21	105,70	5,44	0,44	0,02	1.942,08
	135,16	7,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1.750,89
	1.014,82	39,41	275,63	10,71	185,94	7,22	2.574,76
	0,88	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	126,46
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.153,92
	214,46	8,81	0,00	0,00	0,00	0,00	2.434,92
	3.832,13	34,10	1.331,22	11,85	5,69	0,05	11.237,39
	2.145,66	51,12	9,13	0,22	0,00	0,00	4.197,19
	1,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	6.141,83
	1.681,28	21,58	5,19	0,07	0,00	0,00	7.791,02
	0,81	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	2.747,07
	1.608,16	54,62	35,40	1,20	0,00	0,00	2.944,14
	0,44	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2.264,93
	57,16	1,86	0,38	0,01	0,00	0,00	3.065,16
	1.307,58	22,80	2,13	0,04	0,00	0,00	5.735,68
	103,51	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00	5.471,44
	2.585,96	69,45	398,96	10,71	0,00	0,00	3.723,43
	1.758,83	79,68	133,47	6,05	0,00	0,00	2.207,32
	1.098,38	55,87	308,65	15,70	0,00	0,00	1.965,97
	1.858,96	35,36	516,29	9,82	0,00	0,00	5.256,91
	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06	0,21	1.464,07
	725,43	12,30	47,41	0,80	101,82	1,73	5.899,67
	921,26	18,75	113,27	2,31	8,01	0,16	4.914,05
	221,59	12,92	1.467,26	85,56	0,00	0,00	1.714,99
	876,16	43,31	20,76	1,03	0,00	0,00	2.022,82
	1.647,32	67,82	165,55	6,82	0,00	0,00	2.428,85
	393,83	9,49	0,00	0,00	0,00	0,00	4.150,16
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.621,55
	1.188,56	42,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2.816,24
	843,39	19,86	387,77	9,13	426,98	10,05	4.247,22
	2.273,37	42,34	566,45	10,55	210,21	3,92	5.369,18
	274,50	32,58	28,02	3,33	0,00	0,00	842,64
	9.176,54	28,62	1.024,51	3,20	0,00	0,00	32.059,15
	346,74	11,60	0,00	0,00	0,00	0,00	2.987,98
	5.012,00	43,62	692,29	6,03	369,75	3,22	11.489,68

sigue,



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

Término municipal	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Meco	0,00	0,00	3.093,37	94,45
Mejorada del Campo	3,88	0,30	1.229,15	94,12
Miraflores de la Sierra	677,46	12,48	3.147,60	57,96
El Molar	95,07	1,96	2.089,12	43,09
Los Molinos	0,00	0,00	1.190,00	73,56
Montejo de la Sierra	0,00	0,00	728,56	23,11
Moraleja de Enmedio	0,00	0,00	2.983,23	99,99
Moralzarzal	137,72	3,54	3.202,88	82,45
Morata de Tajuña	0,00	0,00	3.076,67	74,33
Móstoles	0,00	0,00	3.165,98	99,76
Navacerrada	2,31	0,09	634,82	25,88
Navalafuente	663,77	63,73	193,44	18,58
Navalagamella	3.708,54	49,50	3.733,50	49,84
Navalcarnero	0,00	0,00	9.649,49	99,97
Navarredonda	0,00	0,00	550,07	20,31
Navas del Rey	782,79	15,83	1.748,76	35,37
Nuevo Baztán	0,00	0,00	1.045,84	77,98
Olmeda de las Fuentes	0,00	0,00	1.119,27	68,03
Orusco de Tajuña	0,00	0,00	1.026,39	51,31
Paracuellos de Jarama	41,03	1,05	2.987,67	76,31
Parla	0,00	0,00	1.903,24	100,00
Patones	13,82	0,42	448,56	13,55
Pedrezuela	733,88	28,99	1.567,08	61,90
Pelayos de la Presa	398,34	66,64	104,25	17,44
Perales de Tajuña	0,00	0,00	2.601,66	54,15
Pezuela de las Torres	0,00	0,00	701,23	17,14
Pinilla del Valle	0,00	0,00	1.260,73	50,54
Pinto	0,00	0,00	4.718,73	87,21
Piñuécar-Gandullas	4,00	0,23	1.500,98	87,43
Pozuelo de Alarcón	0,00	0,00	1.936,14	85,95
Pozuelo del Rey	0,00	0,00	2.468,82	80,25
Pradena del Rincón	0,00	0,00	928,95	41,64
Puebla de la Sierra	0,00	0,00	35,53	0,62
Quijorna	9,82	0,39	2.362,87	95,03
Rascafría	6,00	0,04	7.308,89	49,54
Redueña	141,78	11,27	620,61	49,31
Ribatejada	0,00	0,00	1.280,75	42,09
Rivas-Vaciamadrid	83,37	1,54	3.304,70	61,05
Robledo de la Jara	84,56	4,31	441,80	22,50
Robledo de Chavela	1.826,06	20,60	4.705,48	53,09



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	181,87	5,55	0,00	0,00	0,00	0,00	3.275,24
	72,11	5,52	0,00	0,00	0,75	0,06	1.305,89
	1.388,95	25,58	107,07	1,97	109,20	2,01	5.430,28
	2.607,22	53,77	57,16	1,18	0,00	0,00	4.848,57
	389,39	24,07	38,34	2,37	0,00	0,00	1.617,73
	1.430,29	45,35	994,81	31,54	0,00	0,00	3.153,66
	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2.983,42
	511,79	13,17	32,52	0,84	0,00	0,00	3.884,91
	999,62	24,15	62,98	1,52	0,00	0,00	4.139,27
	7,76	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	3.173,74
	1.358,56	55,39	396,52	16,17	60,60	2,47	2.452,81
	182,81	17,55	1,44	0,14	0,00	0,00	1.041,46
	49,72	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	7.491,76
	2,56	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	9.652,05
	1.951,59	72,04	125,02	4,62	82,18	3,03	2.708,86
	2.413,09	48,80	0,00	0,00	0,00	0,00	4.944,64
	183,50	13,68	95,38	7,11	16,51	1,23	1.341,23
	437,86	26,62	88,00	5,35	0,00	0,00	1.645,13
	887,42	44,36	86,62	4,33	0,00	0,00	2.000,43
	849,33	21,70	36,65	0,94	0,00	0,00	3.914,68
	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.903,30
	1.377,88	41,66	1.467,57	44,37	0,00	0,00	3.307,83
	214,46	8,47	6,19	0,24	10,19	0,40	2.531,80
	95,19	15,92	0,00	0,00	0,00	0,00	597,78
	1.899,30	39,54	211,71	4,41	91,06	1,90	4.803,73
	2.179,24	53,28	633,50	15,49	576,46	14,09	4.090,43
	1.084,56	43,48	149,23	5,98	0,00	0,00	2.494,52
	403,84	7,46	288,20	5,33	0,00	0,00	5.410,77
	208,64	12,15	3,31	0,19	0,00	0,00	1.716,93
	316,53	14,05	0,06	0,00	0,00	0,00	2.252,73
	593,91	19,30	13,88	0,45	0,00	0,00	3.076,61
	774,97	34,74	527,05	23,62	0,00	0,00	2.230,97
	1.141,41	19,88	4.562,25	79,47	1,56	0,03	5.740,75
	113,95	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	2.486,64
	5.982,41	40,55	1.388,83	9,41	68,48	0,46	14.754,61
	447,87	35,59	48,16	3,83	0,00	0,00	1.258,42
	1.751,32	57,57	10,26	0,34	0,00	0,00	3.042,33
	1.677,77	31,00	346,74	6,41	0,00	0,00	5.412,58
	1.072,67	54,62	364,75	18,57	0,00	0,00	1.963,78
	2.196,88	24,79	134,53	1,52	0,00	0,00	8.862,95

sigue,



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

Término municipal	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Robregordo	5,88	0,33	1.056,60	59,56
Las Rozas de Madrid	5,44	0,14	3.217,08	82,67
Rozas de Puerto Real	0,00	0,00	1.928,56	66,00
San Agustín de Guadalix	820,12	23,00	1.124,66	31,54
San Fernando de Henares	47,66	1,50	3.013,06	94,87
San Lorenzo de El Escorial	84,62	1,61	3.416,34	65,02
San Martín de la Vega	106,89	1,13	5.166,03	54,42
San Martín de Valdeiglesias	1.943,33	17,95	6.554,05	60,54
San Sebastián de los Reyes	43,34	1,05	2.940,70	70,93
Santa María de la Alameda	2,31	0,03	4.738,25	64,86
Santorcaz	0,00	0,00	1.637,18	64,66
Los Santos de la Humosa	0,00	0,00	2.283,19	66,96
La Serna del Monte	4,82	0,92	458,25	87,22
Serranillos del Valle	0,00	0,00	1.199,57	94,62
Sevilla la Nueva	0,00	0,00	2.291,07	98,06
Somosierra	0,06	0,00	513,86	25,54
Soto del Real	1.024,26	27,45	1.559,26	41,79
Talamanca de Jarama	0,25	0,01	2.837,51	75,53
Tielmes	0,00	0,00	1.234,54	46,92
Titulcia	0,25	0,03	525,67	57,94
Torrejón de Ardoz	1,00	0,12	812,43	99,85
Torrejón de la Calzada	0,00	0,00	745,32	100,00
Torrejón de Velasco	0,00	0,00	4.893,73	96,31
Torrelaguna	26,08	0,62	2.778,16	65,76
Torrelodones	894,49	52,53	793,67	46,62
Torremocha de Jarama	0,00	0,00	1.179,81	66,28
Torres de la Alameda	0,00	0,00	2.152,04	52,25
Valdaracete	15,89	0,25	3.518,72	54,89
Valdeavero	0,00	0,00	697,73	39,26
Valdelaguna	0,69	0,02	2.297,50	55,23
Valdemanco	138,03	8,50	980,61	60,41
Valdemaqueda	72,05	1,40	3.317,96	64,66
Valdemorillo	5.757,07	70,59	2.361,81	28,96
Valdemoro	0,00	0,00	4.095,67	72,33
Valdeolmos	0,00	0,00	861,84	34,50
Valdepiélagos	0,00	0,00	579,34	33,76
Valdetorres de Jarama	0,81	0,03	2.942,27	98,17
Valdilecha	0,88	0,02	3.269,05	80,16
Valverde de Alcalá	0,00	0,00	320,03	23,88
Velilla de San Antonio	12,07	1,31	803,17	87,14



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	711,55	40,11	0,00	0,00	0,00	0,00	1.774,03
	669,02	17,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3.891,54
	889,86	30,45	8,32	0,28	95,57	3,27	2.922,31
	1.570,51	44,04	45,59	1,28	5,13	0,14	3.566,01
	115,02	3,62	0,25	0,01	0,00	0,00	3.175,99
	1.753,76	33,37	0,00	0,00	0,00	0,00	5.254,72
	2.817,74	29,68	1.384,64	14,59	16,95	0,18	9.492,25
	2.328,41	21,51	0,13	0,00	0,00	0,00	10.825,92
	1.156,98	27,90	5,13	0,12	0,00	0,00	4.146,15
	2.559,63	35,03	6,07	0,08	0,00	0,00	7.306,26
	610,36	24,11	220,09	8,69	64,29	2,54	2.531,92
	831,57	24,38	295,45	8,66	0,00	0,00	3.410,21
	62,29	11,86	0,00	0,00	0,00	0,00	525,36
	3,50	0,28	0,00	0,00	64,61	5,10	1.267,68
	45,41	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	2.336,48
	1.268,99	63,08	228,91	11,38	0,00	0,00	2.011,82
	584,40	15,66	39,71	1,06	523,80	14,04	3.731,43
	912,69	24,30	6,19	0,16	0,00	0,00	3.756,64
	1.200,07	45,62	196,13	7,46	0,00	0,00	2.630,74
	344,36	37,96	36,71	4,05	0,19	0,02	907,18
	0,25	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	813,68
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	745,32
	187,63	3,69	0,00	0,00	0,00	0,00	5.081,36
	1.338,85	31,70	80,93	1,92	0,00	0,00	4.224,02
	14,51	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1.702,67
	514,29	28,89	85,93	4,83	0,00	0,00	1.780,03
	1.052,72	25,56	530,86	12,89	383,01	9,30	4.118,63
	2.837,82	44,28	37,09	0,58	0,00	0,00	6.409,52
	1.058,16	59,54	21,26	1,20	0,00	0,00	1.777,15
	1.808,24	43,47	53,04	1,28	0,00	0,00	4.159,47
	296,83	18,29	207,77	12,80	0,00	0,00	1.623,24
	1.668,96	32,53	72,30	1,41	0,00	0,00	5.131,27
	36,96	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	8.155,84
	818,44	14,45	748,33	13,22	0,00	0,00	5.662,44
	1.631,43	65,32	4,44	0,18	0,00	0,00	2.497,71
	1.116,51	65,06	20,20	1,18	0,00	0,00	1.716,05
	53,91	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2.996,99
	755,52	18,53	52,41	1,29	0,00	0,00	4.077,86
	601,79	44,90	349,74	26,10	68,67	5,12	1.340,23
	14,45	1,57	0,00	0,00	91,94	9,98	921,63

sigue,



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

Término municipal	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
El Vellón	680,15	20,34	1.259,80	37,69
Venturada	28,77	3,67	255,54	32,61
Villaconejos	0,00	0,00	1.628,93	50,55
Villa del Prado	531,05	7,09	5.677,90	75,82
Villalbilla	0,00	0,00	711,74	24,64
Villamanrique de Tajo	0,00	0,00	2.252,04	78,22
Villamanta	0,00	0,00	6.210,00	99,92
Villamantilla	0,00	0,00	2.265,49	95,79
Villanueva de la Cañada	0,00	0,00	2.770,53	97,31
Villanueva del Pardillo	0,00	0,00	2.293,07	97,71
Villanueva de Perales	0,00	0,00	2.948,39	96,65
Villar del Olmo	0,00	0,00	1.550,44	67,61
Villarejo de Salvanés	110,89	0,96	8.190,29	70,67
Villaviciosa de Odón	0,00	0,00	5.357,29	94,43
Villavieja del Lozoya	0,00	0,00	307,96	13,15
Zarzalejo	294,08	14,71	1.252,29	62,65
Jurisdicción Mancomunada de El Boalo y Manzanares el Real (El Chaparral)	0,00	0,00	64,29	100,00
Jurisdicción Mancomunada de Cercedilla y Navacerrada	0,00	0,00	12,51	2,51
Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias	1.513,10	30,69	2.384,64	48,36
Puentes Viejas	639,44	11,55	3.007,06	54,30
<b>TOTAL</b>	<b>51.791,81</b>	<b>7,36</b>	<b>434.031,97</b>	<b>61,70</b>

Nota: Los porcentajes están referidos a cada término municipal.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	1.378,88	41,24	24,52	0,73	0,00	0,00	3.343,35
	473,14	60,37	26,27	3,35	0,00	0,00	783,72
	1.275,56	39,58	318,22	9,87	0,00	0,00	3.222,71
	1.279,81	17,09	0,00	0,00	0,00	0,00	7.488,76
	1.142,16	39,52	641,06	22,18	394,83	13,66	2.889,79
	614,17	21,33	13,01	0,45	0,00	0,00	2.879,22
	5,07	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	6.215,07
	99,57	4,21	0,00	0,00	0,00	0,00	2.365,06
	76,55	2,69	0,00	0,00	0,00	0,00	2.847,08
	53,85	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	2.346,92
	102,20	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00	3.050,59
	547,44	23,87	195,32	8,52	0,00	0,00	2.293,20
	3.245,29	28,00	43,09	0,37	0,00	0,00	11.589,56
	315,78	5,57	0,00	0,00	0,00	0,00	5.673,07
	1.792,29	76,52	241,92	10,33	0,00	0,00	2.342,17
	452,50	22,64	0,00	0,00	0,00	0,00	1.998,87
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,29
	322,72	64,73	163,30	32,76	0,00	0,00	498,53
	782,22	15,86	250,73	5,09	0,00	0,00	4.930,69
	1.632,43	29,48	258,61	4,67	0,00	0,00	5.537,54
	178.315,21	25,35	34.755,28	4,94	4.598,96	0,65	703.493,23



Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad

Unidades hidrológicas	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
2102	0,09	0,01	108,43	9,21
3060	0,04	0,00	641,24	26,93
3061	0,00	0,00	55,35	61,21
3063	0,02	0,00	1.940,44	55,26
3064	0,00	0,00	909,37	95,96
3065	10,24	0,10	7.977,50	74,80
3066	0,00	0,00	283,69	64,87
3067	117,65	0,38	19.926,62	63,61
3068	0,08	0,00	57,42	2,24
3071	47,31	0,10	19.806,08	40,84
3072	12,20	0,07	8.393,08	50,48
3073	3.142,11	20,21	7.351,12	47,29
3074	29,20	0,36	109,63	1,35
3075	8,39	0,31	242,33	9,01
3076	2.818,48	9,11	17.871,38	57,77
3077	7.023,90	22,05	14.298,23	44,90
3078	17,45	2,59	411,97	61,19
3079	0,03	0,00	2.140,19	49,45
3080	29,97	0,86	2.220,59	63,58
3081	993,45	9,84	6.677,18	66,16
3082	104,40	0,82	9.936,78	78,12
3107	16,99	0,18	7.007,87	75,02
3108	0,01	0,00	2.998,45	62,83
3109	4,74	0,23	1.643,52	80,66
3110	0,04	0,00	4.290,20	56,88
3111	40,16	0,51	5.276,79	66,48
3112	27,69	1,11	2.147,02	86,04
3113	0,07	0,00	2.552,39	40,46
3114	0,06	0,00	2.529,16	38,39
3115	0,00	0,00	6.338,60	68,66
3116	29,71	0,21	9.593,98	69,42
3117	0,09	0,00	1.475,72	27,15
3118	4,65	0,06	5.245,60	64,09
3119	1.523,49	5,87	17.976,63	69,20
3120	1.892,37	23,25	4.124,66	50,68
3121	13,92	0,33	1.876,32	45,05
3122	702,02	10,93	4.115,78	64,11
3123	18,55	0,22	6.551,98	79,17
3124	0,05	0,00	947,72	29,70
3125	32,53	1,09	1.890,78	63,44



	Potencialidad						Superficie erosionable en Madrid (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	877,04	74,56	190,78	16,22	0,00	0,00	1.176,34
	1.699,75	71,39	39,97	1,68	0,00	0,00	2.381,00
	35,07	38,79	0,00	0,00	0,00	0,00	90,42
	1.565,60	44,58	5,70	0,16	0,00	0,00	3.511,76
	38,29	4,04	0,00	0,00	0,00	0,00	947,66
	2.666,11	25,00	10,24	0,10	0,00	0,00	10.664,09
	153,65	35,13	0,00	0,00	0,00	0,00	437,34
	9.374,65	29,93	1.905,51	6,08	0,00	0,00	31.324,43
	644,91	25,03	1.873,82	72,73	0,00	0,00	2.576,23
	24.483,42	50,49	3.797,28	7,83	360,75	0,74	48.494,84
	6.866,28	41,29	1.356,26	8,16	0,00	0,00	16.627,82
	4.152,50	26,71	900,74	5,79	0,00	0,00	15.546,47
	2.311,27	28,40	5.685,66	69,87	1,56	0,02	8.137,32
	1.030,95	38,32	1.408,80	52,36	0,00	0,00	2.690,47
	9.120,89	29,49	1.057,69	3,42	63,73	0,21	30.932,17
	9.071,19	28,48	1.082,37	3,40	371,69	1,17	31.847,38
	243,22	36,13	0,63	0,09	0,00	0,00	673,27
	2.176,23	50,29	11,15	0,26	0,00	0,00	4.327,60
	1.219,75	34,92	22,19	0,64	0,00	0,00	3.492,50
	2.393,74	23,71	14,54	0,14	15,39	0,15	10.094,30
	2.632,59	20,69	47,47	0,37	0,00	0,00	12.721,24
	1.686,55	18,05	630,45	6,75	0,25	0,00	9.342,11
	1.750,73	36,68	23,45	0,49	0,00	0,00	4.772,64
	352,21	17,28	37,24	1,83	0,00	0,00	2.037,71
	3.178,20	42,14	73,59	0,98	0,00	0,00	7.542,03
	2.572,39	32,41	47,63	0,60	0,00	0,00	7.936,97
	309,30	12,39	10,80	0,43	0,75	0,03	2.495,56
	2.443,45	38,74	1.067,90	16,93	244,10	3,87	6.307,91
	2.076,05	31,50	1.268,04	19,24	716,30	10,87	6.589,61
	1.804,81	19,55	426,57	4,62	661,89	7,17	9.231,87
	3.471,94	25,12	700,90	5,07	25,45	0,18	13.821,98
	3.426,85	63,04	483,71	8,90	49,35	0,91	5.435,72
	2.434,03	29,74	436,09	5,33	63,98	0,78	8.184,35
	5.017,09	19,32	612,34	2,36	843,95	3,25	25.973,50
	2.066,92	25,40	38,18	0,47	16,07	0,20	8.138,20
	2.224,19	53,39	51,16	1,23	0,00	0,00	4.165,59
	1.599,55	24,91	2,93	0,05	0,00	0,00	6.420,28
	1.699,69	20,53	6,86	0,08	0,00	0,00	8.277,08
	2.243,67	70,30	0,03	0,00	0,00	0,00	3.191,47
	350,64	11,77	706,29	23,70	0,00	0,00	2.980,24

sigue,



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

Unidades hidrológicas	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
3126	0,00	0,00	7.603,94	74,50
3127	29,95	0,50	4.355,19	72,77
3128	136,43	0,70	13.257,31	67,79
3143	0,04	0,00	267,88	14,94
3145	0,05	0,00	364,99	15,44
3146	0,03	0,00	4.351,71	53,37
3147	1,70	0,00	31.504,45	61,93
3148	0,00	0,00	3.374,41	77,00
3149	0,00	0,00	8.450,92	98,34
3150	0,00	0,00	10.802,14	98,57
3151	0,00	0,00	69,97	100,00
3156	0,00	0,00	1.249,25	97,40
3157	0,00	0,00	1.836,26	97,24
3158	0,00	0,00	96,86	100,00
3166	4.700,05	13,16	24.103,63	67,50
3167	7.312,26	53,56	5.120,15	37,50
3168	0,00	0,00	5.161,13	93,87
3169	0,00	0,00	4.255,15	91,94
3170	0,00	0,00	9.013,17	97,72
3171	0,00	0,00	6.396,71	99,59
3172	0,00	0,00	7.951,10	98,51
3211	0,00	0,00	4.607,57	80,88
3212	912,15	35,60	1.534,46	59,88
3213	0,00	0,00	2.193,96	79,82
3214	0,15	0,00	1.969,45	56,17
3215	62,56	0,62	6.525,03	64,32
3219	421,90	19,54	993,19	46,00
3220	2.922,36	23,49	4.885,79	39,27
3221	9.141,26	35,76	15.755,32	61,62
3222	5.506,96	64,04	2.792,89	32,48
3223	1.239,97	25,15	3.522,16	71,43
3224	0,69	0,01	10.602,17	99,84
3225	0,00	0,00	220,25	92,52
3226	668,82	5,63	9.399,05	79,12
3229	72,33	1,28	4.743,70	84,26
3230	0,00	0,00	2.083,51	91,12
3232	0,00	0,00	633,29	92,10
3262	0,00	0,00	2.042,07	71,68
TOTAL	51.791,81	7,36	434.031,97	61,70

Nota: Los porcentajes están referidos a cada unidad hidrológica



	Potencialidad						Superficie erosionable en Madrid (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	1.993,47	19,53	609,51	5,97	0,00	0,00	10.206,92
	1.273,72	21,28	326,01	5,45	0,00	0,00	5.984,87
	3.848,48	19,68	2.271,17	11,61	43,34	0,22	19.556,73
	879,57	49,08	583,18	32,54	61,60	3,44	1.792,27
	1.179,90	49,93	736,06	31,15	82,31	3,48	2.363,31
	2.694,72	33,04	442,29	5,42	666,52	8,17	8.155,27
	17.261,89	33,93	2.014,84	3,96	91,08	0,18	50.873,96
	320,89	7,32	687,02	15,68	0,00	0,00	4.382,32
	120,81	1,41	17,57	0,20	4,44	0,05	8.593,74
	157,16	1,43	0,00	0,00	0,00	0,00	10.959,30
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,97
	33,39	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1.282,64
	52,12	2,76	0,00	0,00	0,00	0,00	1.888,38
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	96,86
	6.099,32	17,08	794,99	2,23	10,32	0,03	35.708,31
	1.220,36	8,94	0,00	0,00	0,00	0,00	13.652,77
	337,00	6,13	0,00	0,00	0,00	0,00	5.498,13
	373,04	8,06	0,00	0,00	0,00	0,00	4.628,19
	210,38	2,28	0,00	0,00	0,00	0,00	9.223,55
	26,19	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	6.422,90
	11,56	0,14	0,00	0,00	108,57	1,35	8.071,23
	977,98	17,17	15,29	0,27	95,57	1,68	5.696,41
	115,86	4,52	0,00	0,00	0,00	0,00	2.562,47
	551,23	20,05	3,62	0,13	0,00	0,00	2.748,81
	1.534,21	43,76	2,45	0,07	0,00	0,00	3.506,26
	3.349,16	33,02	206,70	2,04	0,00	0,00	10.143,45
	743,93	34,46	0,00	0,00	0,00	0,00	2.159,02
	4.632,99	37,24	0,15	0,00	0,00	0,00	12.441,29
	668,53	2,62	0,00	0,00	0,00	0,00	25.565,11
	298,83	3,48	0,00	0,00	0,00	0,00	8.598,68
	168,59	3,42	0,00	0,00	0,00	0,00	4.930,72
	15,58	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	10.618,44
	17,81	7,48	0,00	0,00	0,00	0,00	238,06
	1.812,26	15,25	0,00	0,00	0,00	0,00	11.880,13
	810,81	14,40	3,29	0,06	0,00	0,00	5.630,13
	202,52	8,86	0,49	0,02	0,00	0,00	2.286,52
	54,30	7,90	0,00	0,00	0,00	0,00	687,59
	801,29	28,12	5,69	0,20	0,00	0,00	2.849,05
	178.315,21	25,35	34.755,28	4,94	4.598,96	0,65	703.493,23



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	31,46	0,11	8.601,70	31,19
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	139,10	0,95	8.229,70	56,01
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. sin especificar	1,44	0,05	2.528,69	88,80
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,81	0,02	1.641,37	42,78
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	25,52	0,30	3.972,16	47,44
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	3.299,88	8,83	15.524,46	41,52
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	52,66	0,32	4.995,54	30,24
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	133,03	2,02	3.083,67	46,85
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	48.103,34	8,22	385.402,27	65,87
Montes privados de sociedades vecinales consorciados o conveniados	4,57	0,83	52,41	9,50
<b>TOTAL</b>	<b>51.791,81</b>	<b>7,36</b>	<b>434.031,97</b>	<b>61,70</b>

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



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	15.186,47	55,08	3.464,75	12,57	289,01	1,05	27.573,39
	5.919,49	40,28	406,15	2,76	0,00	0,00	14.694,44
	315,40	11,08	2,06	0,07	0,00	0,00	2.847,59
	2.026,20	52,81	162,55	4,24	5,63	0,15	3.836,56
	3.072,04	36,69	1.219,59	14,56	84,50	1,01	8.373,81
	15.168,58	40,57	2.940,64	7,87	452,18	1,21	37.385,74
	6.282,93	38,03	5.165,73	31,27	23,14	0,14	16.520,00
	2.903,55	44,11	461,38	7,01	0,69	0,01	6.582,32
	127.215,52	21,74	20.662,62	3,53	3.743,81	0,64	585.127,56
	225,03	40,78	269,81	48,89	0,00	0,00	551,82
	178.315,21	25,35	34.755,28	4,94	4.598,96	0,65	703.493,23



Tabla 5.10 superficies según régimen de protección y potencialidad

Régimen de protección	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Parque Natural	0,19	0,03	100,97	15,09
Parque Regional	4.958,41	5,27	63.999,27	68,04
Reserva Natural	0,00	0,00	311,48	61,78
Monumento Natural de Interés Nacional	0,00	0,00	4,38	44,60
Paraje Pintoresco	82,07	5,46	656,03	43,62
Refugio de Fauna	0,00	0,00	5,45	20,13
Sitio Natural de Interés Nacional	0,01	0,00	5,25	2,12
Sin protección	46.751,13	7,71	368.949,14	60,83
<b>TOTAL</b>	<b>51.791,81</b>	<b>7,36</b>	<b>434.031,97</b>	<b>61,70</b>

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



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	373,41	55,85	194,08	29,03	0,00	0,00	668,65
	19.833,30	21,08	4.258,13	4,53	1.016,50	1,08	94.065,61
	180,72	35,85	11,94	2,37	0,00	0,00	504,14
	5,44	55,40	0,00	0,00	0,00	0,00	9,82
	765,65	50,92	0,01	0,00	0,00	0,00	1.503,76
	1,94	7,16	19,69	72,71	0,00	0,00	27,08
	83,73	33,69	159,51	64,19	0,00	0,00	248,50
	157.071,02	25,90	30.111,92	4,97	3.582,46	0,59	606.465,67
	178.315,21	25,35	34.755,28	4,94	4.598,96	0,65	703.493,23





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.

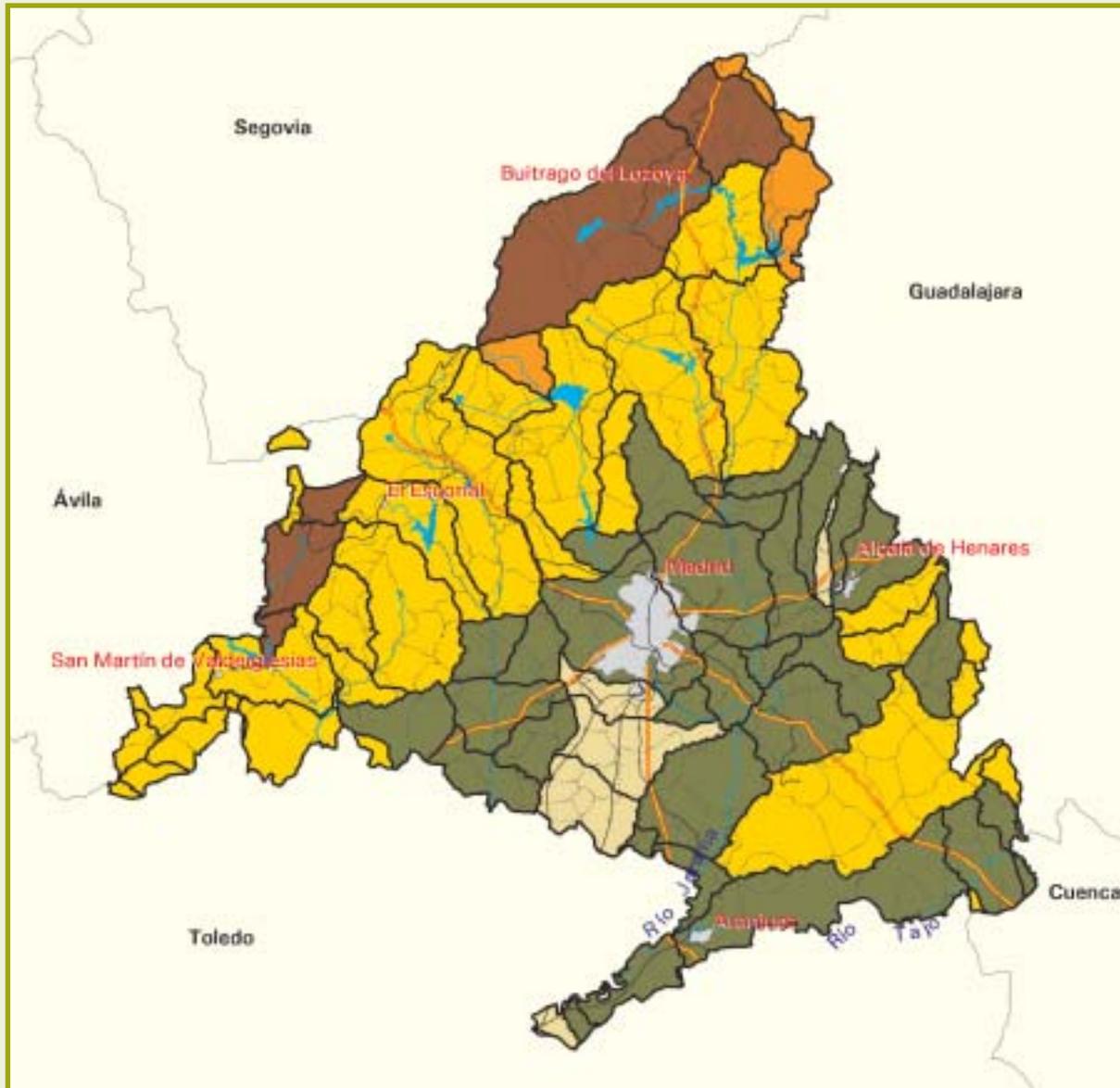
La erosión en cauces se estima mediante la valoración de un indicador sintético por unidad hidrológica (riesgo potencial de erosión en cauces) que tiene en cuenta los diferentes elementos que intervienen en el fenómeno.

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, y erosión y 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

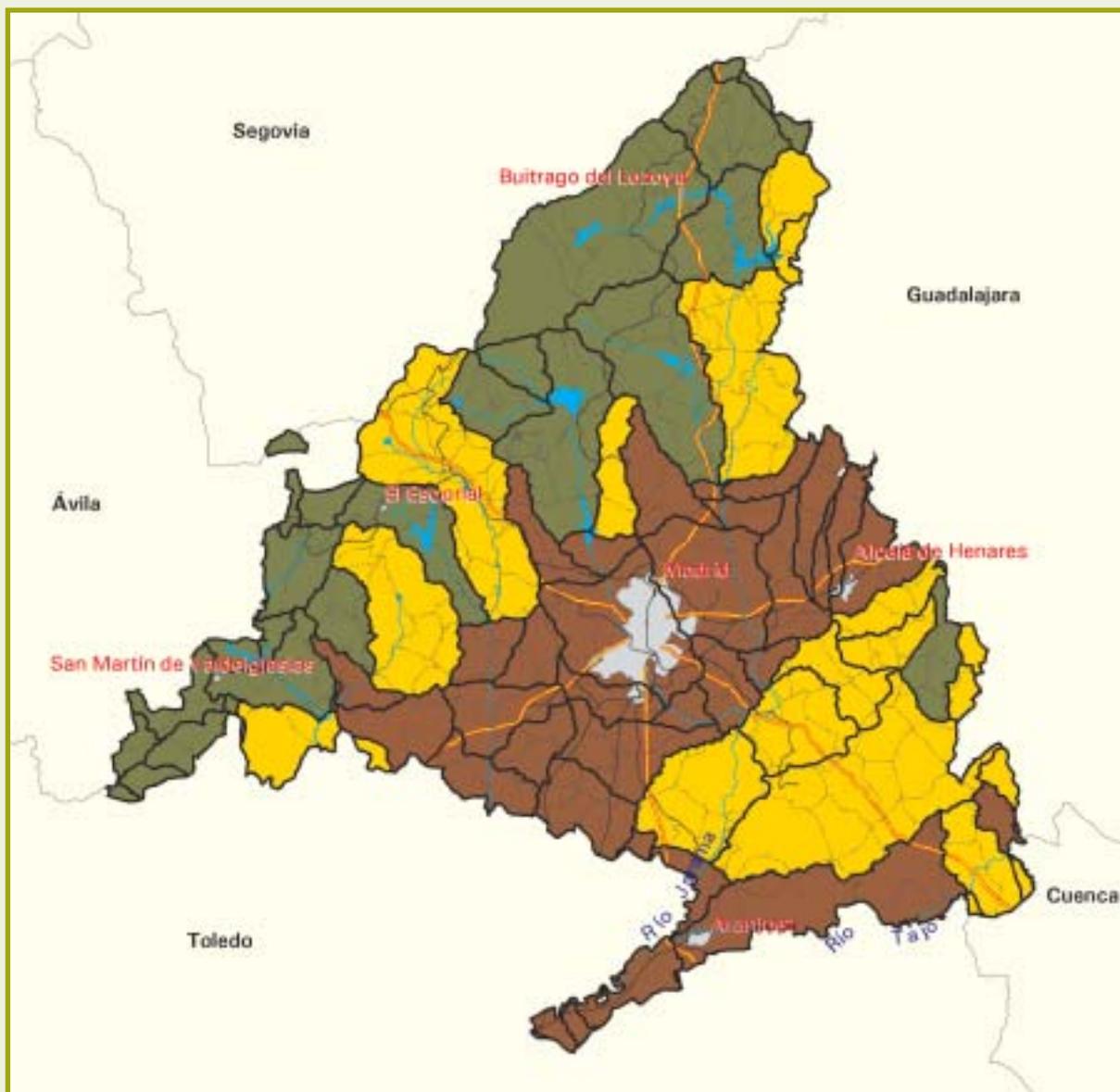


Signos convencionales	
	Autovía / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

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

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

## Mapa 6.2 factor litología por unidades hidrológicas



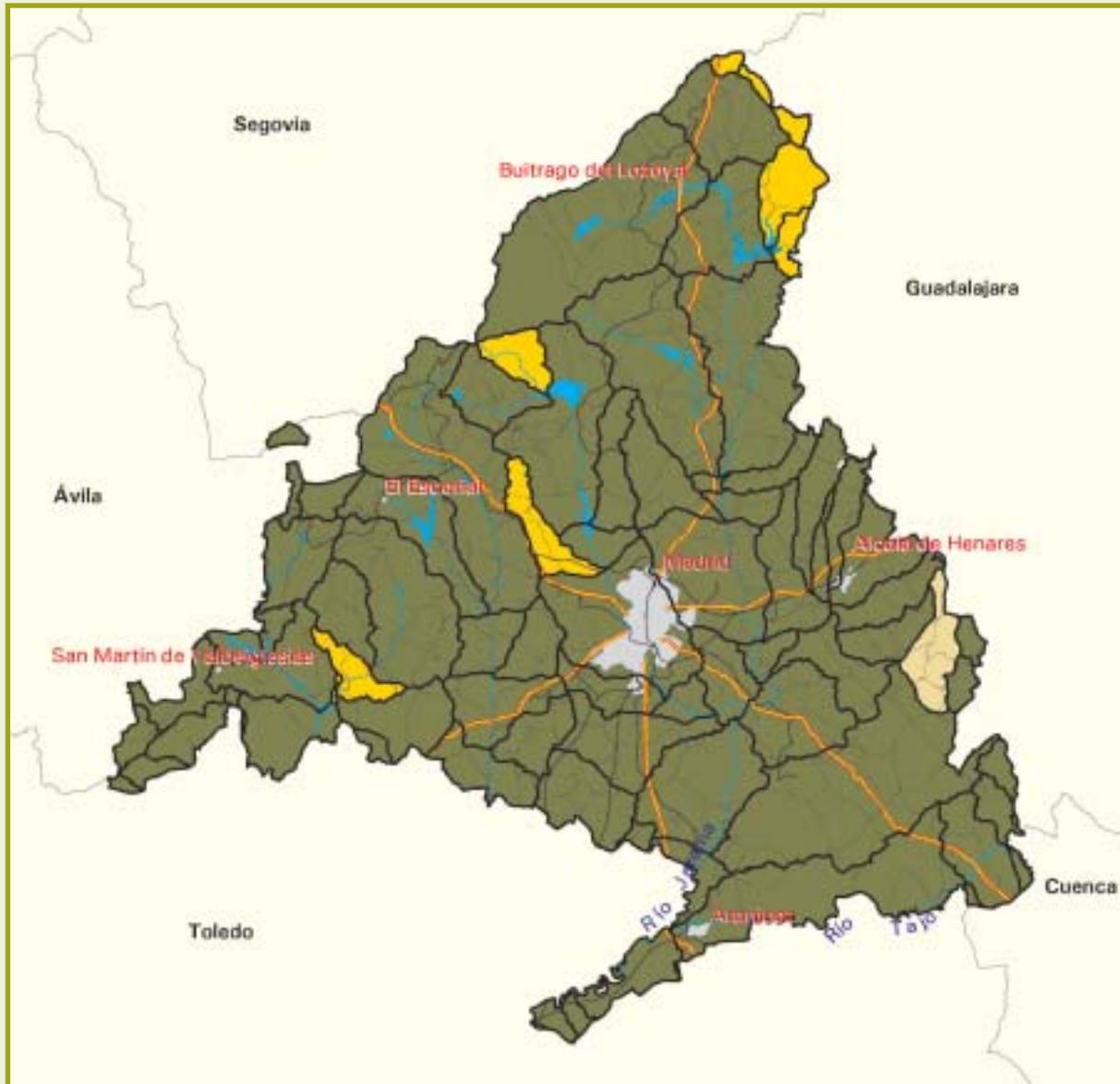
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Erosionabilidad	
	Baja
	Medio
	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
	Líneas 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



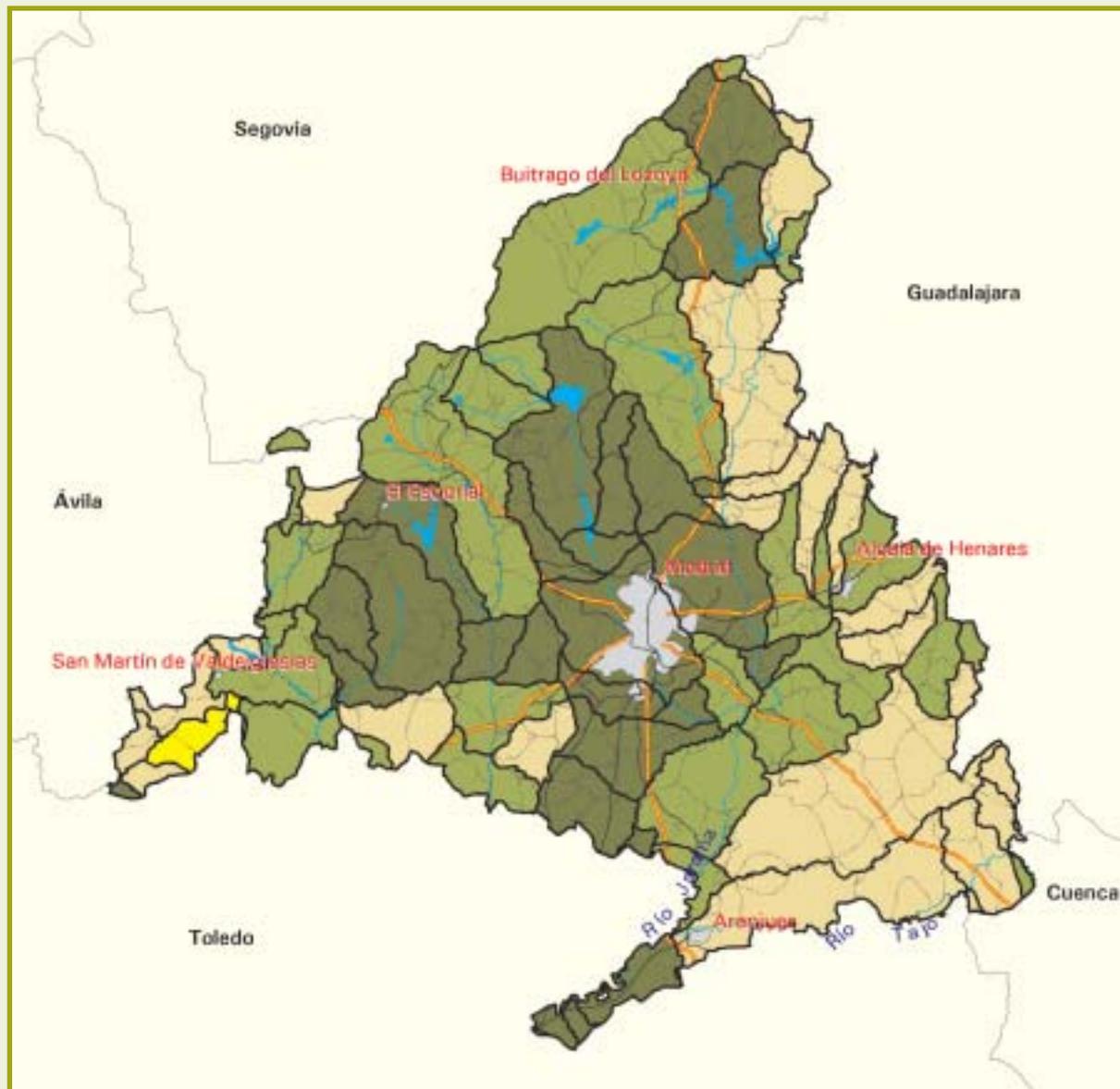
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Precipitación máxima en 24 horas con periodo 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
	Líneas 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



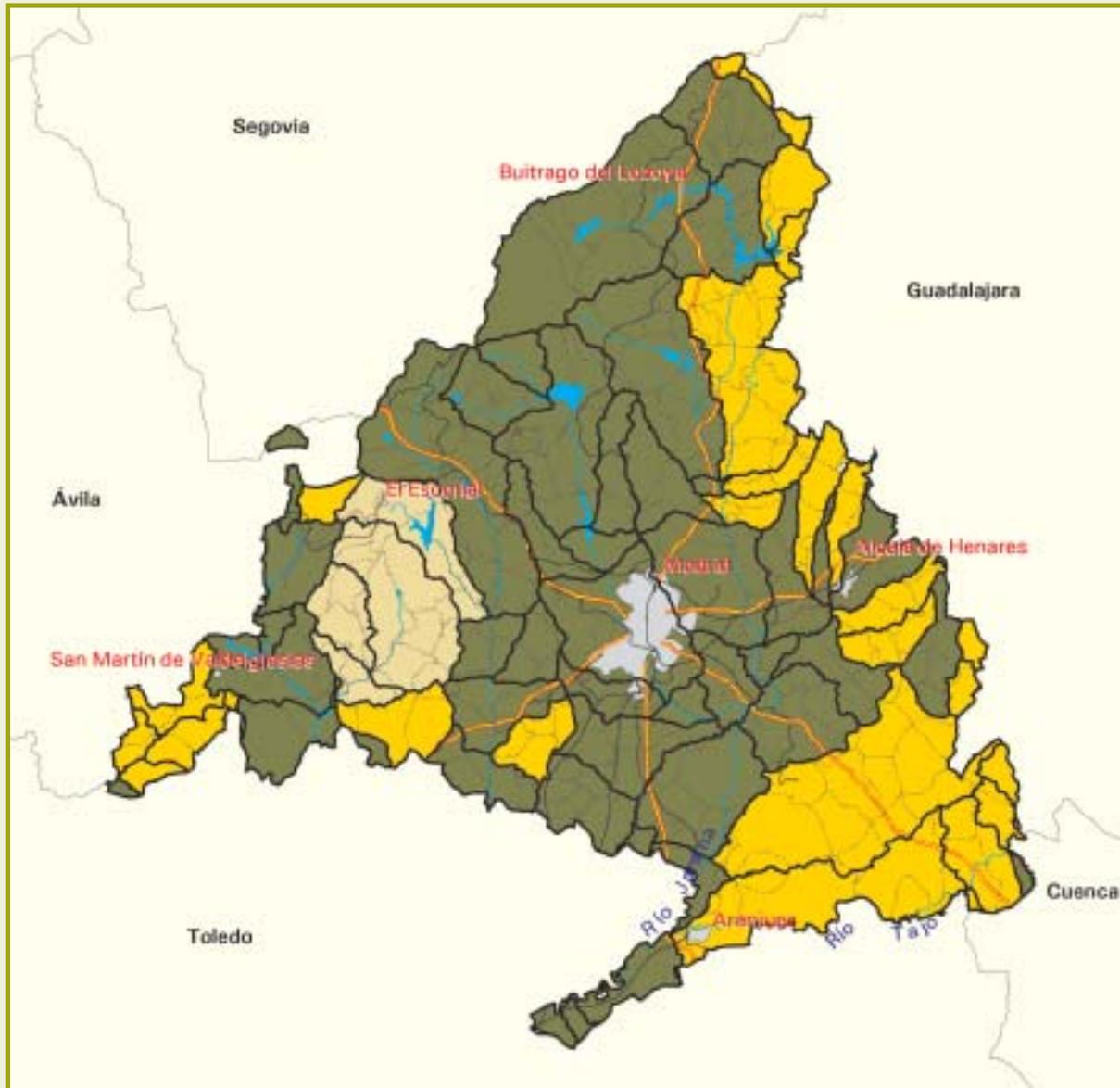
Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

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
	Líneas 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
	Líneas 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	
	Autovista / 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

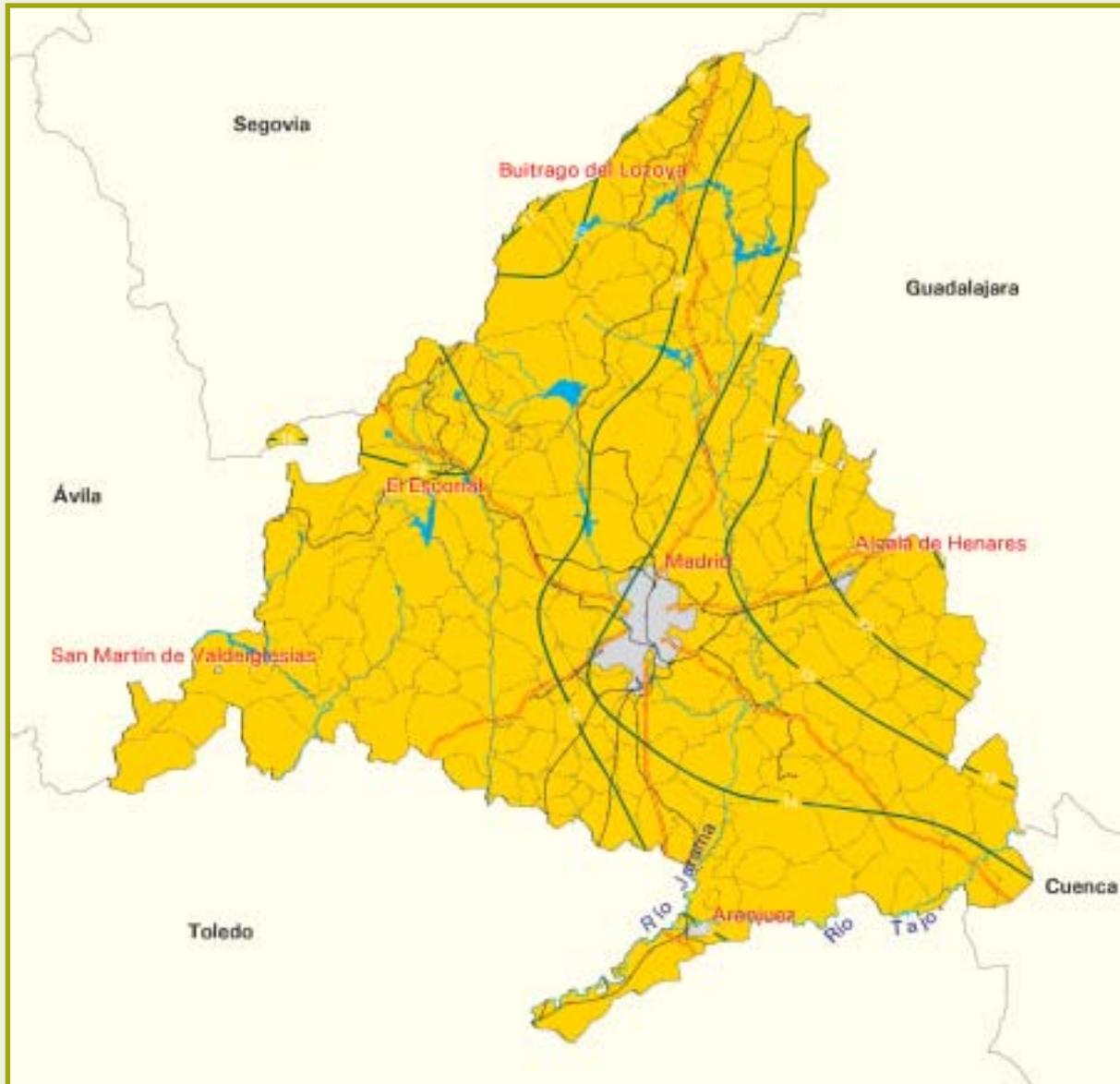
Tabla 7.9 superficies según régimen de protección y riesgo potencial de erosión eólica

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de riesgo potencial de erosión eólica (Mapa nº5), 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/sq	
	≤ 19
	20 - 28
	29 - 37
	38 - 46
	47 - 55
	> 55

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.  
Elaboración propia.

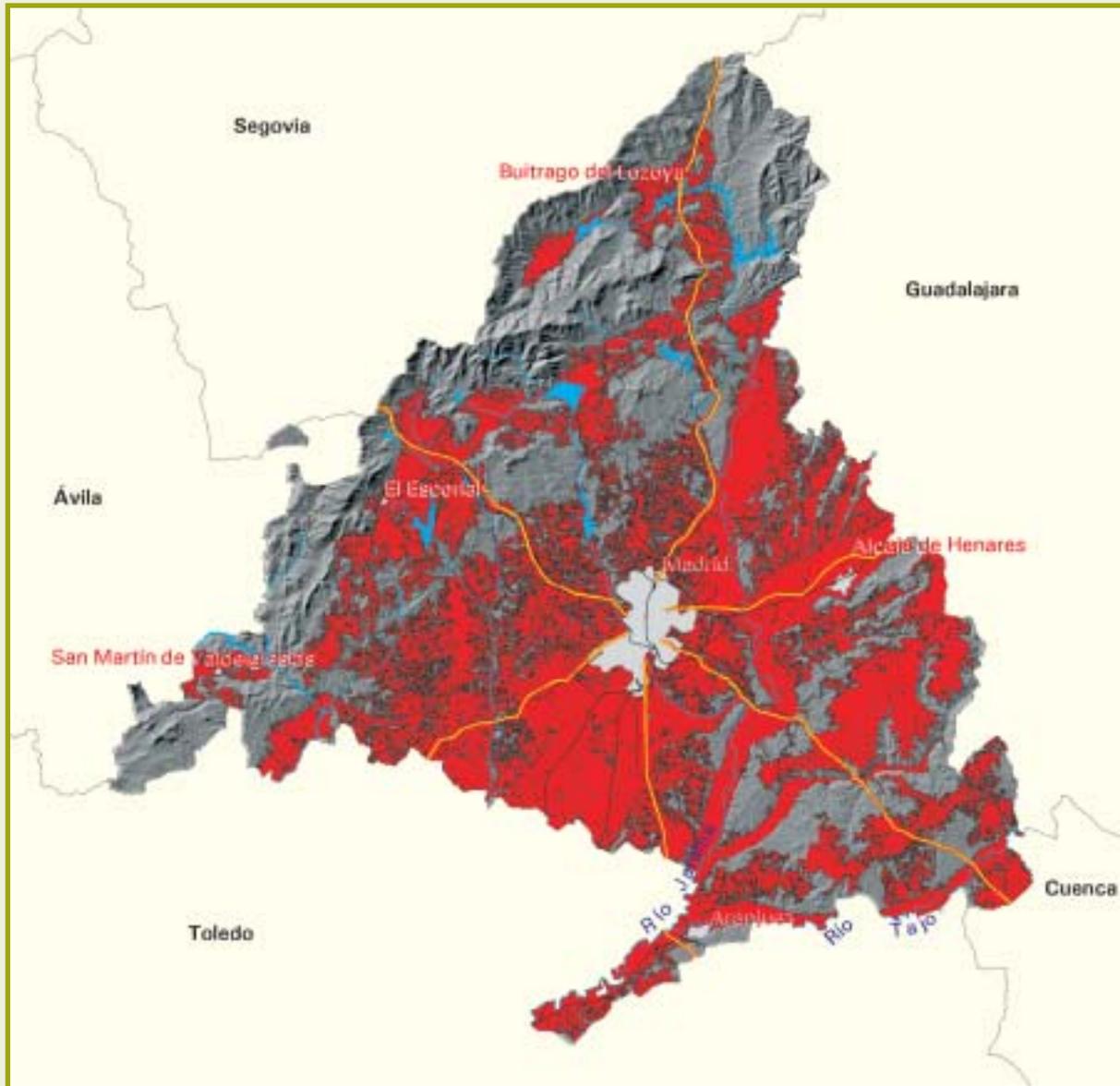


Tabla 7.1 superficies según índice de viento

Intensidad del viento		Superficie geográfica	
Índice	Nº días al año con velocidad >5 m·s <sup>-1</sup>	ha	%
1	≤19	802.769,37	100,00
2	20-28	0,00	0,00
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		802.769,37	100,00



## Mapa 7.2 áreas de deflación

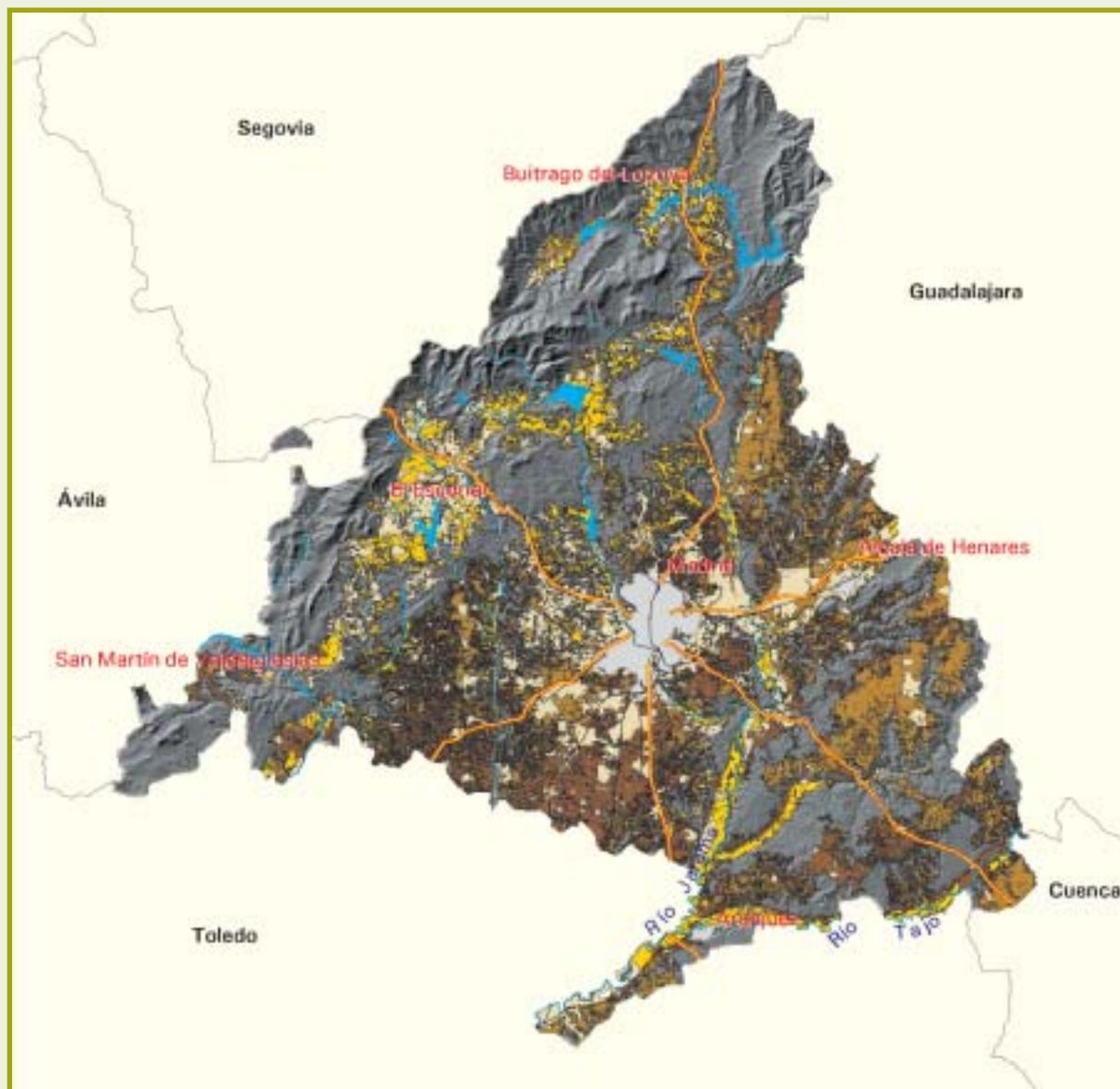


Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Láminas de agua superficiales
	Superficies artificiales

	Superficie (ha)	(%)
	Áreas de deflación	412.492,56 51,38

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
	Rio
	Ferrocarril
	Límite municipal
	Líneas de agua superficiales
	Superficies artificiales

Índice de erosión eólica	
	Inapreciable
	Baja
	Moderada
	Acusada
	Alta
	Muy alta



## Mapa 7.4 riesgo potencial de erosión eólica



Signos convencionales	
	Autopista / Autovía
	Carretera nacional
	Río
	Ferrocarril
	Límite municipal

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	504.031,22	62,78
Bajo	199.462,01	24,85
Medio	0,00	0,00
Alto	0,00	0,00
Muy alto	0,00	0,00
<b>SUPERFICIE EROSIONABLE</b>	<b>703.493,23</b>	<b>87,63</b>
Láminas de agua superficiales y humedales	7.024,33	0,88
Superficies artificiales	92.251,81	11,49
<b>TOTAL</b>	<b>802.769,37</b>	<b>100,00</b>



Tabla 7.5 superficies según vegetación y riesgo potencial de erosión

Vegetación	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie geográfica	
	Muy bajo		Bajo		ha	%
	ha	%	ha	%		
Forestal arbolado	263.507,20	32,82	1.815,57	0,23	265.322,77	33,05
Forestal desarbolado	137.361,08	17,11	11.219,25	1,40	148.580,33	18,51
Cultivos	103.162,94	12,85	186.427,19	23,22	289.590,13	36,07
SUPERFICIE EROSIONABLE	504.031,22	62,78	199.462,01	24,85	703.493,23	87,63
Láminas de agua superficiales y humedales					7.024,33	0,88
Superficies artificiales					92.251,81	11,49
TOTAL					802.769,37	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	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
La Acebeda	2.201,95	100,00	0,00	0,00	2.201,95
Ajalvir	492,46	30,71	1.111,20	69,29	1.603,66
Alameda del Valle	2.332,67	94,31	140,77	5,69	2.473,44
El Álamo	196,59	9,59	1.853,81	90,41	2.050,40
Alcalá de Henares	3.247,86	53,49	2.824,30	46,51	6.072,16
Alcobendas	1.136,83	45,61	1.355,69	54,39	2.492,52
Alcorcón	271,08	12,51	1.895,47	87,49	2.166,55
Aldea del Fresno	4.247,77	86,40	668,79	13,60	4.916,56
Algete	1.107,19	35,08	2.049,35	64,92	3.156,54
Alpedrete	848,35	99,97	0,23	0,03	848,58
Ambite	2.234,80	88,24	297,81	11,76	2.532,61
Anchuelo	1.163,23	54,68	964,16	45,32	2.127,39
Aranjuez	12.611,31	68,34	5.842,96	31,66	18.454,27
Arganda del Rey	3.872,11	57,77	2.830,92	42,23	6.703,03
Arroyomolinos	1.162,96	60,95	745,22	39,05	1.908,18
El Atazar	2.732,06	100,00	0,00	0,00	2.732,06
Batres	932,65	46,41	1.077,04	53,59	2.009,69
Becerril de la Sierra	2.556,06	98,53	38,09	1,47	2.594,15
Belmonte de Tajo	918,73	39,36	1.415,49	60,64	2.334,22
Berzosa del Lozoya	1.385,95	100,00	0,00	0,00	1.385,95
El Berrueco	2.046,94	79,11	540,46	20,89	2.587,40
Boadilla del Monte	2.497,40	78,97	665,08	21,03	3.162,48
El Boalo	3.519,43	99,42	20,56	0,58	3.539,99
Braojos	2.471,75	99,69	7,57	0,31	2.479,32
Brea de Tajo	2.749,18	63,48	1.581,91	36,52	4.331,09
Brunete	1.470,20	31,43	3.207,32	68,57	4.677,52
Buitrago del Lozoya	2.323,03	99,70	6,88	0,30	2.329,91
Bustarviejo	5.597,65	100,00	0,00	0,00	5.597,65
Cabanillas de la Sierra	1.124,31	85,44	191,65	14,56	1.315,96
La Cabrera	1.865,27	91,36	176,44	8,64	2.041,71
Cadalso de los Vidrios	4.470,80	97,87	97,14	2,13	4.567,94
Camarma de Esteruelas	997,88	30,18	2.308,82	69,82	3.306,70
Campo Real	2.143,31	35,60	3.877,69	64,40	6.021,00
Canencia	5.231,83	100,00	0,00	0,00	5.231,83
Carabaña	3.453,08	73,51	1.244,14	26,49	4.697,22
Casarrubuelos	34,80	6,91	468,73	93,09	503,53
Cenicientos	6.660,63	100,00	0,00	0,00	6.660,63
Cercedilla	3.170,31	99,66	10,68	0,34	3.180,99
Cervera de Buitrago	821,69	100,00	0,00	0,00	821,69
Ciempozuelos	2.898,55	64,16	1.618,79	35,84	4.517,34

sigue,



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

Término municipal	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
Cobeña	752,60	38,70	1.192,23	61,30	1.944,83
Colmenar del Arroyo	4.639,63	93,29	333,46	6,71	4.973,09
Colmenar de Oreja	6.477,99	60,09	4.302,40	39,91	10.780,39
Colmenarejo	2.799,11	99,85	4,19	0,15	2.803,30
Colmenar Viejo	19.300,89	95,60	889,00	4,40	20.189,89
Collado Mediano	1.877,89	96,69	64,19	3,31	1.942,08
Collado Villalba	1.749,11	99,90	1,78	0,10	1.750,89
Corpa	1.100,99	42,76	1.473,77	57,24	2.574,76
Coslada	19,34	15,29	107,12	84,71	126,46
Cubas de la Sagra	95,49	8,28	1.058,43	91,72	1.153,92
Chapinería	2.434,92	100,00	0,00	0,00	2.434,92
Chinchón	9.195,85	81,83	2.041,54	18,17	11.237,39
Daganzo de Arriba	1.274,59	30,37	2.922,60	69,63	4.197,19
El Escorial	6.141,83	100,00	0,00	0,00	6.141,83
Estremera	2.514,91	32,28	5.276,11	67,72	7.791,02
Fresnedillas de la Oliva	2.742,57	99,84	4,50	0,16	2.747,07
Fresno de Torote	1.422,92	48,33	1.521,22	51,67	2.944,14
Fuenlabrada	389,92	17,22	1.875,01	82,78	2.264,93
Fuente el Saz de Jarama	259,98	8,48	2.805,18	91,52	3.065,16
Fuentidueña de Tajo	3.492,15	60,88	2.243,53	39,12	5.735,68
Galapagar	5.469,50	99,96	1,94	0,04	5.471,44
Garganta de los Montes	3.713,51	99,73	9,92	0,27	3.723,43
Gargantilla del Lozoya	2.156,78	97,71	50,54	2,29	2.207,32
Gascones	1.938,75	98,62	27,22	1,38	1.965,97
Getafe	1.857,93	35,34	3.398,98	64,66	5.256,91
Griñón	77,95	5,32	1.386,12	94,68	1.464,07
Guadalix de la Sierra	5.153,66	87,36	746,01	12,64	5.899,67
Guadarrama	4.799,93	97,68	114,12	2,32	4.914,05
La Hiruela	1.714,99	100,00	0,00	0,00	1.714,99
Horcajo de la Sierra	1.976,65	97,72	46,17	2,28	2.022,82
Horcajuelo de la Sierra	2.428,85	100,00	0,00	0,00	2.428,85
Hoyo de Manzanares	4.150,16	100,00	0,00	0,00	4.150,16
Humanes de Madrid	220,06	13,57	1.401,49	86,43	1.621,55
Leganés	433,75	15,40	2.382,49	84,60	2.816,24
Loeches	2.482,57	58,45	1.764,65	41,55	4.247,22
Lozoya	5.279,49	98,33	89,69	1,67	5.369,18
Madarcos	842,64	100,00	0,00	0,00	842,64
Madrid	23.149,56	72,21	8.909,59	27,79	32.059,15
Majadahonda	1.899,57	63,57	1.088,41	36,43	2.987,98
Manzanares el Real	11.432,72	99,50	56,96	0,50	11.489,68

sigue,



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

Término municipal	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
Meco	907,77	27,72	2.367,47	72,28	3.275,24
Mejorada del Campo	630,89	48,31	675,00	51,69	1.305,89
Miraflores de la Sierra	5.344,72	98,42	85,56	1,58	5.430,28
El Molar	3.906,49	80,57	942,08	19,43	4.848,57
Los Molinos	1.569,42	97,01	48,31	2,99	1.617,73
Montejo de la Sierra	3.153,66	100,00	0,00	0,00	3.153,66
Moraleja de Enmedio	456,15	15,29	2.527,27	84,71	2.983,42
Moralzarzal	3.804,45	97,93	80,46	2,07	3.884,91
Morata de Tajuña	2.385,38	57,63	1.753,89	42,37	4.139,27
Móstoles	727,78	22,93	2.445,96	77,07	3.173,74
Navacerrada	2.452,81	100,00	0,00	0,00	2.452,81
Navalafuente	897,46	86,17	144,00	13,83	1.041,46
Navalagamella	7.318,70	97,69	173,06	2,31	7.491,76
Navalcarnero	1.764,99	18,29	7.887,06	81,71	9.652,05
Navarredonda	2.669,59	98,55	39,27	1,45	2.708,86
Navas del Rey	4.813,98	97,36	130,66	2,64	4.944,64
Nuevo Baztan	443,59	33,07	897,64	66,93	1.341,23
Olmeda de las Fuentes	621,93	37,80	1.023,20	62,20	1.645,13
Orusco de Tajuña	1.604,11	80,19	396,32	19,81	2.000,43
Paracuellos de Jarama	2.224,75	56,83	1.689,93	43,17	3.914,68
Parla	215,33	11,31	1.687,97	88,69	1.903,30
Patones	3.239,99	97,95	67,84	2,05	3.307,83
Pedrezuela	2.255,44	89,08	276,36	10,92	2.531,80
Pelayos de la Presa	551,33	92,23	46,45	7,77	597,78
Perales de Tajuña	3.689,61	76,81	1.114,12	23,19	4.803,73
Pezuela de las Torres	1.811,21	44,28	2.279,22	55,72	4.090,43
Pinilla del Valle	2.359,25	94,58	135,27	5,42	2.494,52
Pinto	644,96	11,92	4.765,81	88,08	5.410,77
Piñuécar-Gandullas	1.530,10	89,12	186,83	10,88	1.716,93
Pozuelo de Alarcón	1.397,01	62,01	855,72	37,99	2.252,73
Pozuelo del Rey	161,24	5,24	2.915,37	94,76	3.076,61
Pradana del Rincón	2.230,97	100,00	0,00	0,00	2.230,97
Puebla de la Sierra	5.740,75	100,00	0,00	0,00	5.740,75
Quijorna	1.484,09	59,68	1.002,55	40,32	2.486,64
Rascafría	14.144,20	95,86	610,41	4,14	14.754,61
Redueña	1.099,35	87,36	159,07	12,64	1.258,42
Ribatejada	1.661,25	54,60	1.381,08	45,40	3.042,33
Rivas-Vaciamadrid	4.222,93	78,02	1.189,65	21,98	5.412,58
Robledo de la Jara	1.963,78	100,00	0,00	0,00	1.963,78
Robledo de Chavela	8.861,46	99,98	1,49	0,02	8.862,95

sigue,



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

Término municipal	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
Robregordo	1.774,03	100,00	0,00	0,00	1.774,03
Las Rozas de Madrid	3.406,72	87,54	484,82	12,46	3.891,54
Rozas de Puerto Real	2.922,31	100,00	0,00	0,00	2.922,31
San Agustín de Guadalix	2.810,01	78,80	756,00	21,20	3.566,01
San Fernando de Henares	1.661,02	52,30	1.514,97	47,70	3.175,99
San Lorenzo de El Escorial	5.253,15	99,97	1,57	0,03	5.254,72
San Martín de la Vega	7.333,24	77,26	2.159,01	22,74	9.492,25
San Martín de Valdeiglesias	8.632,83	79,74	2.193,09	20,26	10.825,92
San Sebastián de los Reyes	1.930,16	46,55	2.215,99	53,45	4.146,15
Santa María de la Alameda	7.306,26	100,00	0,00	0,00	7.306,26
Santorcaz	685,12	27,06	1.846,80	72,94	2.531,92
Los Santos de la Humosa	2.847,51	83,50	562,70	16,50	3.410,21
La Serna del Monte	511,55	97,37	13,81	2,63	525,36
Serranillos del Valle	142,84	11,27	1.124,84	88,73	1.267,68
Sevilla la Nueva	1.666,44	71,32	670,04	28,68	2.336,48
Somosierra	2.011,82	100,00	0,00	0,00	2.011,82
Soto del Real	3.509,88	94,06	221,55	5,94	3.731,43
Talamanca de Jarama	1.124,39	29,93	2.632,25	70,07	3.756,64
Tielmes	2.055,95	78,15	574,79	21,85	2.630,74
Titulcia	601,08	66,26	306,10	33,74	907,18
Torrejón de Ardoz	28,98	3,56	784,70	96,44	813,68
Torrejón de la Calzada	40,47	5,43	704,85	94,57	745,32
Torrejón de Velasco	939,86	18,50	4.141,50	81,50	5.081,36
Torrelaguna	2.804,33	66,39	1.419,69	33,61	4.224,02
Torrelodones	1.702,67	100,00	0,00	0,00	1.702,67
Torremocha de Jarama	579,85	32,58	1.200,18	67,42	1.780,03
Torres de la Alameda	1.819,53	44,18	2.299,10	55,82	4.118,63
Valdaracete	3.849,38	60,06	2.560,14	39,94	6.409,52
Valdeavero	736,60	41,45	1.040,55	58,55	1.777,15
Valdelaguna	3.476,78	83,59	682,69	16,41	4.159,47
Valdemanco	1.612,20	99,32	11,04	0,68	1.623,24
Valdemaqueda	5.131,27	100,00	0,00	0,00	5.131,27
Valdemorillo	7.732,59	94,81	423,25	5,19	8.155,84
Valdemoro	2.965,45	52,37	2.696,99	47,63	5.662,44
Valdeolmos	884,55	35,41	1.613,16	64,59	2.497,71
Valdepiélagos	865,20	50,42	850,85	49,58	1.716,05
Valdetorres de Jarama	528,01	17,62	2.468,98	82,38	2.996,99
Valdilecha	1.353,00	33,18	2.724,86	66,82	4.077,86
Valverde de Alcalá	779,11	58,13	561,12	41,87	1.340,23
Velilla de San Antonio	300,28	32,58	621,35	67,42	921,63

sigue,



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

Término municipal	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
El Vellón	2.744,57	82,09	598,78	17,91	3.343,35
Venturada	612,01	78,09	171,71	21,91	783,72
Villaconejos	1.207,51	37,47	2.015,20	62,53	3.222,71
Villa del Prado	5.421,48	72,39	2.067,28	27,61	7.488,76
Villalbilla	1.733,41	59,98	1.156,38	40,02	2.889,79
Villamanrique de Tajo	1.601,02	55,61	1.278,20	44,39	2.879,22
Villamanta	3.576,44	57,54	2.638,63	42,46	6.215,07
Villamantilla	2.018,59	85,35	346,47	14,65	2.365,06
Villanueva de la Cañada	1.527,16	53,64	1.319,92	46,36	2.847,08
Villanueva del Pardillo	1.030,31	43,90	1.316,61	56,10	2.346,92
Villanueva de Perales	2.412,47	79,08	638,12	20,92	3.050,59
Villar del Olmo	1.296,21	56,52	996,99	43,48	2.293,20
Villarejo de Salvanes	6.620,10	57,12	4.969,46	42,88	11.589,56
Villaviciosa de Odón	3.756,43	66,22	1.916,64	33,78	5.673,07
Villavieja del Lozoya	2.268,43	96,85	73,74	3,15	2.342,17
Zarzalejo	1.939,57	97,03	59,30	2,97	1.998,87
Jurisdicción Mancomunada de El Boalo y Manzanares el Real (El Chaparral)	64,29	100,00	0,00	0,00	64,29
Jurisdicción Mancomunada de Cercedilla y Navacerrada	498,53	100,00	0,00	0,00	498,53
Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias	3.926,51	79,63	1.004,18	20,37	4.930,69
Puentes Viejas	5.434,54	98,14	103,00	1,86	5.537,54
<b>TOTAL</b>	<b>504.031,22</b>	<b>71,65</b>	<b>199.462,01</b>	<b>28,35</b>	<b>703.493,23</b>

Nota: Los porcentajes están referidos a cada término municipal.



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

Unidades hidrológicas	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable en Madrid (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
2102	1.176,32	100,00	0,02	0,00	1.176,34
3060	1.859,29	78,09	521,71	21,91	2.381,00
3061	57,15	63,21	33,27	36,79	90,42
3063	1.300,91	37,04	2.210,85	62,96	3.511,76
3064	186,14	19,64	761,52	80,36	947,66
3065	5.347,55	50,15	5.316,54	49,85	10.664,09
3066	348,54	79,70	88,80	20,30	437,34
3067	19.360,06	61,80	11.964,37	38,20	31.324,43
3068	2.576,23	100,00	0,00	0,00	2.576,23
3071	47.277,45	97,49	1.217,39	2,51	48.494,84
3072	16.406,14	98,67	221,68	1,33	16.627,82
3073	14.122,85	90,84	1.423,62	9,16	15.546,47
3074	8.137,32	100,00	0,00	0,00	8.137,32
3075	2.690,47	100,00	0,00	0,00	2.690,47
3076	16.806,08	54,33	14.126,09	45,67	30.932,17
3077	29.211,25	91,72	2.636,13	8,28	31.847,38
3078	463,10	68,78	210,17	31,22	673,27
3079	1.740,81	40,23	2.586,79	59,77	4.327,60
3080	1.623,02	46,47	1.869,48	53,53	3.492,50
3081	9.069,08	89,84	1.025,22	10,16	10.094,30
3082	5.985,90	47,05	6.735,34	52,95	12.721,24
3107	5.591,96	59,86	3.750,15	40,14	9.342,11
3108	1.607,79	33,69	3.164,85	66,31	4.772,64
3109	570,81	28,01	1.466,90	71,99	2.037,71
3110	3.215,62	42,64	4.326,41	57,36	7.542,03
3111	2.882,57	36,32	5.054,40	63,68	7.936,97
3112	1.627,17	65,20	868,39	34,80	2.495,56
3113	2.904,56	46,05	3.403,35	53,95	6.307,91
3114	3.900,33	59,19	2.689,28	40,81	6.589,61
3115	3.000,61	32,50	6.231,26	67,50	9.231,87
3116	8.022,75	58,04	5.799,23	41,96	13.821,98
3117	5.422,34	99,75	13,38	0,25	5.435,72
3118	8.056,28	98,44	128,07	1,56	8.184,35
3119	25.579,23	98,48	394,27	1,52	25.973,50
3120	7.439,46	91,41	698,74	8,59	8.138,20
3121	4.101,62	98,46	63,97	1,54	4.165,59
3122	6.280,14	97,82	140,14	2,18	6.420,28
3123	4.946,46	59,76	3.330,62	40,24	8.277,08
3124	549,21	17,21	2.642,26	82,79	3.191,47
3125	1.008,83	33,85	1.971,41	66,15	2.980,24

sigue,



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

Unidades hidrológicas	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable en Madrid (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
3126	2.035,77	19,94	8.171,15	80,06	10.206,92
3127	2.686,77	44,89	3.298,10	55,11	5.984,87
3128	12.637,67	64,62	6.919,06	35,38	19.556,73
3143	1.374,55	76,69	417,72	23,31	1.792,27
3145	1.886,00	79,80	477,31	20,20	2.363,31
3146	2.859,56	35,06	5.295,71	64,94	8.155,27
3147	32.983,39	64,83	17.890,57	35,17	50.873,96
3148	2.278,31	51,99	2.104,01	48,01	4.382,32
3149	5.037,33	58,62	3.556,41	41,38	8.593,74
3150	1.357,94	12,39	9.601,36	87,61	10.959,30
3151	60,15	85,97	9,82	14,03	69,97
3156	765,81	59,71	516,83	40,29	1.282,64
3157	1.405,19	74,41	483,19	25,59	1.888,38
3158	29,45	30,40	67,41	69,60	96,86
3166	33.015,99	92,46	2.692,32	7,54	35.708,31
3167	12.513,67	91,66	1.139,10	8,34	13.652,77
3168	3.304,61	60,10	2.193,52	39,90	5.498,13
3169	2.713,81	58,64	1.914,38	41,36	4.628,19
3170	3.546,39	38,45	5.677,16	61,55	9.223,55
3171	1.531,65	23,85	4.891,25	76,15	6.422,90
3172	1.562,31	19,36	6.508,92	80,64	8.071,23
3211	4.565,73	80,15	1.130,68	19,85	5.696,41
3212	2.243,30	87,54	319,17	12,46	2.562,47
3213	2.748,81	100,00	0,00	0,00	2.748,81
3214	3.506,26	100,00	0,00	0,00	3.506,26
3215	10.143,45	100,00	0,00	0,00	10.143,45
3219	2.159,02	100,00	0,00	0,00	2.159,02
3220	11.361,16	91,32	1.080,13	8,68	12.441,29
3221	21.290,43	83,28	4.274,68	16,72	25.565,11
3222	8.480,99	98,63	117,69	1,37	8.598,68
3223	4.356,55	88,36	574,17	11,64	4.930,72
3224	4.678,79	44,06	5.939,65	55,94	10.618,44
3225	230,62	96,87	7,44	3,13	238,06
3226	8.863,57	74,61	3.016,56	25,39	11.880,13
3229	5.539,66	98,39	90,47	1,61	5.630,13
3230	2.286,52	100,00	0,00	0,00	2.286,52
3232	687,59	100,00	0,00	0,00	687,59
3262	2.849,05	100,00	0,00	0,00	2.849,05
TOTAL	504.031,22	71,65	199.462,01	28,35	703.493,23

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		
	ha	%	ha	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	27.394,91	99,35	178,48	0,65	27.573,39
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	14.547,65	99,00	146,79	1,00	14.694,44
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. sin especificar	2.818,19	98,97	29,40	1,03	2.847,59
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	3.816,63	99,48	19,93	0,52	3.836,56
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	8.369,56	99,95	4,25	0,05	8.373,81
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	37.272,49	99,70	113,25	0,30	37.385,74
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	15.888,84	96,18	631,16	3,82	16.520,00
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	6.270,96	95,27	311,36	4,73	6.582,32
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	387.100,17	66,16	198.027,39	33,84	585.127,56
Montes privados de sociedades vecinales consorciados o conveniados	551,82	100,00	0,00	0,00	551,82
<b>TOTAL</b>	<b>504.031,22</b>	<b>71,65</b>	<b>199.462,01</b>	<b>28,35</b>	<b>703.493,23</b>

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 propiedad	Riesgo potencial de erosión eólica				Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		Bajo		
	ha	%	ha	%	
Parque Natural	668,65	100,00	0,00	0,00	668,65
Parque Regional	77.388,90	82,27	16.676,71	17,73	94.065,61
Reserva Natural	498,26	98,83	5,88	1,17	504,14
Monumento Natural de Interés Nacional	9,82	100,00	0,00	0,00	9,82
Paraje Pintoresco	1.503,76	100,00	0,00	0,00	1.503,76
Refugio de Fauna	24,27	89,62	2,81	10,38	27,08
Sitio Natural de Interés Nacional	248,50	100,00	0,00	0,00	248,50
Sin protección	423.689,06	69,86	182.776,61	30,14	606.465,67
TOTAL	504.031,22	71,65	199.462,01	28,35	703.493,23

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





## 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. Tercer Inventario Forestal Nacional IFN3. Madrid.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Mapa Forestal 1:50.000. MFE50.
- FLANAGAN, D.C.; NEARING, M.A. 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project. Hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report nº 10.
- INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA - DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1987-2002. Mapas de Estados Erosivos.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- SIERRA, C.; QUIRANTES, J.; LOZANO, J. 1991. Uso del suelo y erodibilidad eólica (Depresión Guadix-Baza). In: *Soil Erosion Studies in Spain.*
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Agriculture Handbook nº 537. Agricultural Research Service.



9. cartografía





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.



notas

notas

notas

notas

notas

notas





SECRETARÍA  
GENERAL  
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL  
DE CONSERVACIÓN  
DE LA NATURALEZA