

inventario
nacional
erosión
suelos
2002-2012



2003

ASTURIAS

Principado de Asturias



inventario
nacional
erosión
suelos
2002-2012



2003

ASTURIAS

Principado de Asturias



Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012.
Comunidad Autónoma del Principado de Asturias. Asturias. 2003.

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

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

Prólogo:
Jaime Palacio Suárez-Valgrande.

Diseño:
Miguel Mansanet, S.L.

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

NIPO: 311-03-047-0
ISBN: 84-8014-496-3
Depósito legal: M. 15276-2004

índice

AGRADECIMIENTOS.....	5
DIRECCIÓN TÉCNICA.....	5
PRÓLOGO	7
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes.....	13
1.2. Objetivos.....	16
1.3. Características del Inventario	17
1.4. Justificación.....	18
2. METODOLOGÍA	21
2.1. Generalidades	23
2.2. Erosión laminar y en regueros.....	25
2.2.1. Conceptos previos	25
2.2.2. Cálculo de los factores del modelo RUSLE	26
2.2.3. Levantamiento de parcelas de campo	27
2.2.4. Análisis de muestras de suelo.....	29
2.2.5. Proceso de datos	29
2.2.6. Análisis estadístico.....	33
2.2.7. Cálculo de pérdidas de suelo, cartografía de niveles erosivos y tablas de resultados	33
2.2.8. Tolerancia a las pérdidas de suelo y clasificación cualitativa de la erosión en función de la fragilidad del suelo	34
2.2.9. Comparaciones	36
2.2.10. Erosión potencial (laminar y en regueros).....	36
2.3. Erosión en cárcavas y barrancos.....	38
2.4. Movimientos en masa (erosión en profundidad)	39
2.5. Erosión en cauces.....	43
2.6. Erosión eólica	48
3. EROSIÓN LAMINAR Y EN REGUEROS EN ASTURIAS	53
3.1. Información de partida.....	57
3.2. Estratificación y diseño de muestreo.....	91
3.3. Resultados del trabajo de campo y proceso de datos	92
3.4. Cálculo de pérdidas de suelo y agrupación en niveles erosivos.....	93
3.5. Tolerancia a las pérdidas de suelo	109
3.6. Comparaciones	116
3.7. Erosión potencial (laminar y en regueros).....	119
4. EROSIÓN EN CÁRCAVAS Y BARRANCOS EN ASTURIAS.....	123
5. MOVIMIENTOS EN MASA EN ASTURIAS	137
6. EROSIÓN EN CAUCES EN ASTURIAS	169
7. EROSIÓN EÓLICA EN ASTURIAS	183
8. BIBLIOGRAFÍA	203
9. CARTOGRAFÍA	209

agradecimientos

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

Por otra parte la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente quiere expresar su gratitud por la colaboración de la Consejería de Medio Rural y Pesca y la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Gobierno del Principado de Asturias, así como del Organismo Autónomo Parques Nacionales.

Se agradece también la labor de redacción del prólogo a Jaime Palacio Suárez-Valgrande, Vicepresidente de la Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio (SEGAOT), miembro del Comité Científico de la Fundación Desarrollo y Naturaleza (DEYNA) y responsable técnico de la cartografía geomorfológica, de procesos activos, formaciones superficiales y suelos, a escala 1:25.000, en buena parte del territorio asturiano.

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 hecho posible su realización.

dirección técnica

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

prólogo

*Los bosques precedieron a la civilización,
los desiertos los siguieron (Chateaubriand).*

En un ambiente exógeno, uno de los procesos más importantes que tiene lugar, debido a la dinámica superficial de la tierra, es la erosión, es decir, el desgaste físico y químico que sufre la litosfera bajo la acción de los agentes atmosféricos.

La erosión es el proceso que tiende a nivelar la superficie terrestre, eliminando masa de las zonas elevadas hasta que se cumplan las condiciones en las que las variaciones de energía sean nulas, aproximándose a una superficie equipotencial.

El relieve, que observamos y disfrutamos, es el resultado del equilibrio dinámico entre erosión y transporte bajo condiciones variables de preparación de materiales para su eliminación (meteorización).

Por otra parte, la denudación implica movimiento del material meteorizado, que se expresa en forma de toneladas métricas de materiales eliminados por superficie y año. Por último la sedimentación, es el proceso por el que el material erosionado y transportado se deposita en zonas favorables de la superficie terrestre.

Así pues, el binomio erosión-sedimentación, considerado como proceso natural que origina una disminución y un aumento de masa, respectivamente, forma parte de los ecosistemas y es tan necesario como el resto de los procesos.

Sin erosión y sedimentación, no habría suelos, ni yacimientos, ni se completarían los ciclos de formación de minerales, rocas, etc.

Ahora bien, el hombre al eliminar o disminuir la vegetación (talas, incendios,...), al cultivar la tierra, urbanizarla, etc., provoca aumentos desmesurados o disminuciones drásticas en las tasas naturales de erosión y sedimentación. La utilización del territorio y los cambios de uso, son una de las formas más frecuentes de modificar intensidades de erosión y sedimentación.

Sólo en épocas recientes hemos comprendido la importancia de estas modificaciones e intentamos corregirla. Si alguna alteración provoca aumentos de erosión, el hombre conoce técnicas para reducirla, y la más eficaz es modificar las actividades que originan intensidades de erosión y/o sedimentación altas: a medida que el hombre destruye, debe restaurar.

La mayor parte de los riesgos geológicos, se asocian a procesos «catastróficos» (inundaciones, volcanes, terremotos) con importantes pérdidas económicas y en vidas

humanas. Los riesgos por erosión-sedimentación, si bien con intensidades normales no ocasionan riesgos peligrosos, la incidencia humana, a través de sus actividades, hace que lleguen a constituir riesgos de gran impacto social y económico.

Una de las causas principales de la desertificación es la erosión o pérdida de suelos, que se produce por erosión hídrica en sus diversas modalidades, por deflación eólica y movimientos en masa.

El concepto de desertificación adquirió un nuevo significado a partir de la Conferencia de Nairobi (1977). Hasta entonces se refería al proceso de crecimiento de desiertos por la pérdida de cobertura vegetal. En la actualidad el concepto es más global: «disminución o destrucción del potencial biológico de la Tierra, así como cualquier proceso de degradación del suelo, agua, o de otros recursos naturales sometidos a condiciones de tensión ecológica». El resultado es que los cambios ecológicos (naturales o inducidos) hacen que la superficie terrestre deje de ser útil para la agricultura y para ser habitada por el hombre.

Los datos absolutos sobre la relación entre erosión de suelos y descenso de productividad, y por ende con desertificación, son difíciles de calcular y de extrapolar, debido a la gran cantidad de factores que controlan ambos términos de la relación.

Cuando la tasa de erosión es superior a la de formación del suelo, se habla de erosión acelerada o excesiva, la consecuencia es el adelgazamiento del suelo e incluso su desaparición. La pérdida de suelos va acompañada del lógico deterioro de la estructura del terreno y de reducción de materia orgánica y nutrientes, que disminuyen su productividad.

España es el país de la Europa mediterránea más afectado por la desertificación. La superficie amenazada por pérdidas de productividad edáfica es del orden de 238.000 km². Los datos correspondientes a la erosión de España (Informe General sobre el Medio Ambiente en España) demuestran que el 43% de la superficie peninsular está afectada por erosión apreciable, la cual provoca una pérdida de suelo de más de mil millones de toneladas anuales. Los factores más decisivos son: antigüedad e intensidad de asentamientos humanos, escasas e irregulares precipitaciones, eliminación de cubierta vegetal, dificultad de cicatrización de vertientes desnudas y prácticas agrícolas y ganaderas que favorecen la erosión.

En un proyecto realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), sobre el impacto económico y social de riesgos geológicos en España, las cifras correspondientes a la erosión de suelos, son para el período considerado de 1986 a 2016 (30 años):

España	5.235 x 10 ⁶ €
Andalucía	1.180 x 10 ⁶ €
Asturias	73 x 10 ⁶ €

Estas cifras pueden parecer razonables para España ó para Andalucía pero intuitivamente no son asociables con la verde Asturias que, sin embargo, superaría los doce mil millones de pesetas.

La Dirección General de Conservación de la Naturaleza concedora de esta realidad asume a través de la Subdirección General de Montes, de acuerdo con el Real Decreto 1415/2000 de 31 de Julio, la función de la realización de estudios y estadísticas en materia de Conservación de la naturaleza, dentro de los que se incluye la «Elaboración y Actualización del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES)» y el correspondiente «Mapa de Estados Erosivos».

Tiene como objetivo detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente los principales procesos de erosión: laminar, en cauces, movimientos en masa, cárcavas, barrancos e incluso eólica, poco significativa en Asturias, y determinar su evolución e inventariado de forma continua. Está concebido con una periodicidad en la toma de datos de 10 años, lo que se hace merecedor de todos los parabienes, dada la absoluta necesidad de continuar con estudios e investigaciones de este tipo a medio y largo plazo.

Se trata, por último, de un trabajo tan necesario, como riguroso científicamente y que, en el caso particular del Principado, me siento doblemente orgulloso de prologar como técnico y como asturiano.

Jaime Palacio Suárez-Valgrande



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...»*.

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos forma parte de la estadística forestal española, tal y como establecen el Plan Forestal Español y la Ley 43/2003, de Montes.

Con este trabajo se da también cumplimiento a los compromisos adquiridos por España en la Conferencia Ministerial celebrada en Lisboa en 1998, donde los estados signatarios y la Unión Europea asumieron los criterios paneuropeos de gestión sostenible de los bosques y los indicadores asociados, como base de los informes internacionales y de la evaluación de los indicadores nacionales. En particular el Inventario Nacional de Erosión de Suelos da cumplimiento a este compromiso en lo que se refiere al criterio quinto: *«El mantenimiento y mejora de la función protectora de los bosques (especialmente sobre el suelo y el agua)»*.

Los antecedentes más remotos del trabajo que aquí se presenta datan de 1978, año en que el antiguo Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) publicó

el documento «La problemática de la erosión: programa de acciones en la vertiente mediterránea», en el que se cristalizaban las inquietudes suscitadas y concretadas por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación (Nairobi, 1977).

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

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

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

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

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

- Determinar el índice de erosión pluvial de Wischmeier (R) para poder aplicar el modelo USLE (*Universal Soil Loss Equation*, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo), inicialmente en la vertiente mediterránea y posteriormente en todo el territorio nacional (Agresividad de la Lluvia en España. ICONA. 1988).
- Establecer una cartografía que permitiera conocer, a una escala apta para la priorización de inversiones, las características de los fenómenos erosivos. En este

sentido, el antiguo ICONA inició en 1982 las acciones encaminadas a la realización de los Mapas de Estados Erosivos a escala 1:400.000 por grandes cuencas hidrográficas, publicándose los primeros resultados en 1987. Estos trabajos han proporcionado unos datos valiosísimos en cuanto a la evaluación global de la erosión en las grandes cuencas. La información de los Mapas de Estados Erosivos ha servido de base para la asignación territorial de las inversiones para el control de la erosión y la desertificación, en los sucesivos presupuestos del ICONA y, posteriormente, de esta Dirección General.

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

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

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

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

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

1.2 objetivos

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

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

1.3 características del Inventario

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

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

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

1.4 justificación

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





2. metodología



2.1 generalidades

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Erosión en cauces.

5. Erosión eólica.

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

2.2 erosión laminar y en regueros

2.2.1 conceptos previos

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

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

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

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

donde:

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

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

2.2.2 cálculo de los factores del modelo RUSLE

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

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

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

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

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

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

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

Tras la realización de los trabajos de campo y el análisis de los datos obtenidos se determina el valor medio por estrato del producto K·C·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 máximo 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 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.
- Intensidad de pastoreo.
- Rugosidad superficial.
- Características del horizonte superficial del suelo (profundidad, humedad, estructura, presencia de raíces), toma de muestra y etiquetado para su posterior análisis.
- Porcentaje estimado de afloramientos rocosos en superficie.
- Eventos anteriores (labores agrícolas, preparación del suelo, cortas, tratamientos selvícolas, incendios, etc.) y tiempo transcurrido.
- Observaciones e incidencias.
- Toma de fotografías.
- Señalamiento de la parcela sobre el terreno.

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

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

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

2.2.4 análisis de muestras de suelo

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

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.

Una vez 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.

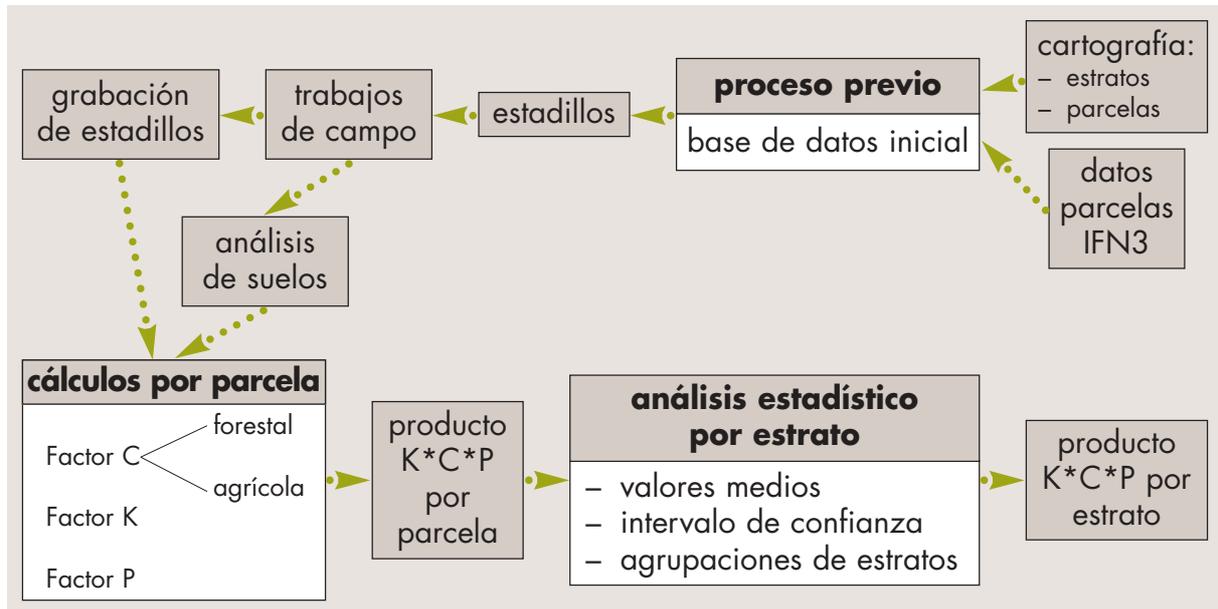


Figura 1. Esquema del proceso de cálculo de los factores K, C y P del modelo RUSLE.

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.

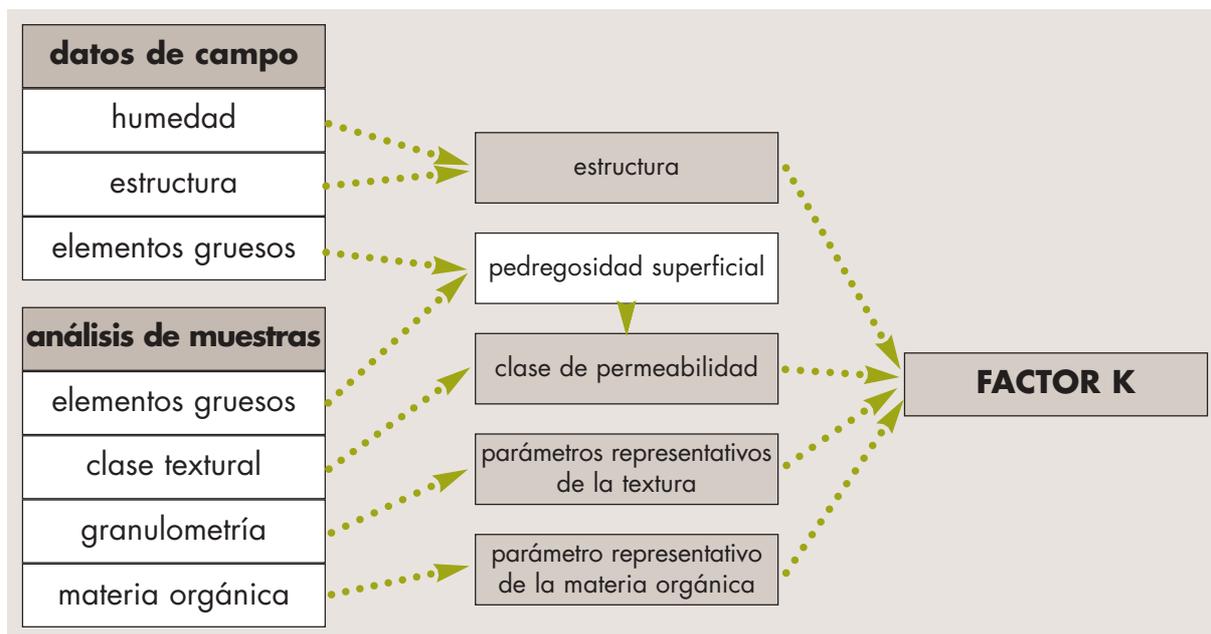


Figura 2. Esquema del proceso de cálculo del factor K.

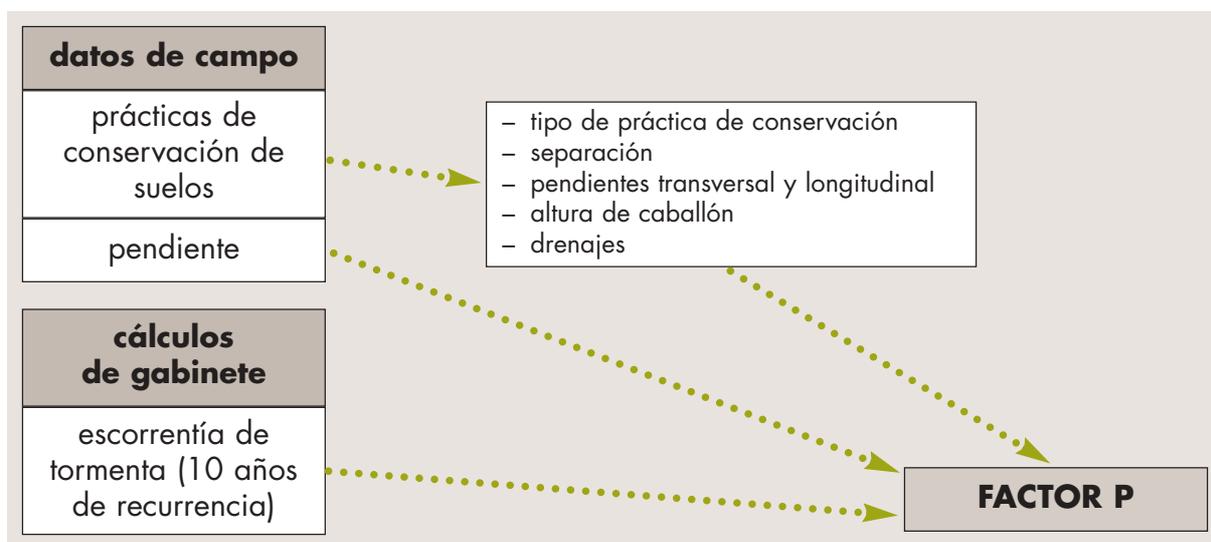


Figura 3. Esquema del proceso de cálculo del factor P.

- 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. En este cálculo se tiene en cuenta la

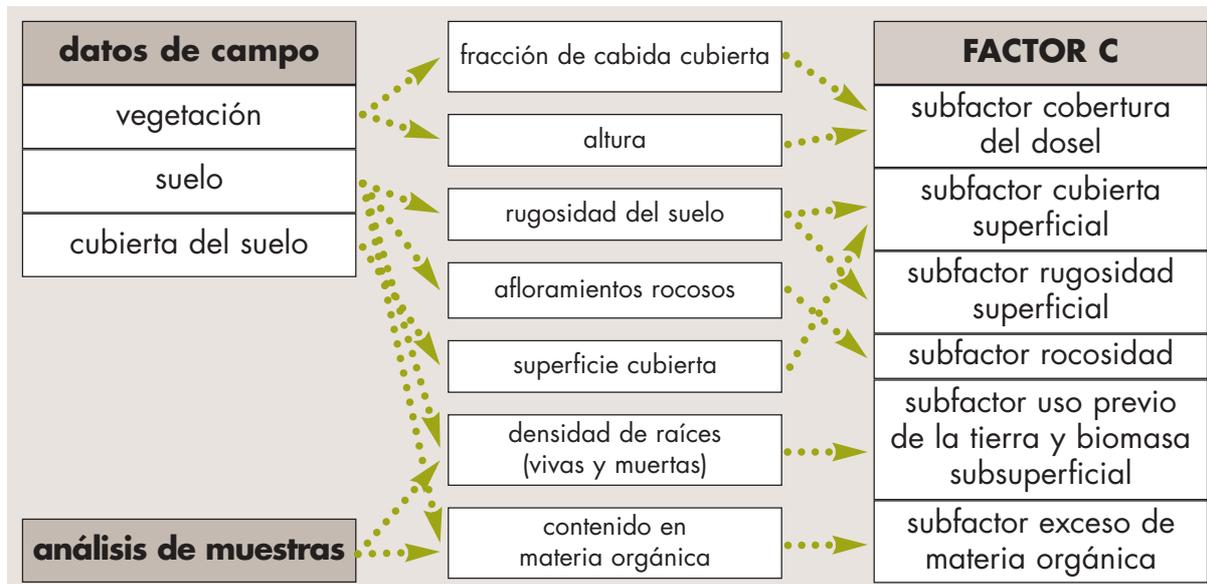


Figura 4. Esquema del proceso de cálculo del factor C en cubiertas permanentes.

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	—
Muy leve	>100
Leve	50-100
Moderada	25-50
Grave	10-25
Muy grave	<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	—	—
Muy leve	>100	—
Leve	50-100	1
Moderada - leve	25-50	2
Moderada - grave	25-50	5
Grave	10-25	8
Muy grave	<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 erosión potencial (laminar y en regueros)

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

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

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

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

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

2.3 erosión en cárcavas y barrancos

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

Las fotografías aéreas utilizadas en Asturias tienen una escala 1:18.000 y corresponden a un vuelo realizado en el año 1995.

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.

El riesgo sísmico se establece a partir de los valores de la aceleración sísmica básica que define la Norma de construcción sismorresistente (figura 5).

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:

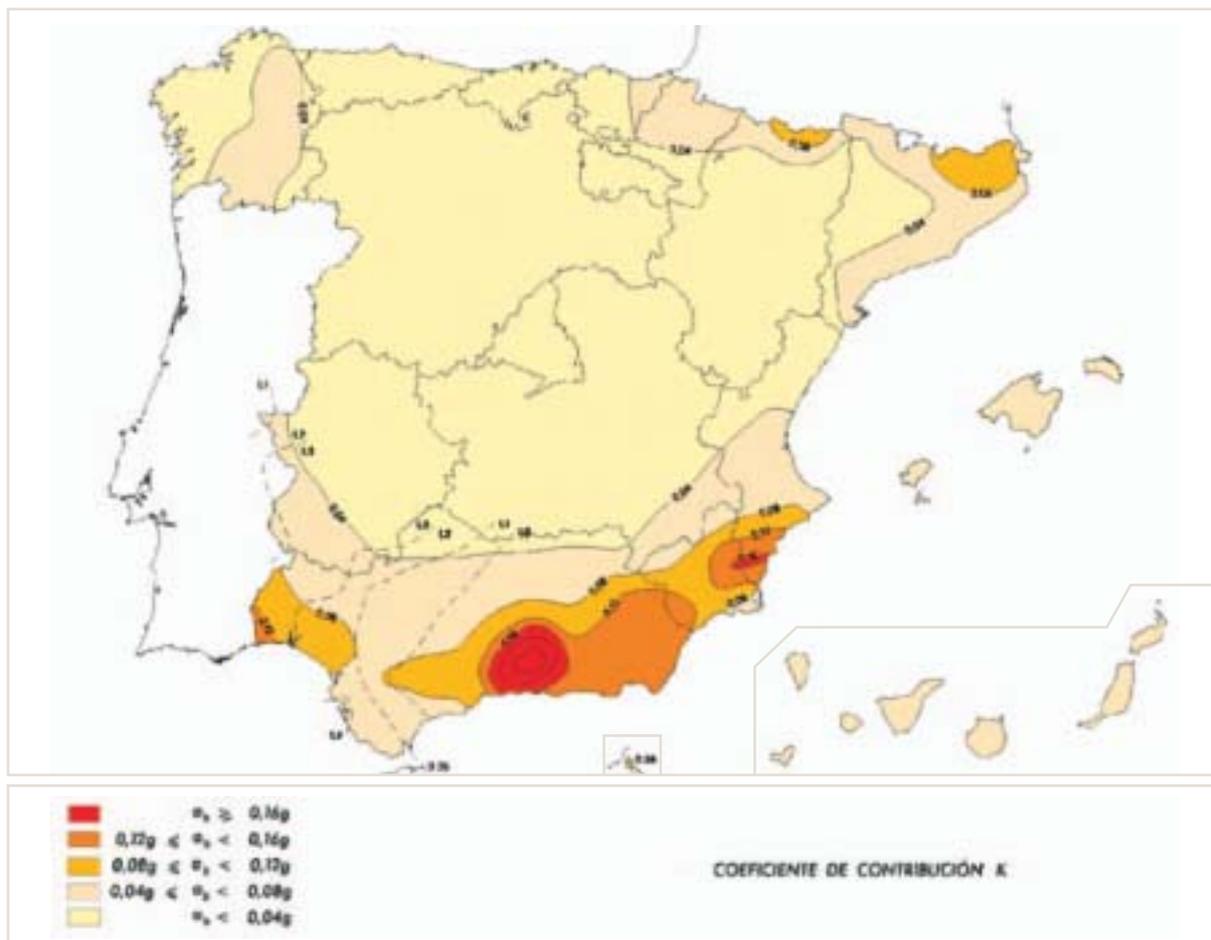


Figura 5. Mapa sísmico de la Norma de construcción sismorresistente.

- 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 escarpe (>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 (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 6 se esquematiza la metodología anterior:

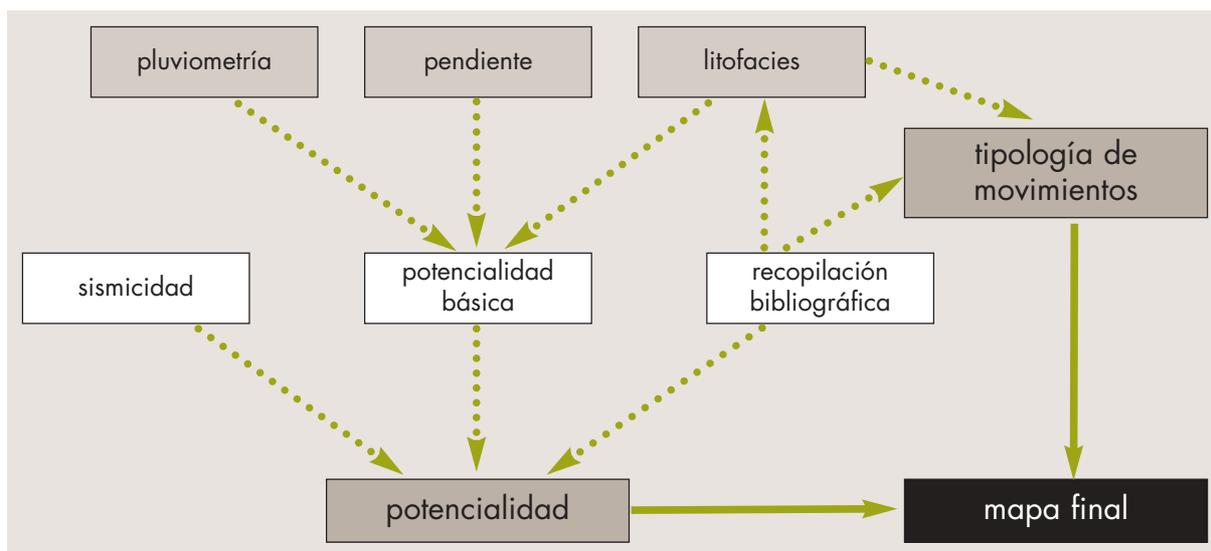


Figura 6. Esquema de la metodología para inventariar las zonas potenciales de movimientos en masa.

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 (τ); y la tensión límite o crítica, que se opone a la anterior y resulta de la resistencia que presentan los materiales a dicho arranque y transporte (τ_o)_{cr}.

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

$$\tau = \gamma R I$$

siendo:

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

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

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

siendo:

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

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

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

cuenca, y por otro, a la propensión de la misma a presentar *movimientos en masa*. La pendiente del cauce (I) se estima en función de la *pendiente* media del terreno de la unidad hidrológica. El radio hidráulico de la sección (R) depende del caudal circulante, a su vez directamente relacionado con la *intensidad de la precipitación*, para lo que se utiliza el valor de la precipitación máxima en 24 horas con periodo de retorno de 100 años (T100). En cuanto a los factores específicos que se oponen a la tensión de arrastre, el diámetro (d) y peso específico de los materiales (γ_m) dependen directamente de la *litología* existente, por lo que se estima, en función de las clases geológicas presentes, un valor medio de la misma.

A continuación, para cada uno de estos factores se señala la clasificación establecida y los valores asignados a cada intervalo. Mediante la combinación de todos ellos se obtiene, finalmente, el riesgo 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:*

T100 (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.* En primer lugar, a cada nivel de potencialidad se le asigna un valor según la tabla siguiente:

Potencialidad de movimientos en masa	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 de movimiento de masa	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 en laderas*, que a su vez se combina con el factor *intensidad de precipitación* obteniendo el factor conjunto *erosión en laderas y pluviometría*. Por último, en cada unidad hidrológica se combinan el factor *geomorfología* y el factor *erosión en laderas y pluviometría*, dando como resultado un valor cualitativo de *riesgo de erosión en cauces* para cada cuenca. En la figura 7 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.

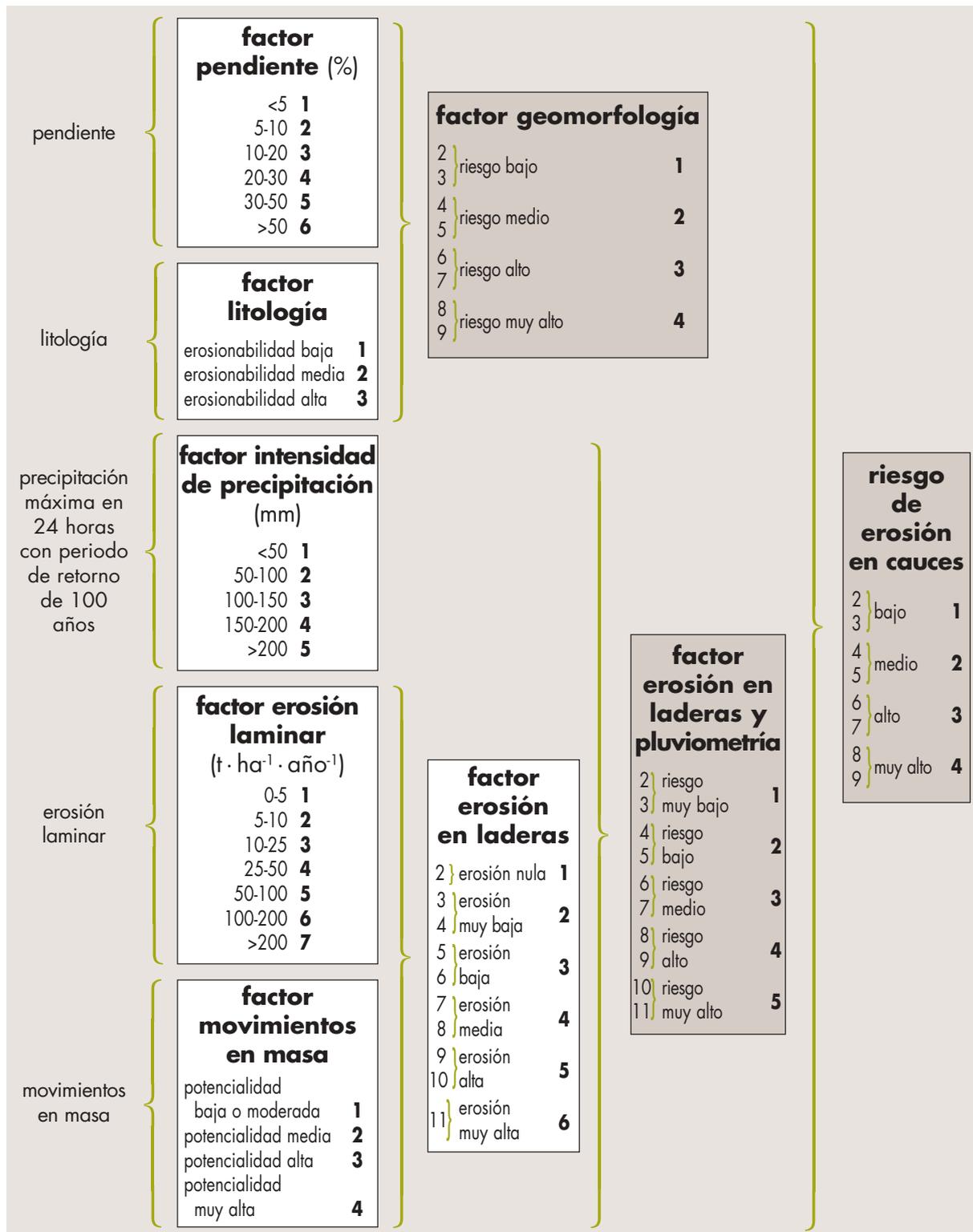


Figura 7. Esquema del proceso seguido para asignar un valor de riesgo de erosión en cauces en una unidad hidrológica.

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 de erosión eólica*.

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

El factor *viento* se extrae del Mapa Eólico Nacional del Instituto Nacional de Meteorología, a escala 1:1.000.000 (figura 8).

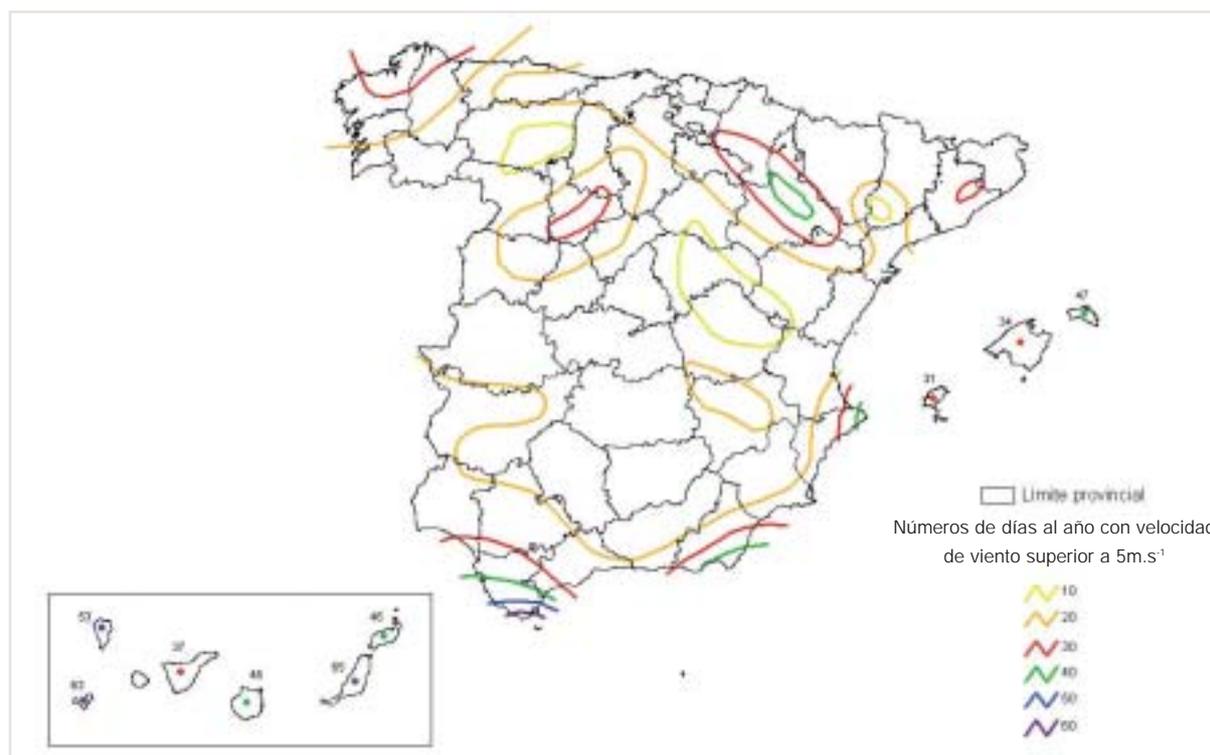


Figura 8. Mapa Eólico Nacional (Instituto Nacional de Meteorología).

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

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

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

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

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

– El grado de *erosionabilidad textural* se obtiene mediante la conjunción de, por un lado, el porcentaje de arcilla y limo, y por otro, el porcentaje de gravas existente en el suelo. Estos valores se dividen en intervalos, a cada uno de los cuales se le asigna un determinado índice:

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

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

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

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

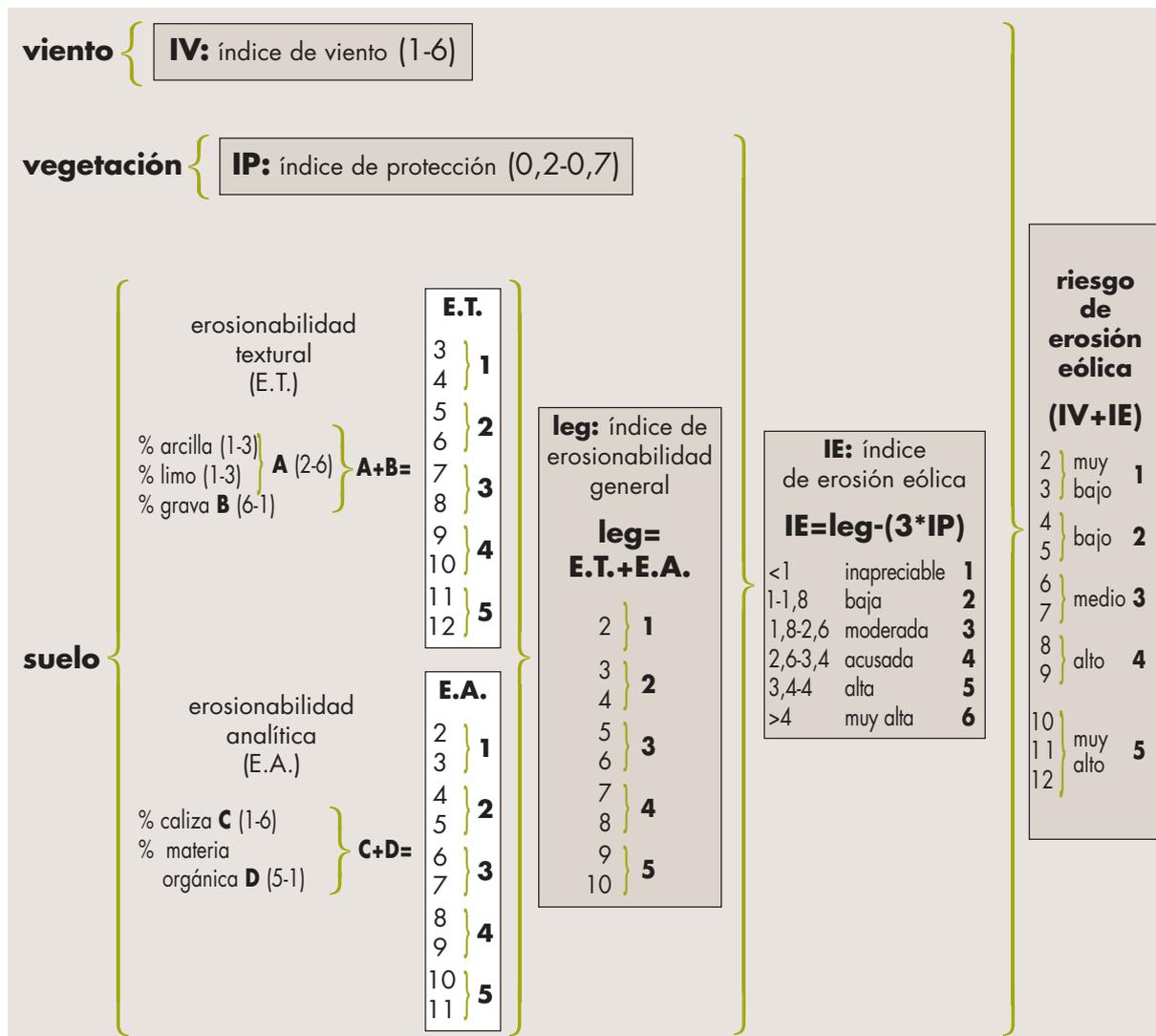


Figura 9. Esquema del cálculo del riesgo de erosión eólica en áreas de deflación.

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

En la parte superior de esta página se presenta un esquema de todo el proceso (figura 9).



3. erosión laminar y en regueros en Asturias



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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Finalmente, se presenta una estimación de la erosión potencial de tipo 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 Asturias.

Tabla 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Asturias.

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 Asturias.



Mapa 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Asturias



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 3.1.1 estaciones meteorológicas utilizadas de la provincia de Asturias

Indicativo	Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Tipo
1191	AMIEVA 'RESTAÑO'	05°01'47" W	43°13'30"	700	T
1201	SAN MARTÍN DE BADA	05°10'07" W	43°21'10"	280	P
1208	GIJÓN	05°38'31" W	43°32'18"	3	C
1216	RÍOSECO DE SOBRESCOBIO	05°27'17" W	43°13'20"	390	T
1225	LA PARAYA 'C.E.'	05°34'27" W	43°04'20"	640	P
1235	SOTO DE RIBERA	05°52'27" W	43°18'40"	127	T
1245	ARGÜELLES DE SIERO	05°44'17" W	43°23'20"	220	P
1250	SANTULLANO DE LAS REGUERAS	05°58'17" W	43°24'50"	180	P
1251	GRADO	06°03'47" W	43°22'50"	60	T
1252	SAN ROMÁN DE CANDAMO	06°04'17" W	43°27'00"	240	T
1259	GENESTOSO	06°23'47" W	43°03'50"	1.180	T
1265	BESULLO DE CANGAS DE NARCEA	06°37'57" W	43°11'20"	530	P
1266	POLA DE ALLANDE	06°36'37" W	43°16'13"	580	P
1267	ARGANZA	06°29'47" W	43°15'50"	320	T
1269	GENESTAZA	06°21'17" W	43°12'30"	680	P
1272	SOTO DE LA BARCA	06°23'47" W	43°17'30"	213	T
1273	PRESA DE LA BARCA	06°18'27" W	43°19'00"	214	T
1274	SOTO DE LOS INFANTES	06°16'17" W	43°21'30"	127	P
1287	ZARDAÍN	06°33'07" W	43°23'30"	410	T
1288	VALLE DE TABLADO	06°28'17" W	43°22'30"	600	T
1291	MONES DE LUARCA	06°20'27" W	43°30'20"	440	P
1305	ALGUERDO	06°46'37" W	42°59'15"	562	P
1309	SAN ANTOLÍN DE IBIAS	06°52'27" W	43°02'20"	308	T
1314	GRANDAS DE SALIME	06°52'37" W	43°13'30"	640	T
1315	SANTA COLOMA	06°43'27" W	43°17'45"	760	P
1327	ONETA	06°40'12" W	43°27'55"	330	P
1341	OURIA DE TARAMUNDI	07°03'37" W	43°24'35"	300	P
1182E	VIDIAGO	04°39'57" W	43°23'45"	60	P
1183E	PARRES DE LLANES	04°46'42" W	43°24'25"	70	P
1186I	AMIEVA 'CAMPORRIONDI'	05°06'27" W	43°15'00"	180	T
1192I	BENIA	04°58'02" W	43°20'05"	210	P
1196E	VIOBES	05°30'27" W	43°23'00"	350	P
1207E	CANDANAL DE VILLAVICIOSA	05°33'12" W	43°27'30"	160	P
1208E	PINZALES DE GIJÓN	05°43'07" W	43°29'20"	45	P
1212E	RANON 'AEROPUERTO DE ASTURIAS'	06°01'58" W	43°33'53"	127	C
1214U	CAMPO DE CASO	05°20'15" W	43°10'55"	577	T
1219I	SAMA DE LANGREO 'G.C.'	05°41'02" W	43°17'40"	214	P
1221A	PAJARES 'G.C.'	05°46'22" W	43°01'00"	1.000	P
1229U	SANTA CRUZ DE MIERES C.T.	05°46'17" W	43°11'20"	280	T
1239I	PROAZA	06°01'17" W	43°15'00"	195	T
1247I	EL PEVIDAL DE SIERO	05°36'07" W	43°25'50"	450	P
1249I	OVIEDO 'EL CRISTO'	05°52'24" W	43°21'13"	336	C

sigue,



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

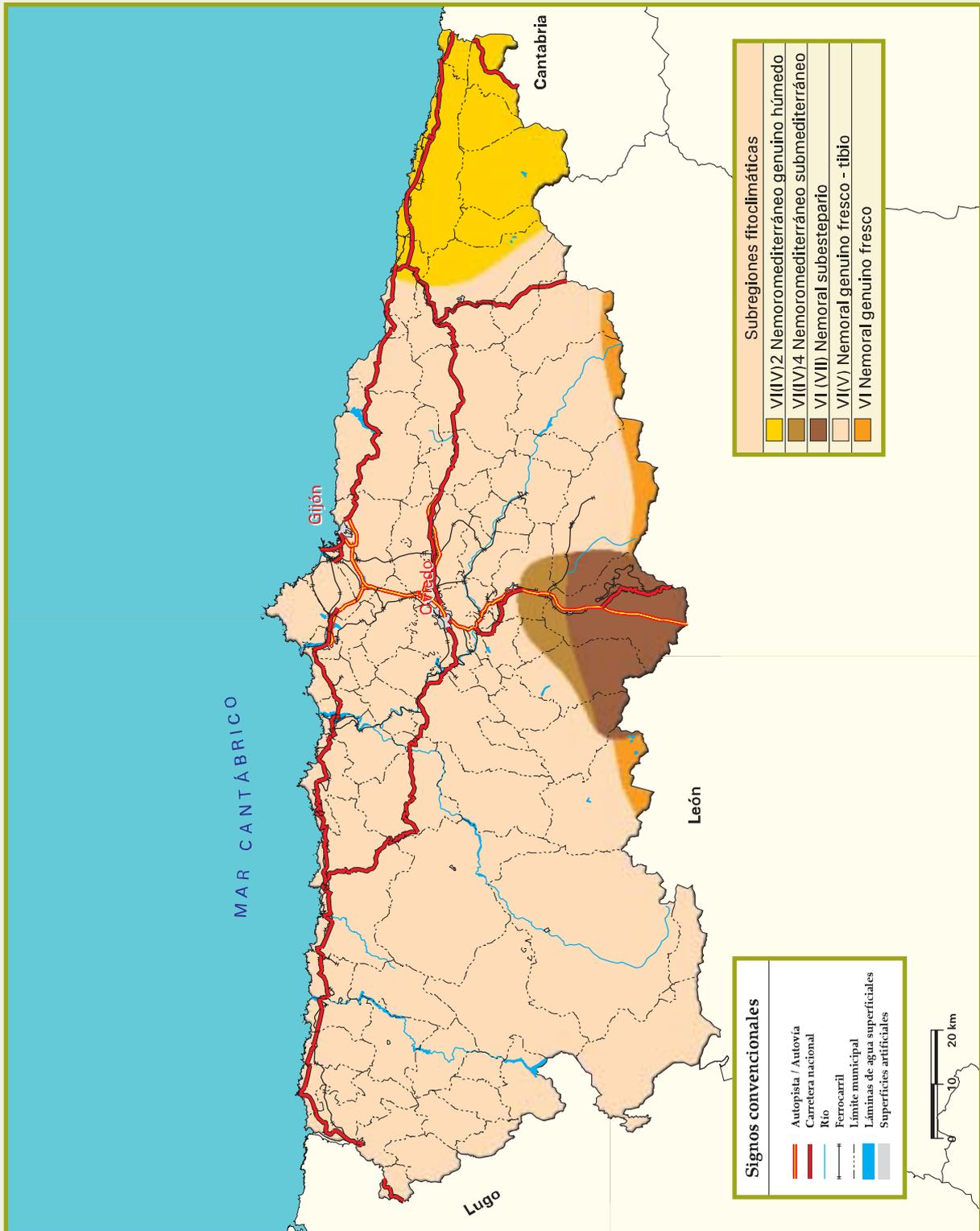
Indicativo	Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Tipo
1255E	MOAL	06°38'27" W	43°02'45"	610	T
1260A	CANGAS DE NARCEA	06°33'07" W	43°10'35"	376	P
1288I	OVIENES	06°30'32" W	43°26'35"	220	P
1311E	BERDUCEDO	06°45'57" W	43°14'00"	910	P
1311I	SALCEDO DE ALLANDE	06°45'42" W	43°12'05"	680	P
1314E	SANZO	06°51'47" W	43°15'00"	590	P
1323C	ILLANO DE ILLANO	06°51'57" W	43°19'50"	355	P
1323I	GIO	06°50'42" W	43°21'40"	280	P
1323O	DOIRAS 'EMBALSE'	06°49'27" W	43°23'10"	35	P
1325E	PONTICIELLA	06°44'22" W	43°23'35"	400	P
1327D	ARBÓN 'EMBALSE'	06°43'27" W	43°28'50"	35	P
1327E	TRELLES	06°43'57" W	43°29'15"	100	P
1327I	ANLEO	06°41'37" W	43°30'30"	140	P
1328E	LA CARIDAD DE EL FRANCO 'G.C.'	06°49'47" W	43°33'05"	63	P
1330I	REQUEJO DE CASTROPOL	06°57'17" W	43°27'00"	300	P
1332E	PIANTÓN	07°01'37" W	43°27'40"	40	P
1340A	TARAMUNDI 'LORIDO'	07°06'45" W	43°21'35"	340	T

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





Mapa 3.1.2 subregiones fitoclimáticas



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.

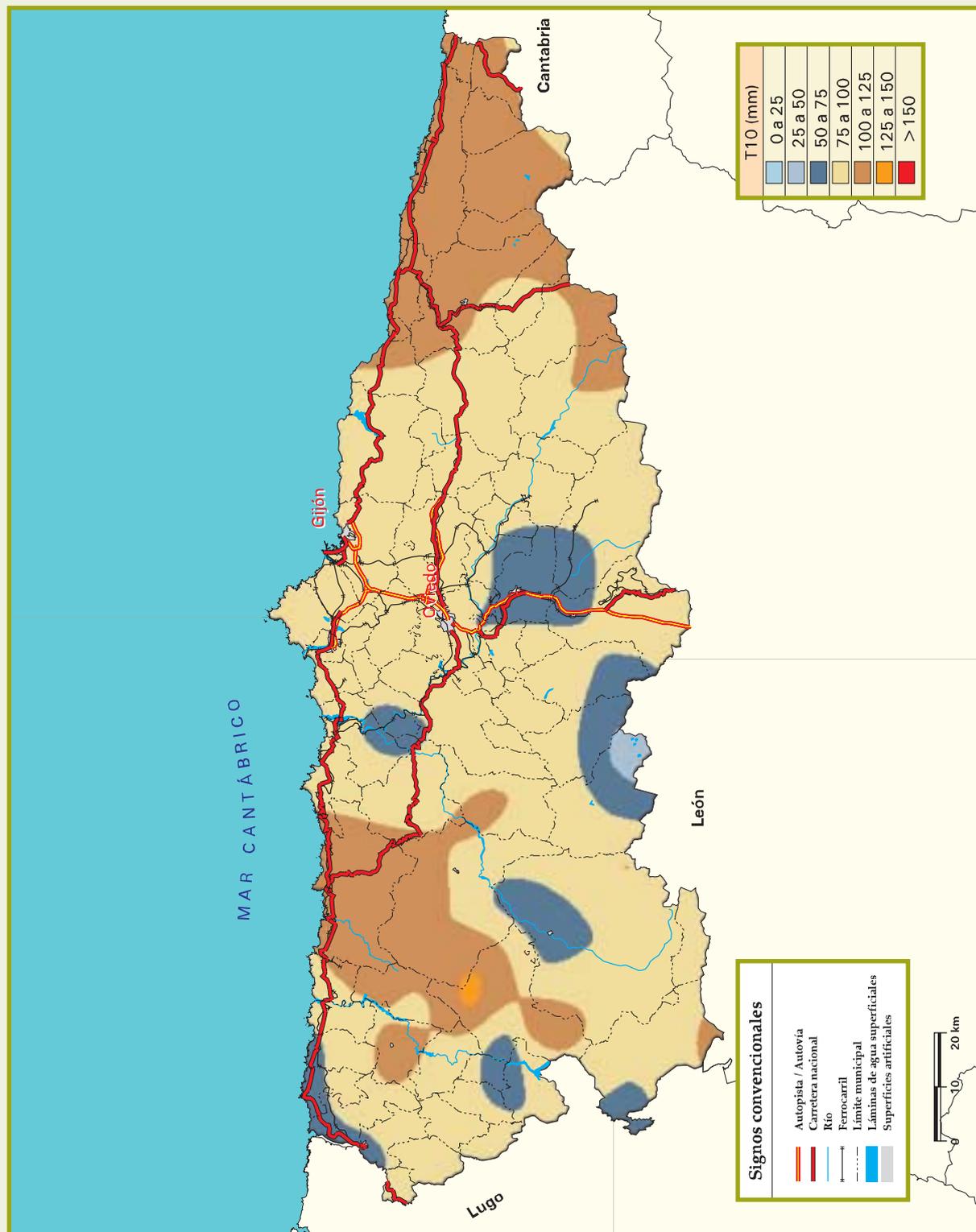


Tabla 3.1.2 superficies según subregiones fitoclimáticas

Subregiones fitoclimáticas		Superficie geográfica	
		ha	%
VI(IV)2	Nemoromediterráneo genuino húmedo	94.806,38	8,94
VI(IV)4	Nemoromediterráneo submediterráneo	17.758,46	1,67
VI(VII)	Nemoral subestepario	47.492,97	4,48
VI(V)	Nemoral genuino fresco-tibio	882.966,35	83,28
VI	Nemoral genuino fresco	17.332,96	1,63
	TOTAL	1.060.357,12	100,00



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



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.

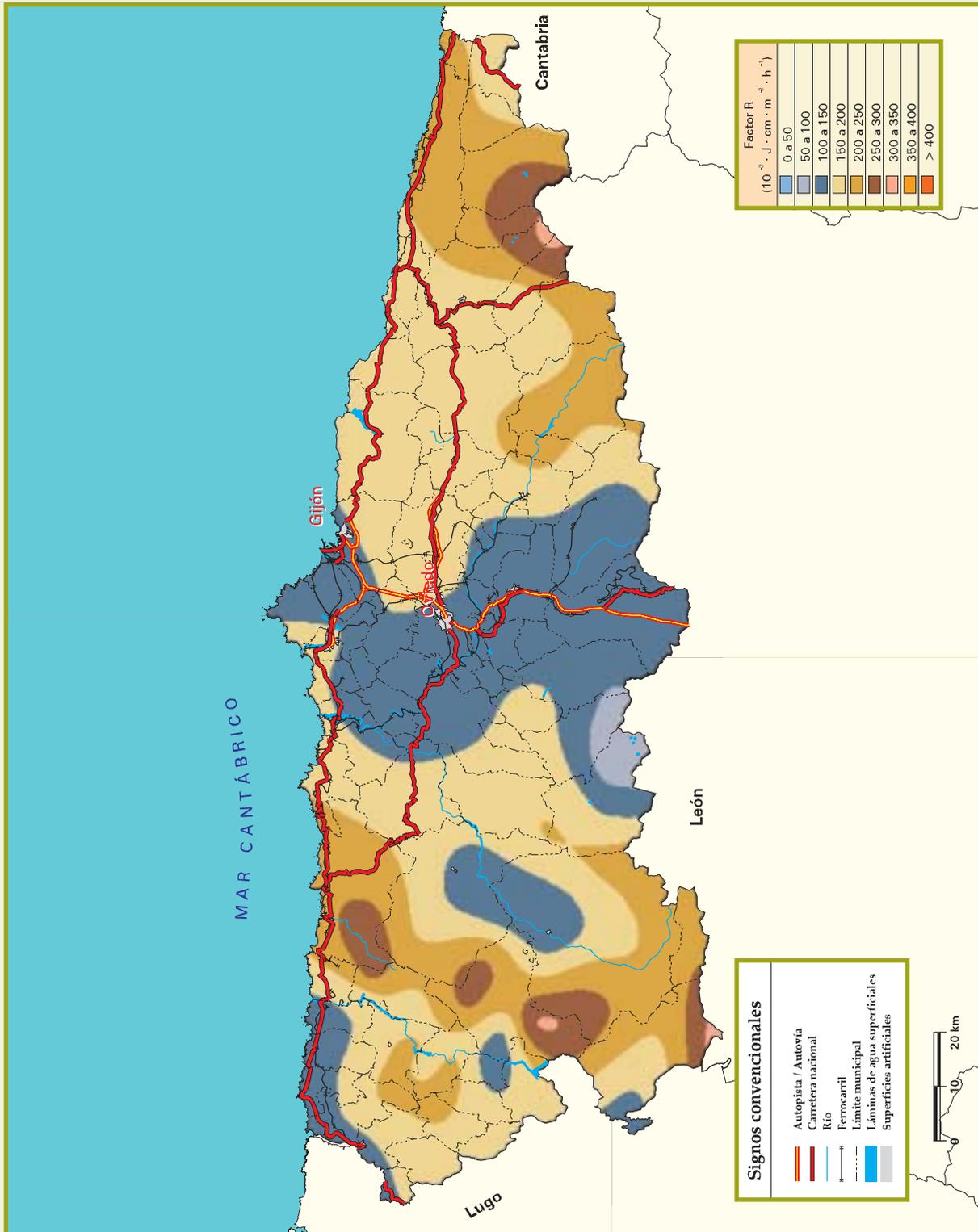


Tabla 3.1.3 superficies según intervalos de precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años (T10)

Precipitación máxima en 24 h para un periodo de retorno de 10 años (mm)	Superficie geográfica	
	ha	%
0-25	0,00	0,00
25-50	4.781,76	0,45
50-75	106.201,08	10,02
75-100	687.626,48	64,84
100-125	259.760,22	24,50
125-150	1.987,58	0,19
>150	0,00	0,00
TOTAL	1.060.357,12	100,00
Valor medio: 91,4		



Mapa 3.1.4 factor R (índice de erosión pluvial)



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	0,00	0,00
50-100	12.448,49	1,17
100-150	284.808,20	26,86
150-200	462.446,16	43,62
200-250	244.356,46	23,04
250-300	53.376,33	5,03
300-350	2.921,48	0,28
350-400	0,00	0,00
>400	0,00	0,00
TOTAL	1.060.357,12	100,00
Valor medio: 177,4		



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



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



Tabla 3.1.5 superficies según bandas altimétricas

Altitud (m)	Superficie geográfica	
	ha	%
< 500	485.881,49	45,82
≥ 500	574.475,63	54,18
TOTAL	1.060.357,12	100,00
Valor medio: 627,4		



Mapa 3.1.6 pendiente



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	45.188,37	4,26
5-10	59.343,42	5,60
10-20	127.426,95	12,02
20-30	156.109,40	14,72
30-50	344.196,44	32,46
>50	328.092,54	30,94
TOTAL	1.060.357,12	100,00
Valor medio: 39,8		



Mapa 3.1.7 orientación



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	566.379,31	53,41
Umbría	389.446,02	36,73
Todos los vientos	104.531,79	9,86
TOTAL	1.060.357,12	100,00



Mapa 3.1.8 Longitud de ladera



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	200.883,88	18,94
50-100	323.492,27	30,51
100-150	162.953,87	15,37
150-200	117.435,42	11,08
200-300	143.579,75	13,54
>300	112.011,93	10,56
TOTAL	1.060.357,12	100,00
Valor medio: 126,8		



Mapa 3.1.9 factor LS



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	62.888,12	5,93
1-2	49.375,93	4,66
2-5	121.832,00	11,49
5-10	185.016,66	17,45
10-20	246.206,62	23,22
20-40	298.503,53	28,15
>40	96.534,26	9,10
TOTAL	1.060.357,12	100,00
Valor medio: 17,6		



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 Navarra aparecen siete litofacies erosivas, cuya descripción general es la siguiente:

- *Formaciones superficiales no consolidadas*: coluviones, conos de deyección, derrubios de ladera, depósitos fluvioglaciares, aluviones, terrazas, playas y dunas, depósitos de rasa y, en general, depósitos cuaternarios indiferenciados.
- *Formaciones superficiales consolidadas*: morrenas glaciares, terrazas antiguas, travertinos y tobas calcáreas.
- *Rocas sedimentarias blandas*: arenas, arcillas y margas del Cretácico inferior; arenas, cantos y arcillas del Terciario.
- *Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas*: pizarras negras y ampelitas del Silúrico; arcillas, areniscas y evaporitas del Triásico; arcillas y areniscas del Jurásico superior; calizas arenosas y arcillas del Cretácico inferior y arenas, areniscas, arcillas y conglomerados del Cretácico superior.
- *Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes y alternancia de rocas metamórficas blandas y resistentes*: pizarras con intercalaciones volcánicas ácidas del Precámbrico; pizarras verdes del Cámbrico medio; pizarras negras del Ordovícico medio; pizarras negras del Silúrico; alternancias de calizas, dolomías y margas del Devónico inferior; alternancias de pizarras y areniscas del Devónico medio; alternancias de pizarras y areniscas con capas de carbón, y pizarras negras del Carbonífero; alternancias de conglomerados, areniscas, margas, pizarras y evaporitas del Pérmico; alternancias de areniscas, arcillas rojas y conglomerados del Triásico; alternancias de arcillas amarillentas, margas y calizas, alternancias de calizas, dolomías y arcillas y alternancias de conglomerados y arenas del Jurásico inferior; alternancias de calizas, arcillas y areniscas y alternancias de conglomerados, arcillas y areniscas del Cretácico inferior.
- *Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes*: areniscas feldespáticas, areniscas, cuarcitas, pizarras y conglomerados del Cámbrico inferior; calizas y dolomías del Cámbrico medio; areniscas, pizarras y cuarcitas del Cámbrico superior-Ordovícico inferior; areniscas y pizarras del Ordovícico inferior; pizarras



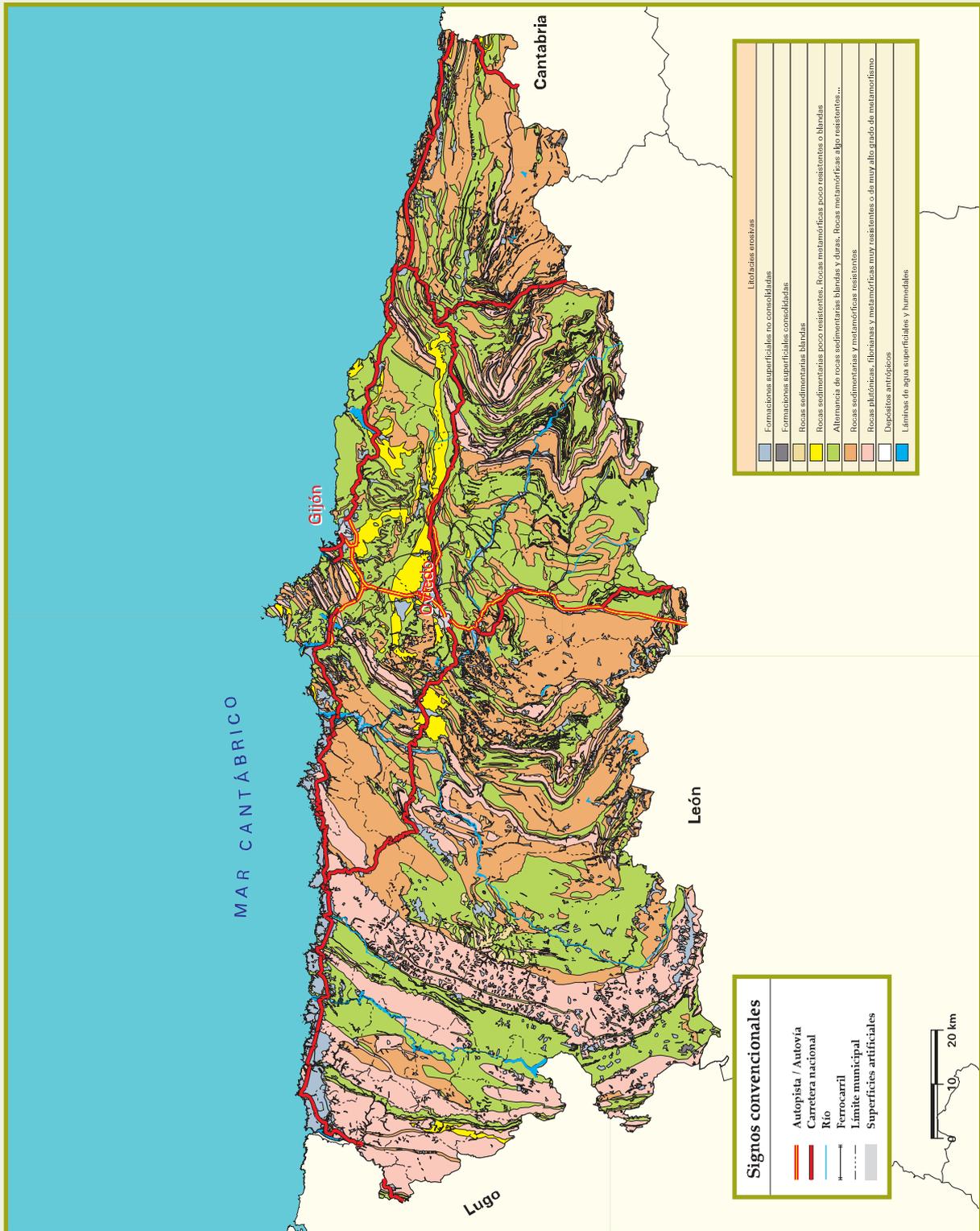
negras masivas del Ordovícico medio; areniscas, siltitas y pizarras del Ordovícico superior; calizas y tobas del Silúrico; calizas del Devónico medio y superior; areniscas y cuarcitas con niveles de pizarras del Devónico superior; calizas, brechas y conglomerados del Carbonífero; conglomerados y areniscas rojas del Triásico; conglomerados silíceos y areniscas del Jurásico medio y conglomerados calizos del Cretácico inferior.

- *Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo:* cuarcitas y rocas volcánicas del Cámbrico; cuarcitas del Ordovícico inferior; cuarcitas y metabasitas del Ordovícico medio; areniscas ferruginosas del Devónico medio y del Devónico superior-Silúrico; diques de pegmatita, aplita, diabasa y pórfido; granito de dos micas y granito moscovítico.
- *Depósitos antrópicos.*





Mapa 3.1.10 litofacies erosivas



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	91.370,03	8,62
Formaciones superficiales consolidadas	3.500,99	0,33
Rocas sedimentarias blandas	4.597,33	0,43
Rocas sedimentarias poco resistentes. Rocas metamórficas poco resistentes o blandas	34.538,00	3,26
Alternancia de rocas sedimentarias blandas y duras. Rocas metamórficas algo resistentes y alternancia de rocas metamórficas blandas y resistentes	387.915,62	36,58
Rocas sedimentarias y metamórficas resistentes	336.703,75	31,75
Rocas plutónicas, filonianas y metamórficas muy resistentes o de muy alto grado de metamorfismo	200.813,12	18,94
Depósitos antrópicos	107,99	0,01
Láminas de agua superficiales	810,29	0,08
TOTAL	1.060.357,12	100,00

Nota: 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 (mapa y tabla 3.1.11) 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 Asturias, los tipos de formaciones que conforman las clases matorral o herbazal son las siguientes:

- Matorral con nivel evolutivo muy alto: espinar, acebedar, mancha y arbustedo.
- Matorral con nivel evolutivo alto: tojar, retamar, madroñal, brezal mediano denso, garriga densa y aliagar.
- Matorral con nivel evolutivo medio: erizal, brezal xerófilo y helechar mixto.
- Herbazal con nivel evolutivo muy alto: césped denso de altura «braña de cumbres».
- Herbazal con nivel evolutivo alto: prado de diente y pastizal mesófilo denso.
- Herbazal con nivel evolutivo medio: prado de siega, helechar de altura y matas bajas y herbáceas vivaces en karst.

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.

En el CD-ROM adjunto se incluye la tabla 3.1.12 donde se desglosan las clases de vegetación y usos del suelo.



Mapa 3.1.11 vegetación y usos del suelo



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	44.359,76	4,19
Forestal arbolado frondosas	304.265,42	28,68
Forestal arbolado mixto	12.368,88	1,17
Plantaciones forestales	71.391,76	6,73
TOTAL FORESTAL ARBOLADO	432.385,82	40,77
Matorral	256.669,68	24,21
Herbazal	9.576,63	0,90
Desiertos y semidesiertos de vegetación	50.593,20	4,77
TOTAL FORESTAL DESARBOLADO	316.839,51	29,88
Cultivos herbáceos	22.881,40	2,16
Frutales	11.427,95	1,08
Praderas y pastizales	176.312,84	16,63
Otros cultivos	76.946,84	7,26
TOTAL CULTIVOS	287.569,03	27,13
Láminas de agua superficiales y humedales	4.367,65	0,41
Superficies artificiales	19.195,11	1,81
TOTAL OTRAS SUPERFICIES	23.562,76	2,22
TOTAL	1.060.357,12	100,00

3.2 estratificación y diseño de muestreo



Para la determinación de los valores de los factores K, C y P del modelo RUSLE se han definido 84 estratos en la provincia de Asturias y se han levantado 482 parcelas de campo. Dichos estratos provienen de la superposición de las capas temáticas de subregiones fitoclimáticas, altitud, pendiente, orientación, litología y vegetación o usos del suelo. En el CD-ROM adjunto se incluye la tabla 3.2.1 que resume la definición de los estratos, indicando los factores fijos y variables en cada uno de ellos, así como su superficie y el número de parcelas asignadas.

Los trabajos de campo se relizaron entre junio y septiembre de 2003.



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 1.000 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.

Los porcentajes de superficie de estas tablas se refieren a la superficie geográfica total de la provincia, siendo la superficie erosionable aquella susceptible de sufrir procesos de erosión, calculada deduciendo de la superficie geográfica las superficies artificiales, láminas de agua superficiales y humedales.

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

Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Asturias.

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.

Tabla 3.4.11 superficie según vegetación, pendiente y niveles erosivos.

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



Mapa 3.4.1 niveles erosivos





Tabla 3.4.1 pérdidas de suelo y superficie según niveles erosivos

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ · año ⁻¹)	Superficie geográfica		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	
	ha	%	t·año ⁻¹	%		
1	0-5	432.468,52	40,79	980.744,50	5,41	2,27
2	5-10	209.467,33	19,75	1.508.963,04	8,32	7,20
3	10-25	224.647,84	21,19	3.530.271,67	19,46	15,71
4	25-50	80.608,53	7,60	2.797.198,70	15,42	34,70
5	50-100	54.432,12	5,13	3.871.308,60	21,34	71,12
6	100-200	29.343,49	2,77	3.970.125,35	21,90	135,30
7	>200	5.826,53	0,55	1.478.718,05	8,15	253,79
SUPERFICIE EROSIONABLE		1.036.794,36	97,78	18.137.329,91	100,00	17,49
8	Láminas de agua superficiales y humedales	4.367,65	0,41			
9	Superficies artificiales	19.195,11	1,81			
TOTAL		1.060.357,12	100,00			

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

El nivel erosivo 1 (<5 t·ha⁻¹·año⁻¹) 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

Pendiente (%)	Vegetación	Superficie geográfica		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
		ha	%	t·año ⁻¹	%	
<5	Forestal arbolado	7.449,67	0,70	1.478,92	0,01	0,20
	Forestal desarbolado	2.211,82	0,21	314,75	0,00	0,14
	Cultivos	26.493,32	2,50	55.199,78	0,30	2,08
5-10	Forestal arbolado	11.990,41	1,13	8.135,40	0,04	0,68
	Forestal desarbolado	5.033,43	0,47	1.730,48	0,01	0,34
	Cultivos	36.965,94	3,49	217.592,42	1,20	5,89
10-20	Forestal arbolado	35.452,47	3,34	74.929,40	0,41	2,11
	Forestal desarbolado	20.854,08	1,97	21.045,94	0,12	1,01
	Cultivos	66.734,03	6,29	1.240.609,19	6,84	18,59
20-30	Forestal arbolado	57.964,14	5,47	240.603,08	1,33	4,15
	Forestal desarbolado	37.114,88	3,50	81.676,74	0,45	2,20
	Cultivos	58.884,52	5,55	2.287.600,03	12,61	38,85
30-50	Forestal arbolado	158.411,76	14,95	1.571.448,36	8,66	9,92
	Forestal desarbolado	109.139,63	10,29	481.149,77	2,65	4,41
	Cultivos	74.592,59	7,04	5.786.392,07	31,92	77,57
>50	Forestal arbolado	161.117,37	15,19	2.114.613,54	11,66	13,12
	Forestal desarbolado	142.485,67	13,44	892.974,75	4,92	6,27
	Cultivos	23.898,63	2,25	3.059.835,29	16,87	128,03
SUPERFICIE EROSIONABLE		1.036.794,36	97,78	18.137.329,91	100,00	17,49
Láminas de agua superficiales y humedales		4.367,65	0,41			
Superficies artificiales		19.195,11	1,81			
TOTAL		1.060.357,12	100,00			

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 3.4.3 pérdidas de suelo y superficie según términos municipales

Término municipal	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Allande	34.089,47	3,21	535.721,10	2,95	15,72
Aller	37.296,07	3,52	618.424,07	3,41	16,58
Amieva	11.349,37	1,07	277.455,88	1,53	24,45
Avilés	1.394,78	0,13	12.649,76	0,07	9,07
Belmonte de Miranda	20.702,11	1,95	521.211,90	2,87	25,18
Bimenes	3.235,77	0,31	85.007,29	0,47	26,27
Boal	11.796,58	1,11	233.542,93	1,29	19,80
Cabrales	23.725,58	2,24	268.373,56	1,48	11,31
Cabranes	3.807,46	0,36	88.735,21	0,49	23,31
Candamo	7.093,95	0,67	125.531,79	0,69	17,70
Cangas del Narcea	82.046,93	7,74	1.877.660,68	10,36	22,89
Cangas de Onís	21.030,27	1,98	310.010,75	1,71	14,74
Caravia	1.291,79	0,12	9.931,44	0,05	7,69
Carreño	6.185,42	0,58	65.143,28	0,36	10,53
Caso	30.570,82	2,88	526.437,16	2,90	17,22
Castrillón	4.955,09	0,47	50.788,47	0,28	10,25
Castropol	12.077,46	1,14	152.415,46	0,84	12,62
Coaña	6.318,27	0,60	75.660,46	0,42	11,97
Colunga	9.669,65	0,91	127.076,67	0,70	13,14
Corvera de Asturias	4.172,04	0,39	50.013,33	0,28	11,99
Cudillero	9.710,88	0,92	152.237,68	0,84	15,68
Degaña	8.455,82	0,80	158.896,90	0,88	18,79
Franco (El)	7.754,40	0,73	88.367,88	0,49	11,40
Gijón	15.062,02	1,42	233.689,67	1,29	15,52
Gozón	7.845,90	0,74	74.496,07	0,41	9,49
Grado	21.997,45	2,07	527.775,82	2,91	23,99
Grandas de Salime	10.947,38	1,03	137.945,91	0,76	12,60
Ibias	33.090,30	3,12	488.321,69	2,69	14,76
Illano	10.013,05	0,94	166.892,10	0,92	16,67
Illas	2.538,72	0,24	34.044,30	0,19	13,41
Langreo	7.262,40	0,68	126.484,14	0,70	17,42
Laviana	12.885,12	1,22	321.139,26	1,77	24,92
Lena	31.146,13	2,94	414.280,35	2,28	13,30
Valdés	34.928,30	3,29	807.134,94	4,45	23,11
Llanera	9.979,33	0,94	122.002,36	0,67	12,23
Llanes	25.638,40	2,42	558.557,12	3,08	21,79
Mieres	13.462,25	1,27	246.051,40	1,36	18,28
Morcín	4.875,02	0,46	105.371,27	0,58	21,61
Muros de Nalón	643,52	0,06	7.301,81	0,04	11,35
Nava	9.471,97	0,89	113.983,71	0,63	12,03

sigue,



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

Término municipal	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Navia	6.071,74	0,57	72.971,81	0,40	12,02
Noreña	451,46	0,04	5.061,21	0,03	11,21
Onís	7.518,05	0,71	123.080,56	0,68	16,37
Oviedo	16.851,17	1,59	265.557,15	1,46	15,76
Parres	12.470,46	1,18	201.477,36	1,11	16,16
Peñamellera Alta	9.172,48	0,87	106.294,18	0,59	11,59
Peñamellera Baja	8.244,27	0,78	172.736,67	0,95	20,95
Pesoz	3.859,55	0,36	47.887,36	0,26	12,41
Piloña	28.156,14	2,66	485.041,10	2,67	17,23
Ponga	20.556,70	1,94	295.979,70	1,63	14,40
Pravia	10.052,72	0,95	158.333,41	0,87	15,75
Proaza	7.662,08	0,72	203.768,85	1,12	26,59
Quirós	20.720,09	1,95	300.741,13	1,66	14,51
Regueras (Las)	6.529,19	0,62	91.823,98	0,51	14,06
Ribadedeva	3.384,18	0,32	73.802,33	0,41	21,81
Ribadesella	8.198,80	0,77	103.279,48	0,57	12,60
Ribera de Arriba	2.048,61	0,19	36.803,72	0,20	17,97
Riosa	4.622,75	0,44	93.404,53	0,51	20,21
Salas	22.488,44	2,12	556.249,92	3,07	24,73
San Martín del Rey Aurelio	5.295,93	0,50	139.739,52	0,77	26,39
San Martín de Oscos	6.642,68	0,63	84.749,04	0,47	12,76
Santa Eulalia de Oscos	4.570,65	0,43	52.049,49	0,29	11,39
San Tirso de Abres	3.109,92	0,29	38.339,08	0,21	12,33
Santo Adriano	2.253,78	0,21	58.650,28	0,32	26,02
Sariego	2.553,96	0,24	71.114,92	0,39	27,84
Siero	20.053,09	1,89	285.282,91	1,57	14,23
Sobrescobio	6.862,98	0,65	105.488,70	0,58	15,37
Somiedo	29.020,82	2,74	418.110,93	2,31	14,41
Soto del Barco	3.238,15	0,31	37.654,91	0,21	11,63
Tapia de Casariego	6.551,93	0,62	57.590,74	0,32	8,79
Taramundi	8.200,36	0,77	136.376,51	0,75	16,63
Teverga	16.831,00	1,59	266.203,85	1,47	15,82
Tineo	53.410,97	5,04	1.059.055,70	5,84	19,83
Vegadeo	8.140,65	0,77	179.619,17	0,99	22,06
Villanueva de Oscos	7.285,39	0,69	74.711,23	0,41	10,25
Villaviciosa	26.965,78	2,54	480.042,71	2,65	17,80
Villayón	13.072,75	1,23	233.557,35	1,29	17,87
Yernes y Tameza	3.157,45	0,30	67.932,85	0,37	21,52
TOTAL	1.036.794,36	97,78	18.137.329,91	100,00	17,49

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.





Tabla 3.4.4 pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
1117	Lamasón			
1118	Nansa	Lamasón	Mar	
1128	Deva	Urdón	Cares	
1129	Cares	Origen	Casano	
1130	Casano			
1131	Cares	Casano	Deva	
1132	Deva	Cares	Mar	
1133	Intercuenca	Deva	Sella	
1134	Sella	Origen	Ponga	
1135	Ponga	Origen	Valle Del Moro	
1136	Valle Del Moro			
1137	Ponga	Valle Del Moro	Sella	
1138	Sella	Ponga	Dobra	
1139	Dobra			
1140	Sella	Dobra	Güena	
1141	Güena			
1142	Sella	Güena	Pilona	
1143	Pilona			
1144	Sella	Pilona	Mar	
1145	Intercuenca	Sella	Nalón	
1146	Nalón	Origen	Orle	
1147	Orle			
1148	Nalón	Orle	Alba	
1149	Alba			
1150	Nalón	Alba	Santa Bárbara	
1151	Santa Bárbara			
1152	Nalón	Santa Bárbara	Caudal	
1153	Caudal	Origen	Huerna	
1154	Huerna			
1155	Caudal	Huerna	Aller	
1156	Aller	Origen	San Isidro	
1157	San Isidro			
1158	Aller	San Isidro	Negro	
1159	Negro			
1160	Aller	Negro	Caudal	
1161	Caudal	Aller	Turón	
1162	Turón			
1163	Caudal	Turón	San Juan	
1164	San Juan			
1165	Caudal	San Juan	Nalón	
1166	Nalón	Caudal	Trubia	
1167	Trubia	Origen	Teverga	
1168	Teverga			



	Superficie erosionable en Asturias		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	451,72	0,04	2.228,51	0,01	4,93
	872,40	0,08	10.784,20	0,06	12,36
	2.466,48	0,23	25.014,63	0,14	10,14
	13.190,72	1,24	73.516,05	0,41	5,57
	8.928,29	0,84	131.273,91	0,72	14,70
	13.183,16	1,24	176.701,66	0,97	13,40
	4.255,56	0,40	111.109,34	0,61	26,11
	31.749,31	2,99	670.324,51	3,70	21,11
	11.393,96	1,07	234.970,11	1,30	20,62
	10.399,38	0,98	155.406,29	0,86	14,94
	3.816,58	0,36	44.385,33	0,24	11,63
	2.086,59	0,20	48.108,46	0,27	23,06
	906,19	0,09	20.569,81	0,11	22,70
	8.790,82	0,83	118.896,47	0,66	13,53
	1.722,62	0,16	21.919,84	0,12	12,72
	14.758,06	1,39	292.400,94	1,61	19,81
	1.763,66	0,17	28.256,98	0,16	16,02
	50.809,78	4,80	860.383,82	4,74	16,93
	12.115,39	1,14	169.824,15	0,94	14,02
	93.453,73	8,81	1.383.144,43	7,65	14,80
	20.353,79	1,92	359.449,49	1,98	17,66
	4.123,01	0,39	78.701,51	0,43	19,09
	3.136,81	0,30	43.901,43	0,24	14,00
	4.746,94	0,45	74.985,24	0,41	15,80
	14.349,69	1,35	362.106,85	2,00	25,23
	1.618,44	0,15	37.658,57	0,21	23,27
	14.969,00	1,41	292.470,29	1,61	19,54
	11.254,48	1,06	127.344,04	0,70	11,31
	11.314,63	1,07	139.997,60	0,77	12,37
	8.517,61	0,80	145.518,41	0,80	17,08
	8.467,95	0,80	129.508,83	0,71	15,29
	9.930,67	0,94	179.377,19	0,99	18,06
	8.514,92	0,80	178.524,25	0,98	20,97
	8.645,47	0,82	104.144,03	0,57	12,05
	2.087,83	0,20	34.379,59	0,19	16,47
	359,90	0,03	10.197,12	0,06	28,33
	4.763,68	0,45	91.301,99	0,50	19,17
	2.851,36	0,27	55.994,27	0,31	19,64
	2.454,92	0,23	37.540,18	0,21	15,29
	12.311,64	1,16	232.796,02	1,28	18,91
	6.387,86	0,60	116.362,06	0,64	18,22
	19.887,58	1,88	295.804,32	1,63	14,87
	19.143,10	1,81	318.852,26	1,76	16,66

sigue,



Tabla 3.4.4 pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (cont.)

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
1169	Trubia	Teverga	Nalón	
1170	Nalón	Trubia	Nora	
1171	Nora	Origen	Norena	
1172	Norena			
1173	Nora	Norena	Nalón	
1174	Nalón	Nora	Cubia	
1175	Cubia			
1176	Nalón	Cubia	Narcea	
1177	Narcea	Origen	Muniellos	
1178	Muniellos			
1179	Narcea	Muniellos	Coto	
1180	Coto			
1181	Narcea	Coto	Naviego	
1182	Naviego			
1183	Narcea	Naviego	Onón	
1184	Onón	Origen	Junqueras	
1185	Junqueras			
1186	Onón	Junqueras	Narcea	
1187	Narcea	Onón	Arganza	
1188	Arganza			
1189	Narcea	Arganza	Pigüena	
1190	Pigüena	Origen	Pola De Somiedo	
1191	Pola De Somiedo			
1192	Pigüena	Pola De Somiedo	Narcea	
1193	Narcea	Pigüena	Nalón	
1194	Nalón	Narcea	Mar	
1195	Intercuenca	Nalón	Esba	
1196	Esba	Origen	Bárcena	
1197	Bárcena			
1198	Esba	Bárcena	Orio	
1199	Orio			
1200	Esba	Orio	Mar	
1201	Intercuenca	Esba	Negro	
1202	Negro			
1203	Intercuenca	Negro	Navia	
1208	Navia	Ser	Lamas	
1210	Navia	Lamas	Ibias	
1211	Ibias	Origen	Luina	
1212	Luina			
1213	Ibias	Luina	Peliceira	
1214	Peliceira			
1215	Ibias	Peliceira	Cervos	
1216	Cervos			



	Superficie erosionable en Asturias		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	9.244,16	0,87	237.259,86	1,31	25,67
	724,61	0,07	9.279,23	0,05	12,81
	16.991,37	1,60	251.417,65	1,39	14,80
	7.937,09	0,75	100.323,75	0,55	12,64
	10.439,05	0,98	124.518,47	0,69	11,93
	11.515,51	1,09	194.356,07	1,07	16,88
	21.540,18	2,03	509.743,51	2,81	23,66
	5.582,55	0,53	101.704,48	0,56	18,22
	9.939,48	0,94	221.389,70	1,22	22,27
	4.493,28	0,42	69.417,17	0,38	15,45
	3.774,54	0,36	144.813,33	0,80	38,37
	11.470,91	1,08	224.334,91	1,24	19,56
	1.161,84	0,11	45.880,19	0,25	39,49
	21.281,41	2,01	576.991,72	3,18	27,11
	7.274,38	0,69	130.275,48	0,72	17,91
	2.421,32	0,23	65.045,53	0,36	26,86
	3.892,09	0,37	76.739,42	0,42	19,72
	1.656,85	0,16	41.630,18	0,23	25,13
	936,17	0,09	14.249,23	0,08	15,22
	21.556,80	2,03	366.863,90	2,02	17,02
	37.360,15	3,52	728.656,66	4,02	19,50
	8.168,33	0,77	160.923,91	0,89	19,70
	19.107,63	1,80	244.891,14	1,35	12,82
	13.017,64	1,23	341.899,30	1,89	26,26
	16.410,42	1,55	357.642,01	1,97	21,79
	12.718,76	1,20	226.470,57	1,25	17,81
	16.612,17	1,57	274.416,82	1,51	16,52
	2.605,89	0,25	49.173,60	0,27	18,87
	21.354,24	2,01	475.853,20	2,62	22,28
	5.039,13	0,48	112.986,76	0,62	22,42
	11.497,14	1,08	370.822,44	2,04	32,25
	5.665,44	0,53	116.443,76	0,64	20,55
	1.005,94	0,09	15.549,95	0,09	15,46
	8.884,76	0,84	215.703,42	1,19	24,28
	7.435,15	0,70	108.892,10	0,60	14,65
	1.351,48	0,13	24.578,61	0,14	18,19
	3.593,47	0,34	28.864,44	0,16	8,03
	16.080,31	1,52	290.581,41	1,60	18,07
	3.639,56	0,34	79.138,03	0,44	21,74
	3.404,71	0,32	46.938,63	0,26	13,79
	2.270,78	0,21	25.685,81	0,14	11,31
	277,02	0,03	3.515,90	0,02	12,69
	1.201,57	0,11	13.134,29	0,07	10,93

sigue,



Tabla 3.4.4 pérdidas de suelo y superficie según unidades hidrológicas (cont.)

Unidad hidrológica				
Número	Nombre	Desde	Hasta	
1217	Ibias	Cervos	Navia	
1218	Navia	Ibias	Oro	
1219	Oro			
1220	Navia	Oro	Couto	
1221	Couto			
1222	Navia	Couto	Lloredo	
1223	Lloredo			
1224	Navia	Lloredo	Agüeira	
1225	Agüeira	Origen	San Martín	
1226	San Martín			
1227	Agüeira	San Martín	Ahio	
1228	Ahio	Origen	Soutelo	
1229	Soutelo			
1230	Ahio	Soutelo	Agüeira	
1231	Agüeira	Ahio	Navia	
1232	Navia	Agüeira	Carbonell	
1233	Carbonell			
1234	Navia	Carbonell	Mar	
1235	Intercuenca	Navia	Porcia	
1236	Porcia			
1237	Intercuenca	Porcia	Eo	
1241	Turia	Origen	Cabreira	
1242	Cabreira			
1243	Turia	Cabreira	Eo	
1244	Eo	Turia	Mar	
1412	Sil	Origen	Caboalles	
1413	Caboalles			
1423	Cua	Origen	Ancaras	
2264	Isoba			
2285	Luna	Origen	Torre	
TOTAL				

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Superficie erosionable en Asturias		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
	10.717,62	1,01	157.240,85	0,87	14,67
	3.478,10	0,33	46.694,92	0,26	13,43
	11.943,99	1,13	225.760,89	1,24	18,90
	611,68	0,06	6.370,53	0,04	10,41
	1.363,41	0,13	22.162,88	0,12	16,26
	2.928,19	0,28	35.234,95	0,19	12,03
	9.139,79	0,86	101.545,69	0,56	11,11
	256,40	0,02	2.097,71	0,01	8,18
	13.073,04	1,23	149.169,94	0,82	11,41
	2.100,89	0,20	21.892,64	0,12	10,42
	1.263,22	0,12	17.947,75	0,10	14,21
	1.815,25	0,17	24.309,23	0,13	13,39
	3.123,88	0,29	38.315,94	0,21	12,27
	2.309,70	0,22	25.332,40	0,14	10,97
	2.324,19	0,22	32.610,42	0,18	14,03
	17.851,65	1,68	345.559,37	1,91	19,36
	8.906,06	0,84	141.555,24	0,78	15,89
	12.017,20	1,13	181.814,67	1,00	15,13
	4.902,53	0,46	33.106,30	0,18	6,75
	14.324,96	1,35	203.059,29	1,12	14,18
	18.311,24	1,73	280.853,56	1,55	15,34
	2.558,67	0,24	34.211,19	0,19	13,37
	2.840,18	0,27	51.074,32	0,28	17,98
	1.116,43	0,11	28.167,83	0,16	25,23
	5.557,69	0,52	72.283,52	0,40	13,01
	1.221,68	0,12	6.958,37	0,04	5,70
	547,22	0,05	5.746,29	0,03	10,50
	120,61	0,01	788,77	0,00	6,54
	83,64	0,01	177,82	0,00	2,13
	144,29	0,01	155,11	0,00	1,07
	1.036.794,36	97,78	18.137.329,91	100,00	17,49



Tabla 3.4.5 pérdidas de suelo y superficie según régimen de propiedad

Régimen de propiedad	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	220,23	0,02	993,41	0,01	4,51
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	10.896,98	1,03	177.157,84	0,98	16,26
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	841,14	0,08	6.592,10	0,04	7,84
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	748,08	0,07	1.621,09	0,01	2,17
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	85.010,99	8,02	1.222.890,74	6,74	14,39
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	249.039,99	23,49	3.077.604,07	16,97	12,36
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	23.789,47	2,24	239.914,94	1,32	10,08
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	442,15	0,04	10.047,26	0,06	22,72
Montes vecinales en mano común consorciados o conveniados	8.640,32	0,81	91.058,34	0,50	10,54
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	4.355,04	0,41	42.287,21	0,23	9,71
Montes privados de empresas no consorciados ni conveniados	83,38	0,01	710,61	0,00	8,52
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	652.726,59	61,56	13.266.452,30	73,14	20,32
TOTAL	1.036.794,36	97,78	18.137.329,91	100,00	17,49

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 3.4.6 pérdidas de suelo y superficie según régimen de protección

Régimen de protección	Superficie erosionable		Pérdidas de suelo		Pérdidas medias (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)
	ha	%	t·año ⁻¹	%	
Parque Nacional	24.949,47	2,35	194.916,91	1,07	7,81
Parque Natural	66.391,78	6,26	1.049.261,45	5,79	15,80
Reserva Natural Parcial	1.330,39	0,13	15.658,96	0,09	11,77
Reserva Biológica Nacional	5.483,44	0,52	72.827,87	0,40	13,28
Paisaje Protegido	1.899,64	0,18	21.060,97	0,12	11,09
Sin protección	936.739,64	88,34	16.783.603,75	92,53	17,92
TOTAL	1.036.794,36	97,78	18.137.329,91	100,00	17,49

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

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





Tabla 3.5.2 superficies según cualificación de la erosión

Cualificación de la erosión	Superficie geográfica	
	ha	%
Nula	20.801,80	1,96
Muy leve	387.210,31	36,52
Leve	128.372,12	12,11
Moderada-leve	68.965,79	6,50
Moderada-grave	133.825,81	12,62
Grave	112.048,73	10,57
Muy grave	185.569,80	17,50
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.036.794,36	97,78
Láminas de agua superficiales y humedales	4.367,65	0,41
Superficie artificial	19.195,11	1,81
TOTAL	1.060.357,12	100,00

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.

3.6 comparaciones



El mapa 3.6.1 muestra los resultados obtenidos en Asturias por el Mapa de Estados Erosivos de la cuenca del Norte (1988) y del Duero (1990).

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 de pérdidas de suelo más ajustadas a lo observado en parcelas experimentales.

Dicho esto, llama la atención en primer lugar el incremento que se produce en el porcentaje de superficie con pérdidas de suelo por encima de 10 (ó 12) $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$, que pasa del 26,59% al 37,24%, 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 grave o muy grave) sería del 28,07%, cifra similar a la que ofrecía el Mapa de Estados Erosivos considerando una tolerancia fija de 12 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$.

En conclusión, se aprecia cierto aumento en las pérdidas de suelo estimadas que, dejando aparte matices metodológicos y de escala, puede atribuirse a los siguientes hechos:

- Tendencia a una mayor torrencialidad de las precipitaciones, reflejada en valores más elevados del índice de erosión pluvial (factor R), sobre todo en el occidente asturiano.
- La superficie dedicada a uso forestal se ha incrementado en un 14,6% (dato del IFN3), siendo este incremento del 33,5% en el caso de monte arbolado, en parte como consecuencia de las actuaciones realizadas en materia de restauración, protección y gestión sostenible de los recursos forestales, incluyendo las medidas de prevención y control de incendios forestales y las acciones de fomento de la

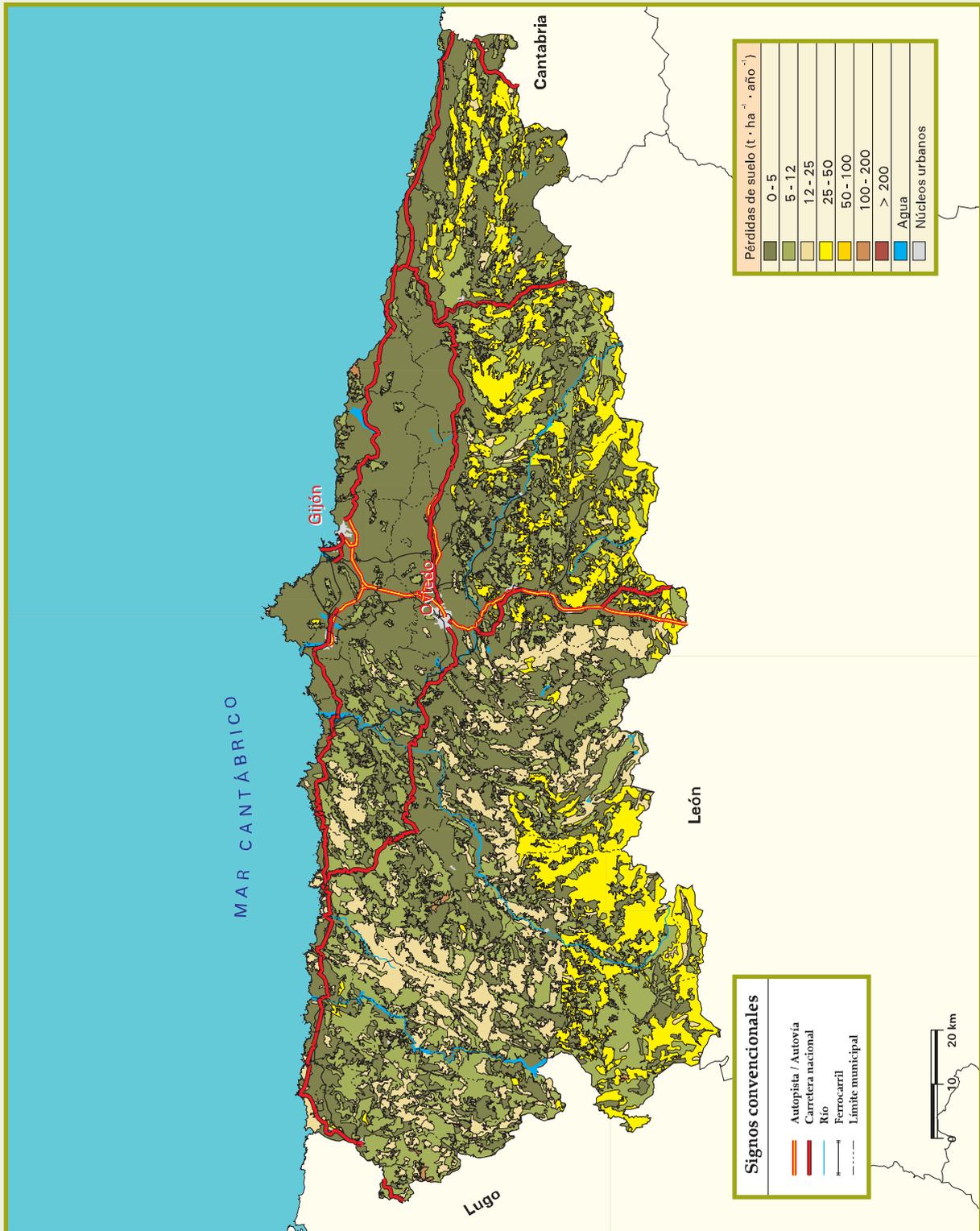
forestación de tierras agrarias. No obstante, una importante porción de este aumento corresponde a plantaciones forestales de turno corto.

- Desde 1985, la superficie de cultivos herbáceos en general, ha disminuido un 11%; sin embargo, la superficie de los cultivos leñosos ha aumentado un 32%.
- En los cultivos herbáceos, la superficie de los cereales grano se ha reducido un 75%, la de leguminosas grano un 48%, la de patata un 58% y la de hortalizas un 63%. Sin embargo, la superficie de cultivos forrajeros aumentó un 32% a finales de los ochenta y desde entonces, se ha mantenido más o menos constante.
- En los cultivos leñosos, la superficie de manzanos en prados naturales ha disminuido un 38% y la de viñedo un 67%. Sin embargo, ha aumentado la superficie de frutales en plantación regular un 180%.





Mapa 3.6.1 mapa de estados erosivos



Fuente: Mapas de Estados Erosivos de la Cuenca del Norte (1988) y del Duero (1990).
Elaboración propia.



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

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie geográfica	
		ha	%
1	0-5	480.523,33	45,32
2	5-12	297.859,81	28,09
3	12-25	126.489,19	11,93
4	25-50	154.188,73	14,54
5	50-100	0,00	0,00
6	100-200	1.296,06	0,12
7	>200	0,00	0,00
TOTAL		1.060.357,12	100,00

Nota: El nivel erosivo 1 incluye las superficies de agua y núcleos urbanos

Tabla 3.6.1 comparación de resultados
Inventario Nacional de Erosión de Suelos

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		Superficie geográfica	
		ha	%
1	0-5	432.468,52	40,79
2	5-10	209.467,33	19,75
3	10-25	224.647,84	21,19
4	25-50	80.608,53	7,60
5	50-100	54.432,12	5,13
6	100-200	29.343,49	2,77
7	>200	5.826,53	0,55
8	Láminas de agua superficiales y humedales	4.367,65	0,41
9	Superficies artificiales	19.195,11	1,81
TOTAL		1.060.357,12	100,00

3.7 erosión potencial (laminar y en regueros)



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

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



Mapa 3.7.1 erosión potencial (laminar y en regueros)

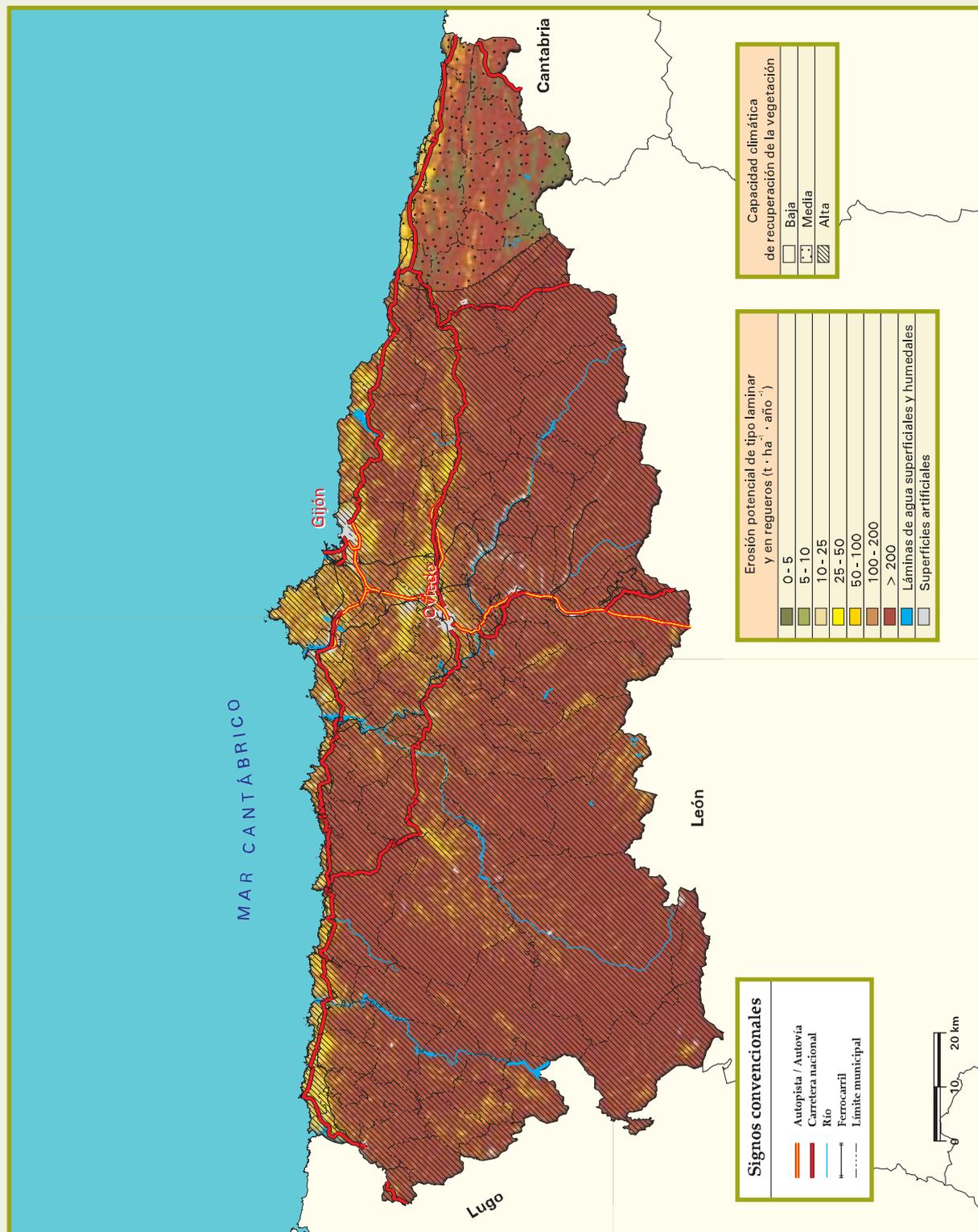




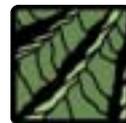
Tabla 3.7.1 erosión potencial (laminar y en regueros)

Nivel erosivo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)	Capacidad climática de recuperación de la vegetación				Superficie geográfica	
	Media		Alta		ha	%
	ha	%	ha	%		
0-5	21.583,67	2,04	5.188,45	0,49	26.772,12	2,53
5-10	267,46	0,03	2.838,14	0,27	3.105,60	0,30
10-25	1.334,31	0,13	17.572,57	1,66	18.906,88	1,79
25-50	2.860,00	0,27	30.796,79	2,90	33.656,79	3,17
50-100	4.287,00	0,40	46.377,70	4,37	50.664,70	4,77
100-200	6.436,69	0,61	87.298,80	8,23	93.735,49	8,84
>200	56.563,66	5,33	753.389,12	71,05	809.952,78	76,38
SUPERFICIE EROSIONABLE	93.332,79	8,81	943.461,57	88,97	1.036.794,36	97,78
Láminas de agua superficiales y humedales	531,79	0,05	3.835,86	0,36	4.367,65	0,41
Superficies artificiales	939,79	0,09	18.255,32	1,72	19.195,11	1,81
TOTAL	94.804,37	8,95	965.552,75	91,05	1.060.357,12	100,00

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



4. erosión en cárcavas y barrancos en Asturias



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, produce que la base de la cárcava llegue a la roca madre y la altura del muro de cabecera se reduzca 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 7.125,27 ha, que suponen el 0,69%



de la superficie erosionable de Asturias y el 0,67% de la 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.

Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Asturias.

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

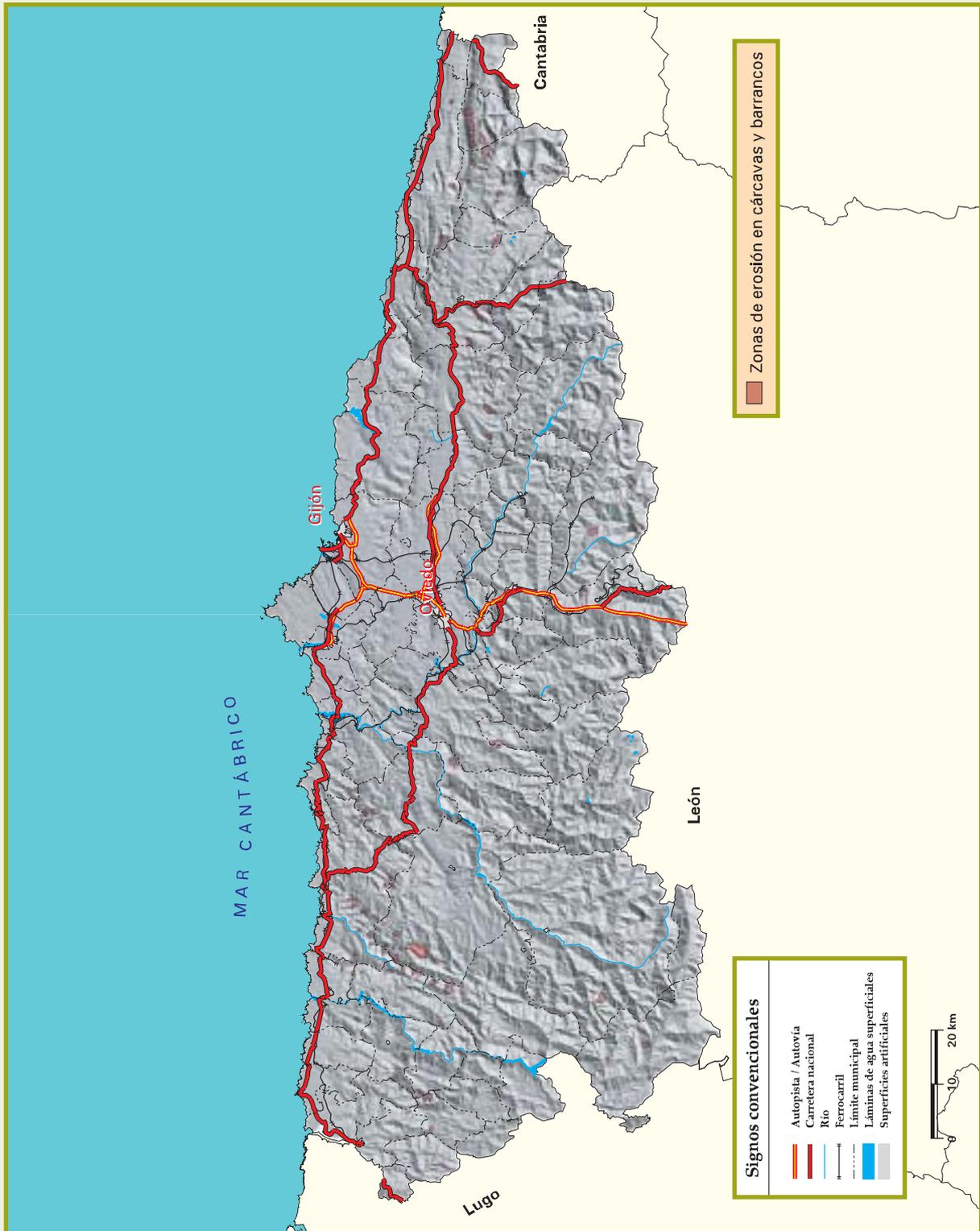




Tabla 4.1 superficies de zonas de erosión en cárcavas y barrancos según niveles de erosión laminar y en regueros

Nivel erosivo		Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
Código	Pérdidas de suelo (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		ha	%*
1	0-5	432.468,52	3.436,13	0,79
2	5-10	209.467,33	2.063,75	0,99
3	10-25	224.647,84	1.345,25	0,60
4	25-50	80.608,53	217,13	0,27
5	50-100	54.432,12	27,94	0,05
6	100-200	29.343,49	25,69	0,09
7	>200	5.826,53	9,38	0,16
TOTAL		1.036.794,36	7.125,27	0,69

* Los porcentajes están referidos a cada nivel erosivo.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



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	432.385,82	908,63	0,21
Forestal desarbolado	316.839,51	6.125,58	1,93
Cultivos	287.569,03	91,06	0,03
TOTAL	1.036.794,36	7.125,27	0,69

* Los porcentajes están referidos a cada tipo de vegetación.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



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	%**
Allande	34.089,47	310,88	0,91
Aller	37.296,07	437,06	1,17
Amieva	11.349,37	23,25	0,20
Belmonte de Miranda	20.702,11	163,81	0,79
Boal	11.796,58	106,75	0,90
Cabrales	23.725,58	433,44	1,83
Candamo	7.093,95	6,38	0,09
Cangas de Onís	21.030,27	93,69	0,45
Cangas del Narcea	82.046,93	194,56	0,24
Caso	30.570,82	27,44	0,09
Castropol	12.077,46	55,13	0,46
Coaña	6.318,27	46,75	0,74
Colunga	9.669,65	1,63	0,02
Cudillero	9.710,88	36,50	0,38
Degaña	8.455,82	30,56	0,36
Grado	21.997,45	111,88	0,51
Ibias	33.090,30	175,88	0,53
Illano	10.013,05	31,00	0,31
Regueras (Las)	6.529,19	44,38	0,68
Laviana	12.885,12	43,06	0,33
Lena	31.146,13	170,88	0,55
Llanes	25.638,40	289,56	1,13
Mieres	13.462,25	1,94	0,01
Navia	6.071,74	47,63	0,78
Onís	7.518,05	152,63	2,03
Parres	12.470,46	262,13	2,10
Peñamellera Alta	9.172,48	700,56	7,64
Peñamellera Baja	8.244,27	0,31	0,00
Piloña	28.156,14	403,19	1,43
Riosa	4.622,75	0,50	0,01
Salas	22.488,44	194,44	0,86
San Martín de Oscos	6.642,68	19,94	0,30
San Martín del Rey Aurelio	5.295,93	46,81	0,88
Somiedo	29.020,82	103,81	0,36
Tineo	53.410,97	1.116,23	2,09
Valdés	34.928,30	767,06	2,20
Vegadeo	8.140,65	27,06	0,33
Villanueva de Oscos	7.285,39	173,25	2,38
Villayón	13.072,75	272,75	2,09
Yernes y Tameza	3.157,45	0,56	0,02

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

** Los porcentajes están referidos a cada término municipal.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



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

Unidad hidrológica*	Superficie erosionable en Asturias (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
1130	8.928,29	194,50	2,18
1131	13.183,16	897,50	6,81
1133	31.749,31	332,25	1,05
1138	906,19	50,19	5,54
1140	1.722,62	176,94	10,27
1141	14.758,06	167,50	1,13
1142	1.763,66	0,25	0,01
1143	50.809,78	465,00	0,92
1144	12.115,39	78,44	0,65
1145	93.453,73	25,25	0,03
1150	14.349,69	43,81	0,31
1151	1.618,44	46,06	2,85
1155	8.517,61	154,38	1,81
1156	8.467,95	161,06	1,90
1157	9.930,67	26,25	0,26
1158	8.514,92	0,25	0,00
1159	8.645,47	249,44	2,89
1160	2.087,83	0,75	0,04
1163	2.851,36	17,94	0,63
1165	12.311,64	0,31	0,00
1174	11.515,51	50,75	0,44
1175	21.540,18	119,19	0,55
1180	11.470,91	157,75	1,38
1182	21.281,41	36,81	0,17
1188	21.556,80	17,31	0,08
1189	37.360,15	147,31	0,39
1190	8.168,33	31,81	0,39
1191	19.107,63	72,00	0,38
1192	13.017,64	24,44	0,19
1193	16.410,42	86,69	0,53
1194	12.718,76	164,94	1,30
1195	16.612,17	133,50	0,80
1196	2.605,89	59,00	2,26
1197	21.354,24	1.025,63	4,80
1198	5.039,13	149,13	2,96
1199	11.497,14	162,44	1,41
1200	5.665,44	20,69	0,37
1202	8.884,76	405,81	4,57
1203	7.435,15	92,56	1,24

sigue,



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

Unidad hidrológica*	Superficie erosionable en Asturias (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
1211	16.080,31	30,56	0,19
1213	3.404,71	107,25	3,15
1214	2.270,78	26,69	1,18
1217	10.717,62	41,94	0,39
1223	9.139,79	10,50	0,11
1225	13.073,04	10,88	0,08
1228	1.815,25	1,00	0,06
1229	3.123,88	142,31	4,56
1232	17.851,65	100,19	0,56
1233	8.906,06	310,81	3,49
1234	12.017,20	138,56	1,15
1236	14.324,96	102,00	0,71
1237	18.311,24	56,75	0,31

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

** Los porcentajes están referidos a cada unidad hidrológica.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



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

Régimen de propiedad*	Superficie erosionable (ha)	Superficie de erosión en cárcavas y barrancos	
		ha	%**
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	10.896,98	37,50	0,34
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	85.010,99	1.379,50	1,62
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	249.039,99	1.893,13	0,76
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	23.789,47	332,19	1,40
Montes vecinales en mano común consorciados o conveniados	8.640,32	179,13	2,07
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	4.355,04	89,94	2,07
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	652.726,59	3.213,88	0,49

* 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.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



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 Nacional	24.949,47	0,25	0,00
Parque Natural	66.391,78	131,25	0,20
Sin protección	936.739,65	6.993,77	0,75

* 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.

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



5. movimientos en masa en Asturias



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 de movimientos en masa.

Tabla 5.7 superficies según términos municipales y potencialidad de movimientos en masa.

Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa.

Tabla 5.9 superficies según régimen de propiedad y potencialidad de movimientos en masa.

Tabla 5.10 superficies según régimen de protección y potencialidad de movimientos en masa.

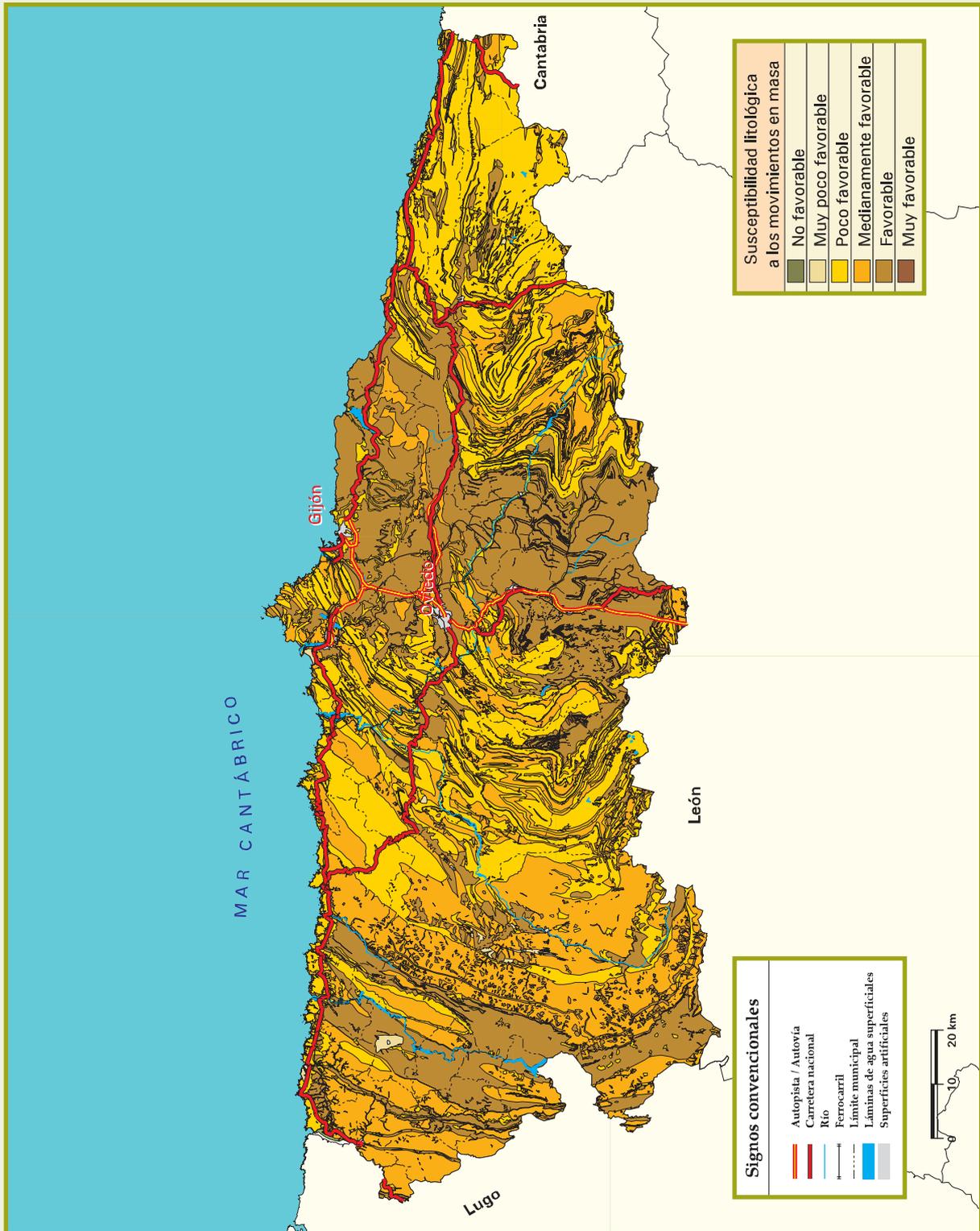
Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Asturias.

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





Mapa 5.1 factor litología



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	562,10	0,05
Muy poco favorable	5.294,46	0,50
Poco favorable	379.620,57	35,79
Medianamente favorable	321.565,62	30,33
Favorable	352.305,22	33,23
Muy favorable	1.009,15	0,10
TOTAL	1.060.357,12	100,00



Mapa 5.2 factor pendiente



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

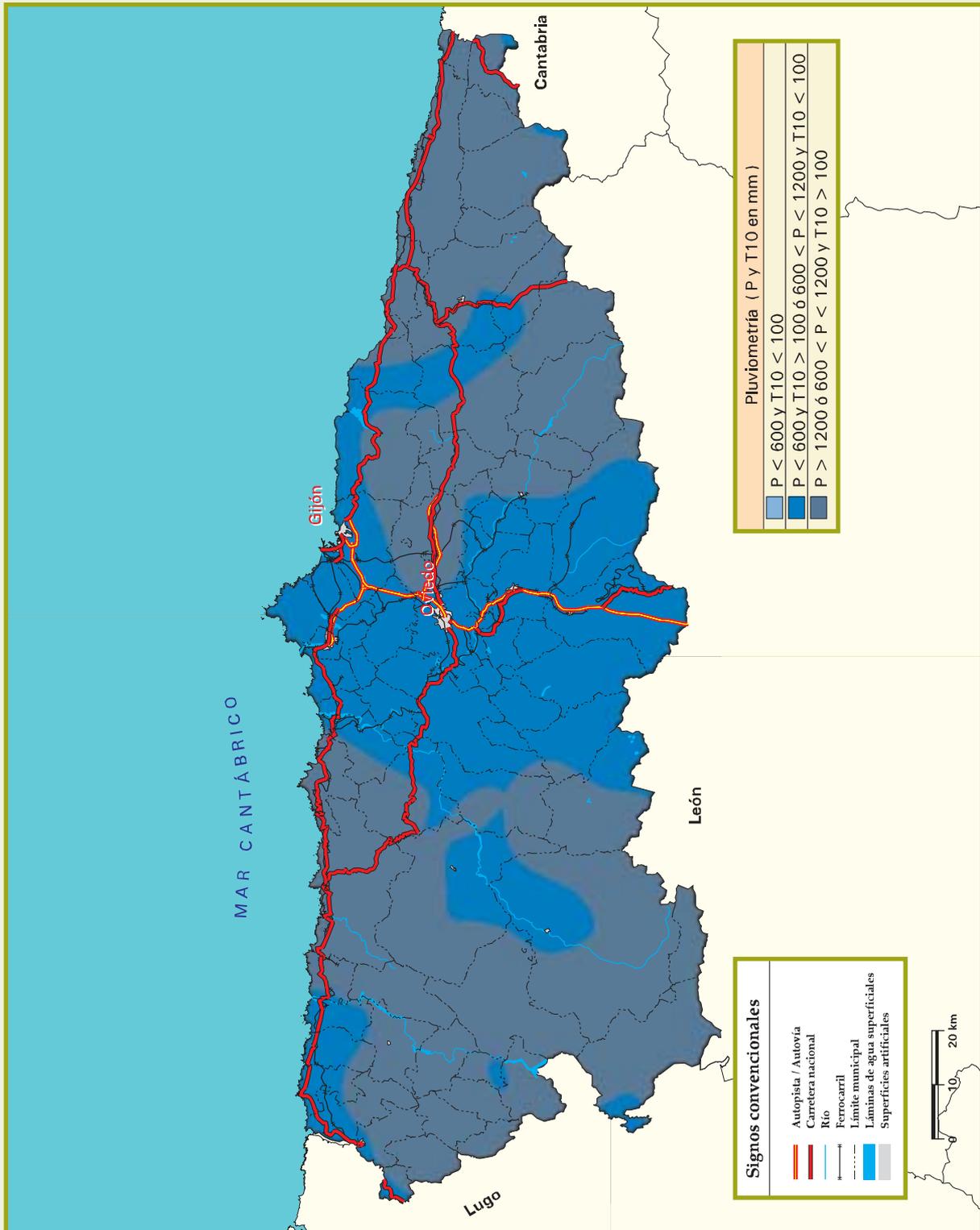


Tabla 5.2 superficies según el factor pendiente

Pendiente	Superficie geográfica	
	ha	%
Baja (0-15%)	165.252,33	15,58
Media (15-30%)	222.815,82	21,01
Alta (30-100%)	658.525,46	62,11
Muy alta o escarpes (> 100%)	13.763,51	1,30
TOTAL	1.060.357,12	100,00



Mapa 5.3 factor pluviometría



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.



Tabla 5.3 superficies según el factor pluviometría

Pluviometría	Superficie geográfica	
	ha	%
P < 600 y T10 < 100	0,00	0,00
P < 600 y T10 > 100 ó 600 < P < 1200 y T10 < 100	412.505,70	38,90
P > 1200 ó 600 < P < 1200 y T10 > 100	647.851,42	61,10
TOTAL	1.060.357,12	100,00



Mapa 5.4 movimientos identificados



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

Mapa 5.5 potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa

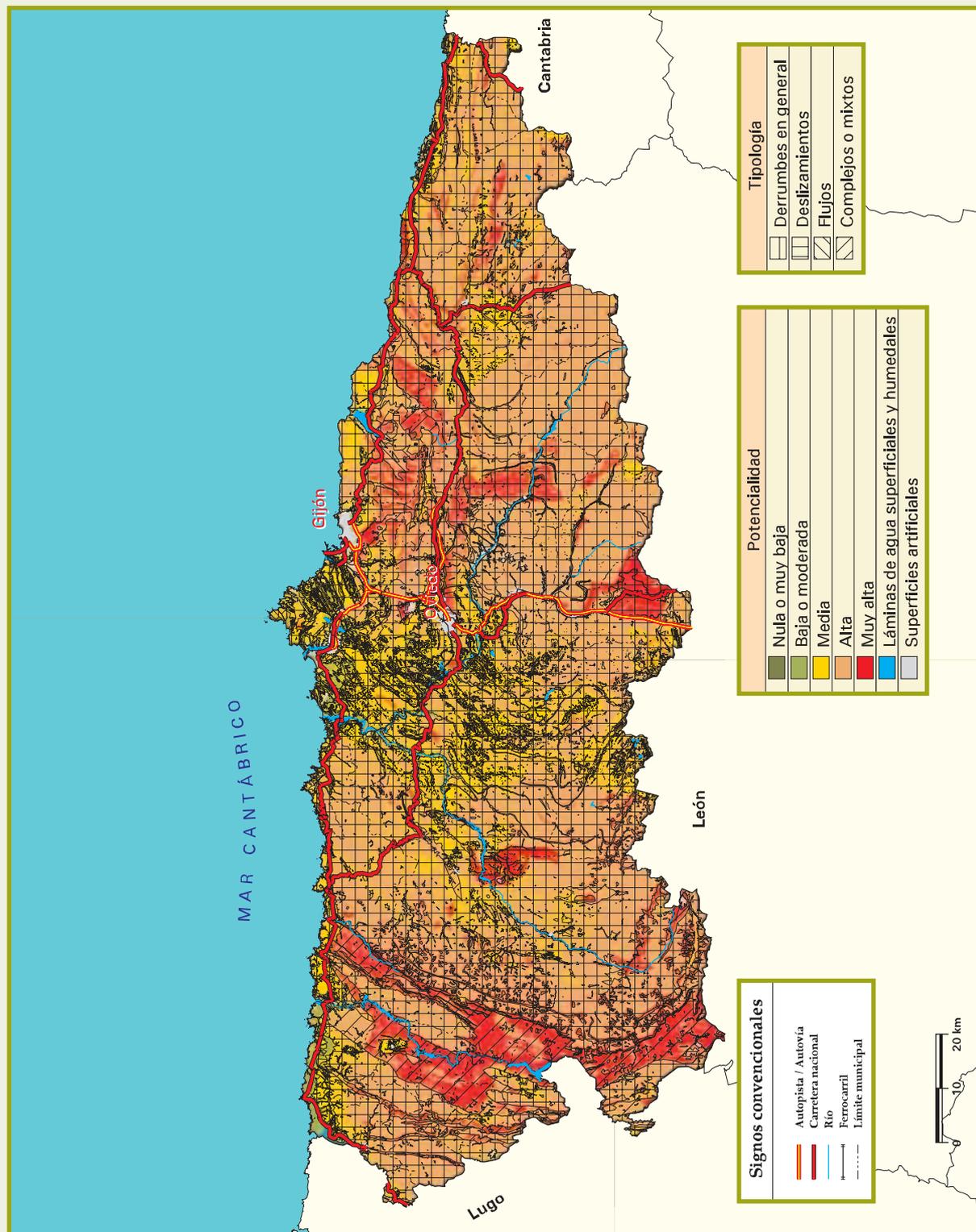




Tabla 5.5 superficies según potencialidad y tipología predominante de movimientos en masa

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
Complejos o mixtos	0,00	0,00	0,00	0,00
Derrumbes en general y deslizamientos	0,00	0,00	0,00	0,00
Deslizamientos y flujos	0,00	0,00	0,00	0,00
Derrumbes en general y flujos	0,00	0,00	0,00	0,00
Sin tipología	5,68	0,00	29.323,19	2,77
SUPERFICIE EROSIONABLE	5,68	0,00	29.323,19	2,77
Láminas de agua superficiales y humedales				
Superficies artificiales				
TOTAL				

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie geográfica de la provincia.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Potencialidad							Superficie geográfica	
Media		Alta		Muy alta				
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
37.332,23	3,52	18.950,10	1,79	13.554,39	1,28	69.836,73	6,59	
331,53	0,03	20,43	0,00	0,06	0,00	352,02	0,03	
4.659,16	0,44	38.494,86	3,63	55.901,58	5,27	99.055,59	9,34	
188.740,85	17,80	595.623,93	56,18	49.021,07	4,62	833.385,85	78,60	
237,91	0,02	3.533,39	0,33	618,10	0,06	4.389,40	0,41	
0,00	0,00	191,07	0,02	240,34	0,02	431,41	0,04	
14,43	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	29.343,36	2,77	
231.316,11	21,81	656.813,84	61,95	119.335,54	11,25	1.036.794,36	97,78	
						4.367,65	0,41	
						19.195,11	1,81	
						1.060.357,12	100,00	



Tabla 5.6 superficies según vegetación y potencialidad de movimientos en masa

Vegetación	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Forestal arbolado	0,00	0,00	6.801,22	0,65
Forestal desarbolado	0,00	0,00	2.966,64	0,28
Cultivos	5,68	0,00	19.555,33	1,84
SUPERFICIE EROSIONABLE	5,68	0,00	29.323,19	2,77
Láminas de agua superficiales y humedales				
Superficies artificiales				
TOTAL				

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie geográfica de la provincia.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Potencialidad							Superficie geográfica	
Media		Alta		Muy alta				
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
78.292,65	7,38	292.507,25	27,59	54.784,70	5,16	432.385,82	40,78	
56.195,13	5,30	215.945,11	20,37	41.732,63	3,94	316.839,51	29,89	
96.828,33	9,13	148.361,48	13,99	22.818,21	2,15	287.569,03	27,11	
231.316,11	21,81	656.813,84	61,95	119.335,54	11,25	1.036.794,36	97,78	
						4.367,65	0,41	
						19.195,11	1,81	
						1.060.357,12	100,00	



Tabla 5.7 superficies según términos municipales y potencialidad de movimientos en masa

Término municipal	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Allande	0,00	0,00	38,48	0,11	
Aller	0,00	0,00	346,02	0,93	
Amieva	0,00	0,00	87,13	0,77	
Avilés	0,00	0,00	153,84	11,03	
Belmonte de Miranda	0,00	0,00	427,91	2,07	
Bimenes	0,00	0,00	0,06	0,00	
Boal	0,00	0,00	170,02	1,44	
Cabrales	0,00	0,00	23,92	0,10	
Cabranes	0,00	0,00	0,00	0,00	
Candamo	0,00	0,00	588,50	8,30	
Cangas de Onís	0,00	0,00	72,58	0,35	
Cangas del Narcea	0,00	0,00	287,60	0,35	
Caravia	0,00	0,00	0,00	0,00	
Carreño	0,00	0,00	1.530,38	24,74	
Caso	0,00	0,00	16,31	0,05	
Castrillón	0,00	0,00	1.898,08	38,31	
Castropol	0,00	0,00	1.197,41	9,91	
Coaña	0,00	0,00	1.105,91	17,50	
Colunga	0,00	0,00	3,81	0,04	
Corvera de Asturias	0,00	0,00	747,76	17,92	
Cudillero	0,00	0,00	4,31	0,04	
Degaña	0,00	0,00	0,00	0,00	
Franco (El)	0,00	0,00	1.594,21	20,56	
Gijón	0,00	0,00	1.267,93	8,42	
Gozón	4,17	0,05	1.788,96	22,80	
Grado	0,00	0,00	1.379,23	6,27	
Grandas de Salime	0,00	0,00	18,11	0,17	
Ibias	0,00	0,00	7,68	0,02	
Illano	0,00	0,00	11,43	0,11	
Illas	0,00	0,00	97,50	3,84	
Langreo	0,00	0,00	87,63	1,21	
Laviana	0,00	0,00	38,04	0,30	
Lena	0,00	0,00	351,40	1,13	
Llanera	0,00	0,00	616,98	6,18	
Llanes	0,00	0,00	792,74	3,09	
Mieres	0,00	0,00	114,87	0,85	
Morcín	0,00	0,00	127,79	2,62	
Muros de Nalón	0,00	0,00	269,83	41,93	
Nava	0,00	0,00	0,00	0,00	
Navia	0,63	0,01	183,63	3,02	
Noreña	0,00	0,00	0,00	0,00	



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	2.043,18	5,99	19.539,23	57,32	12.468,58	36,58	34.089,47
	3.311,85	8,88	31.598,97	84,72	2.039,23	5,47	37.296,07
	2.425,11	21,37	8.128,09	71,62	709,04	6,25	11.349,37
	1.048,01	75,14	192,93	13,83	0,00	0,00	1.394,78
	6.313,59	30,50	13.583,67	65,61	376,94	1,82	20.702,11
	160,28	4,95	1.584,96	48,98	1.490,47	46,06	3.235,77
	1.344,26	11,40	5.867,05	49,74	4.415,25	37,43	11.796,58
	3.835,51	16,17	18.130,15	76,42	1.736,00	7,32	23.725,58
	115,11	3,02	2.133,99	56,05	1.558,36	40,93	3.807,46
	4.736,29	66,77	1.576,16	22,22	193,00	2,72	7.093,95
	5.001,00	23,78	14.113,26	67,11	1.843,43	8,77	21.030,27
	8.494,40	10,35	65.816,86	80,22	7.448,07	9,08	82.046,93
	245,47	19,00	922,71	71,43	123,61	9,57	1.291,79
	3.417,16	55,25	1.237,88	20,01	0,00	0,00	6.185,42
	1.574,05	5,15	28.617,69	93,61	362,77	1,19	30.570,82
	2.662,65	53,74	391,24	7,90	3,12	0,06	4.955,09
	3.645,38	30,18	6.989,45	57,87	245,22	2,03	12.077,46
	1.223,39	19,36	3.658,63	57,91	330,34	5,23	6.318,27
	2.353,47	24,34	5.272,57	54,53	2.039,80	21,09	9.669,65
	2.457,85	58,91	966,43	23,16	0,00	0,00	4.172,04
	3.400,48	35,02	6.237,25	64,23	68,84	0,71	9.710,88
	636,78	7,53	5.821,90	68,85	1.997,14	23,62	8.455,82
	3.143,21	40,53	2.770,89	35,73	246,09	3,17	7.754,40
	4.777,90	31,72	6.790,32	45,08	2.225,87	14,78	15.062,02
	4.743,80	60,46	1.211,40	15,44	97,57	1,24	7.845,90
	11.615,14	52,80	8.758,30	39,82	244,78	1,11	21.997,45
	1.343,19	12,27	6.633,56	60,59	2.952,52	26,97	10.947,38
	1.586,60	4,79	17.938,96	54,21	13.557,06	40,97	33.090,30
	204,62	2,04	4.768,59	47,62	5.028,41	50,22	10.013,05
	2.093,87	82,48	343,91	13,55	3,44	0,14	2.538,72
	709,04	9,76	6.412,51	88,30	53,22	0,73	7.262,40
	936,27	7,27	7.574,13	58,78	4.336,68	33,66	12.885,12
	4.672,65	15,00	17.843,78	57,29	8.278,30	26,58	31.146,13
	4.592,64	46,02	4.357,17	43,66	412,54	4,13	9.979,33
	8.412,10	32,81	14.778,63	57,64	1.654,93	6,45	25.638,40
	1.193,29	8,86	12.114,30	89,99	39,79	0,30	13.462,25
	2.142,30	43,94	2.603,44	53,40	1,49	0,03	4.875,02
	239,22	37,17	134,47	20,90	0,00	0,00	643,52
	931,08	9,83	7.437,11	78,52	1.103,78	11,65	9.471,97
	3.219,47	53,02	2.208,50	36,37	459,51	7,57	6.071,74
	93,75	20,77	338,47	74,97	19,24	4,26	451,46

sigue,



Tabla 5.7 superficies según términos municipales y potencialidad de movimientos en masa (cont.)

Término municipal	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Onís	0,00	0,00	67,09	0,89	
Oviedo	0,00	0,00	1.323,70	7,86	
Parres	0,00	0,00	90,38	0,72	
Peñamellera Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	
Peñamellera Baja	0,00	0,00	19,55	0,24	
Pesoz	0,00	0,00	13,24	0,34	
Piloña	0,00	0,00	550,14	1,95	
Ponga	0,00	0,00	18,49	0,09	
Pravia	0,00	0,00	1.158,18	11,52	
Proaza	0,00	0,00	190,57	2,49	
Quirós	0,00	0,00	546,02	2,64	
Regueras (Las)	0,00	0,00	1.146,69	17,56	
Ribadedeva	0,00	0,00	59,46	1,76	
Ribadesella	0,00	0,00	57,90	0,71	
Ribera de Arriba	0,00	0,00	354,58	17,31	
Riosa	0,00	0,00	75,14	1,63	
Salas	0,00	0,00	1.019,77	4,53	
San Martín de Oscos	0,00	0,00	2,56	0,04	
San Martín del Rey Aurelio	0,00	0,00	43,28	0,82	
San Tirso de Abres	0,00	0,00	99,74	3,21	
Santa Eulalia de Oscos	0,00	0,00	0,12	0,00	
Santo Adriano	0,00	0,00	145,29	6,45	
Sariego	0,00	0,00	0,00	0,00	
Siero	0,00	0,00	11,30	0,06	
Sobrescobio	0,00	0,00	9,37	0,14	
Somiedo	0,88	0,00	483,10	1,66	
Soto del Barco	0,00	0,00	843,83	26,06	
Tapia de Casariego	0,00	0,00	1.840,05	28,08	
Taramundi	0,00	0,00	0,00	0,00	
Teverga	0,00	0,00	261,83	1,56	
Tineo	0,00	0,00	671,95	1,26	
Valdés	0,00	0,00	11,19	0,03	
Vegadeo	0,00	0,00	44,10	0,54	
Villanueva de Oscos	0,00	0,00	0,56	0,01	
Villaviciosa	0,00	0,00	567,44	2,10	
Villayón	0,00	0,00	1,13	0,01	
Yernes y Tameza	0,00	0,00	147,46	4,67	
TOTAL	5,68	0,00	29.323,19	2,83	

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada término municipal.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	1.756,74	23,37	4.598,18	61,16	1.096,04	14,58	7.518,05
	8.393,54	49,81	6.328,26	37,55	805,67	4,78	16.851,17
	3.720,14	29,83	7.560,72	60,63	1.099,22	8,81	12.470,46
	1.475,73	16,09	7.459,02	81,32	237,73	2,59	9.172,48
	2.049,98	24,87	5.765,51	69,93	409,23	4,96	8.244,27
	225,48	5,84	1.573,04	40,76	2.047,79	53,06	3.859,55
	5.839,89	20,74	19.986,89	70,99	1.779,22	6,32	28.156,14
	1.237,95	6,02	18.874,48	91,82	425,78	2,07	20.556,70
	4.565,85	45,42	4.312,39	42,90	16,30	0,16	10.052,72
	3.942,49	51,45	3.524,02	45,99	5,00	0,07	7.662,08
	4.904,75	23,67	15.062,76	72,70	206,56	1,00	20.720,09
	4.283,22	65,60	1.090,79	16,71	8,49	0,13	6.529,19
	1.885,96	55,73	1.356,43	40,08	82,33	2,43	3.384,18
	2.010,44	24,52	4.751,92	57,96	1.378,54	16,81	8.198,80
	1.413,33	68,99	280,70	13,70	0,00	0,00	2.048,61
	864,44	18,70	3.680,73	79,62	2,44	0,05	4.622,75
	9.253,48	41,15	11.806,83	52,50	408,36	1,82	22.488,44
	668,51	10,06	3.158,75	47,55	2.812,86	42,35	6.642,68
	291,12	5,50	4.854,85	91,67	106,68	2,01	5.295,93
	773,50	24,87	2.235,74	71,89	0,94	0,03	3.109,92
	651,01	14,24	3.264,58	71,42	654,94	14,33	4.570,65
	1.613,18	71,58	493,81	21,91	1,50	0,07	2.253,78
	612,41	23,98	1.455,99	57,01	485,56	19,01	2.553,96
	2.861,33	14,27	14.156,99	70,60	3.023,47	15,08	20.053,09
	411,23	5,99	5.799,11	84,50	643,27	9,37	6.862,98
	5.855,33	20,18	21.075,49	72,62	1.606,02	5,53	29.020,82
	2.156,03	66,58	238,29	7,36	0,00	0,00	3.238,15
	2.687,88	41,02	1.877,16	28,65	146,84	2,24	6.551,93
	452,65	5,52	7.344,91	89,57	402,80	4,91	8.200,36
	6.109,72	36,30	10.200,06	60,60	259,39	1,54	16.831,00
	12.777,12	23,92	33.624,89	62,96	6.337,01	11,86	53.410,97
	7.681,33	21,99	23.586,71	67,53	3.649,07	10,45	34.928,30
	1.019,53	12,52	6.192,91	76,07	884,11	10,86	8.140,65
	898,17	12,33	5.256,27	72,15	1.130,39	15,52	7.285,39
	6.017,15	22,31	16.152,88	59,90	4.228,31	15,68	26.965,78
	904,16	6,92	9.424,87	72,10	2.742,59	20,98	13.072,75
	1.955,93	61,95	1.007,40	31,91	46,66	1,48	3.157,45
	231.316,11	22,31	656.813,84	63,35	119.335,54	11,51	1.036.794,36



Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa

Unidades hidrológicas	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
1117	0,00	0,00	9,86	2,18	
1118	0,00	0,00	5,88	0,67	
1128	0,00	0,00	1,89	0,08	
1129	0,00	0,00	17,40	0,13	
1130	0,00	0,00	12,94	0,14	
1131	0,00	0,00	0,00	0,00	
1132	0,00	0,00	57,59	1,35	
1133	0,00	0,00	796,60	2,51	
1134	0,00	0,00	21,79	0,19	
1135	0,00	0,00	6,49	0,06	
1136	0,00	0,00	10,69	0,28	
1137	0,00	0,00	39,97	1,92	
1138	0,00	0,00	25,61	2,83	
1139	0,00	0,00	14,95	0,17	
1140	0,00	0,00	36,27	2,11	
1141	0,00	0,00	99,84	0,68	
1142	0,00	0,00	5,38	0,31	
1143	0,00	0,00	616,06	1,21	
1144	0,00	0,00	33,07	0,27	
1145	4,15	0,00	8.629,54	9,23	
1146	0,00	0,00	5,10	0,03	
1147	0,00	0,00	2,90	0,07	
1148	0,00	0,00	13,19	0,42	
1149	0,00	0,00	1,08	0,02	
1150	0,00	0,00	75,47	0,53	
1151	0,00	0,00	1,44	0,09	
1152	0,00	0,00	368,53	2,46	
1153	0,00	0,00	29,24	0,26	
1154	0,00	0,00	127,13	1,12	
1155	0,00	0,00	198,57	2,33	
1156	0,00	0,00	32,90	0,39	
1157	0,00	0,00	107,92	1,09	
1158	0,00	0,00	175,75	2,06	
1159	0,00	0,00	13,91	0,16	
1160	0,00	0,00	17,75	0,85	
1161	0,00	0,00	3,49	0,97	
1162	0,00	0,00	3,46	0,07	
1163	0,00	0,00	4,14	0,15	
1164	0,00	0,00	0,07	0,00	
1165	0,00	0,00	384,30	3,12	



	Potencialidad						Superficie erosionable en Asturias (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	435,38	96,38	6,48	1,43	0,00	0,00	451,72
	202,64	23,23	614,41	70,43	49,47	5,67	872,40
	320,83	13,01	2.133,88	86,52	9,88	0,40	2.466,48
	1.945,28	14,75	10.703,60	81,14	524,44	3,98	13.190,72
	1.990,72	22,30	5.687,48	63,70	1.237,15	13,86	8.928,29
	2.147,41	16,29	10.520,85	79,81	514,90	3,91	13.183,16
	1.402,60	32,96	2.598,63	61,06	196,74	4,62	4.255,56
	10.671,72	33,61	17.830,28	56,16	2.450,71	7,72	31.749,31
	810,48	7,11	10.090,01	88,56	471,68	4,14	11.393,96
	552,87	5,32	9.626,36	92,57	213,66	2,05	10.399,38
	378,75	9,92	3.340,06	87,51	87,08	2,28	3.816,58
	1.018,55	48,81	1.001,54	48,00	26,53	1,27	2.086,59
	686,35	75,74	193,93	21,40	0,30	0,03	906,19
	1.508,50	17,16	6.787,85	77,22	479,52	5,45	8.790,82
	1.105,44	64,17	580,55	33,70	0,36	0,02	1.722,62
	3.323,18	22,52	9.072,56	61,48	2.262,48	15,33	14.758,06
	603,98	34,25	912,33	51,73	241,97	13,72	1.763,66
	8.834,85	17,39	36.448,46	71,74	4.910,41	9,66	50.809,78
	2.283,27	18,85	8.785,80	72,52	1.013,25	8,36	12.115,39
	33.843,00	36,21	39.970,11	42,77	11.006,93	11,78	93.453,73
	1.075,89	5,29	18.956,16	93,13	316,64	1,56	20.353,79
	235,70	5,72	3.874,27	93,97	10,14	0,25	4.123,01
	217,95	6,95	2.749,88	87,66	155,79	4,97	3.136,81
	223,15	4,70	4.127,51	86,95	395,20	8,33	4.746,94
	1.015,26	7,08	8.775,68	61,16	4.483,28	31,24	14.349,69
	100,32	6,20	1.513,55	93,52	3,13	0,19	1.618,44
	2.704,22	18,07	11.550,64	77,16	345,61	2,31	14.969,00
	952,72	8,47	4.615,15	41,01	5.657,37	50,27	11.254,48
	2.936,51	25,95	6.430,61	56,83	1.820,38	16,09	11.314,63
	806,52	9,47	6.710,51	78,78	802,01	9,42	8.517,61
	463,03	5,47	7.786,91	91,96	185,11	2,19	8.467,95
	1.362,91	13,72	7.416,05	74,68	1.043,79	10,51	9.930,67
	967,49	11,36	6.879,10	80,79	492,58	5,78	8.514,92
	407,87	4,72	7.913,91	91,54	309,78	3,58	8.645,47
	126,57	6,06	1.926,01	92,25	17,50	0,84	2.087,83
	23,61	6,56	332,43	92,37	0,37	0,10	359,90
	326,09	6,85	4.426,92	92,93	7,21	0,15	4.763,68
	237,82	8,34	2.608,89	91,50	0,51	0,02	2.851,36
	87,15	3,55	2.351,07	95,77	16,63	0,68	2.454,92
	3.440,02	27,94	8.480,09	68,88	7,23	0,06	12.311,64

sigue,



Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa (cont.)

Unidades hidrológicas	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
1166	0,00	0,00	777,86	12,18	
1167	0,00	0,00	462,90	2,33	
1168	0,00	0,00	293,80	1,53	
1169	0,00	0,00	453,65	4,91	
1170	0,00	0,00	144,86	19,99	
1171	0,00	0,00	87,61	0,52	
1172	0,00	0,00	0,00	0,00	
1173	0,00	0,00	963,24	9,23	
1174	0,00	0,00	1.617,83	14,05	
1175	0,00	0,00	953,42	4,43	
1176	0,00	0,00	501,19	8,98	
1177	0,00	0,00	0,00	0,00	
1178	0,00	0,00	0,00	0,00	
1179	0,00	0,00	26,50	0,70	
1180	0,00	0,00	2,62	0,02	
1181	0,00	0,00	18,55	1,60	
1182	0,00	0,00	50,63	0,24	
1183	0,00	0,00	49,04	0,67	
1184	0,00	0,00	0,00	0,00	
1185	0,00	0,00	0,39	0,01	
1186	0,00	0,00	7,37	0,44	
1187	0,00	0,00	5,24	0,56	
1188	0,00	0,00	163,86	0,76	
1189	0,00	0,00	1.027,44	2,75	
1190	0,00	0,00	1,29	0,02	
1191	0,88	0,00	431,60	2,26	
1192	0,00	0,00	167,92	1,29	
1193	0,00	0,00	1.179,87	7,19	
1194	0,00	0,00	1.474,23	11,59	
1195	0,00	0,00	103,86	0,63	
1196	0,00	0,00	0,00	0,00	
1197	0,00	0,00	11,51	0,05	
1198	0,00	0,00	0,00	0,00	
1199	0,00	0,00	0,00	0,00	
1200	0,00	0,00	0,00	0,00	
1201	0,00	0,00	0,00	0,00	
1202	0,00	0,00	0,00	0,00	
1203	0,00	0,00	126,08	1,70	
1208	0,00	0,00	4,19	0,31	
1210	0,00	0,00	3,32	0,09	



	Potencialidad						Superficie erosionable en Asturias (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	3.908,44	61,19	1.593,46	24,95	108,10	1,69	6.387,86
	4.888,54	24,58	14.330,03	72,06	206,11	1,04	19.887,58
	7.186,97	37,54	11.388,13	59,49	274,20	1,43	19.143,10
	4.739,18	51,27	4.045,77	43,77	5,56	0,06	9.244,16
	377,27	52,07	167,13	23,06	35,35	4,88	724,61
	3.530,76	20,78	10.420,96	61,33	2.952,04	17,37	16.991,37
	897,85	11,31	6.410,17	80,76	629,07	7,93	7.937,09
	5.819,33	55,75	3.212,57	30,77	443,91	4,25	10.439,05
	6.756,87	58,68	3.132,28	27,20	8,53	0,07	11.515,51
	12.200,78	56,64	8.091,05	37,56	294,93	1,37	21.540,18
	3.576,03	64,06	1.312,53	23,51	192,80	3,45	5.582,55
	449,45	4,52	7.348,35	73,93	2.141,68	21,55	9.939,48
	132,77	2,95	3.811,59	84,83	548,92	12,22	4.493,28
	318,83	8,45	3.227,39	85,50	201,82	5,35	3.774,54
	614,85	5,36	9.984,01	87,04	869,43	7,58	11.470,91
	318,13	27,38	825,16	71,02	0,00	0,00	1.161,84
	1.947,46	9,15	18.116,68	85,13	1.166,64	5,48	21.281,41
	1.793,20	24,65	5.380,67	73,97	51,47	0,71	7.274,38
	213,90	8,83	2.131,89	88,05	75,53	3,12	2.421,32
	358,81	9,22	3.316,02	85,20	216,87	5,57	3.892,09
	439,88	26,55	1.189,12	71,77	20,48	1,24	1.656,85
	366,29	39,13	503,69	53,80	60,95	6,51	936,17
	2.903,77	13,47	16.961,72	78,68	1.527,45	7,09	21.556,80
	12.118,74	32,44	18.238,62	48,82	5.975,35	15,99	37.360,15
	450,73	5,52	7.084,68	86,73	631,63	7,73	8.168,33
	4.741,01	24,81	12.997,31	68,02	936,83	4,90	19.107,63
	3.219,41	24,73	9.401,27	72,22	229,04	1,76	13.017,64
	7.972,91	48,58	6.928,98	42,22	328,66	2,00	16.410,42
	5.585,92	43,92	5.618,58	44,18	40,03	0,31	12.718,76
	5.570,46	33,53	10.865,12	65,40	72,73	0,44	16.612,17
	272,74	10,47	2.185,30	83,86	147,85	5,67	2.605,89
	2.710,33	12,69	16.871,16	79,01	1.761,24	8,25	21.354,24
	698,94	13,87	4.279,90	84,93	60,29	1,20	5.039,13
	2.850,00	24,79	8.636,83	75,12	10,31	0,09	11.497,14
	1.085,67	19,16	4.541,22	80,16	38,55	0,68	5.665,44
	626,89	62,32	362,51	36,04	16,54	1,64	1.005,94
	562,88	6,34	5.047,51	56,81	3.274,37	36,85	8.884,76
	4.025,67	54,14	2.348,00	31,58	935,40	12,58	7.435,15
	287,72	21,29	1.009,35	74,68	50,22	3,72	1.351,48
	496,68	13,82	2.771,42	77,12	322,05	8,96	3.593,47

sigue,



Tabla 5.8 superficies según unidades hidrológicas y potencialidad de movimientos en masa (cont.)

Unidades hidrológicas	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
1211	0,00	0,00	0,28	0,00	
1212	0,00	0,00	0,00	0,00	
1213	0,00	0,00	0,00	0,00	
1214	0,00	0,00	0,00	0,00	
1215	0,00	0,00	0,00	0,00	
1216	0,00	0,00	0,00	0,00	
1217	0,00	0,00	0,00	0,00	
1218	0,00	0,00	0,00	0,00	
1219	0,00	0,00	0,77	0,01	
1220	0,00	0,00	0,00	0,00	
1221	0,00	0,00	0,00	0,00	
1222	0,00	0,00	25,25	0,86	
1223	0,00	0,00	0,31	0,00	
1224	0,00	0,00	1,38	0,54	
1225	0,00	0,00	0,24	0,00	
1226	0,00	0,00	1,81	0,09	
1227	0,00	0,00	0,19	0,02	
1228	0,00	0,00	0,00	0,00	
1229	0,00	0,00	0,08	0,00	
1230	0,00	0,00	1,20	0,05	
1231	0,00	0,00	3,95	0,17	
1232	0,00	0,00	173,51	0,97	
1233	0,00	0,00	0,00	0,00	
1234	0,65	0,01	260,46	2,17	
1235	0,00	0,00	2.282,39	46,56	
1236	0,00	0,00	602,57	4,21	
1237	0,00	0,00	2.677,35	14,62	
1241	0,00	0,00	0,00	0,00	
1242	0,00	0,00	0,00	0,00	
1243	0,00	0,00	0,00	0,00	
1244	0,00	0,00	136,50	2,46	
1412	0,00	0,00	25,23	2,07	
1413	0,00	0,00	0,56	0,10	
1423	0,00	0,00	0,00	0,00	
2264	0,00	0,00	0,00	0,00	
2285	0,00	0,00	9,13	6,33	
TOTAL	5,68	0,00	29.323,19	2,83	

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada unidad hidrológica.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Potencialidad						Superficie erosionable en Asturias (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	742,06	4,61	9.886,93	61,48	5.451,04	33,90	16.080,31
	45,14	1,24	1.083,71	29,78	2.510,71	68,98	3.639,56
	33,39	0,98	1.481,89	43,52	1.889,43	55,49	3.404,71
	112,89	4,97	1.721,47	75,81	436,42	19,22	2.270,78
	26,74	9,65	249,97	90,24	0,31	0,11	277,02
	14,50	1,21	426,05	35,46	761,02	63,34	1.201,57
	445,28	4,15	6.156,62	57,44	4.115,72	38,40	10.717,62
	751,09	21,59	2.292,04	65,90	434,97	12,51	3.478,10
	176,48	1,48	6.012,65	50,34	5.754,09	48,18	11.943,99
	122,93	20,10	207,93	33,99	280,82	45,91	611,68
	0,00	0,00	602,26	44,17	761,15	55,83	1.363,41
	382,24	13,05	999,87	34,15	1.520,83	51,94	2.928,19
	424,02	4,64	3.820,04	41,80	4.895,42	53,56	9.139,79
	0,19	0,07	15,68	6,12	239,15	93,27	256,40
	1.454,69	11,13	9.574,64	73,24	2.043,47	15,63	13.073,04
	428,58	20,40	1.494,29	71,13	176,21	8,39	2.100,89
	144,11	11,41	1.007,55	79,76	111,37	8,82	1.263,22
	32,81	1,81	506,88	27,92	1.275,56	70,27	1.815,25
	188,61	6,04	1.885,10	60,34	1.050,09	33,61	3.123,88
	239,69	10,38	828,67	35,88	1.240,14	53,69	2.309,70
	64,41	2,77	807,94	34,76	1.447,89	62,30	2.324,19
	1.232,47	6,90	8.647,34	48,44	7.798,33	43,68	17.851,65
	466,50	5,24	6.586,89	73,96	1.852,67	20,80	8.906,06
	1.928,34	16,05	7.662,01	63,76	2.165,74	18,02	12.017,20
	2.018,05	41,16	602,09	12,28	0,00	0,00	4.902,53
	3.485,70	24,33	9.488,14	66,24	748,55	5,23	14.324,96
	5.527,82	30,19	8.946,76	48,86	1.159,31	6,33	18.311,24
	125,58	4,91	2.272,36	88,81	160,73	6,28	2.558,67
	143,25	5,04	2.529,83	89,07	167,10	5,88	2.840,18
	91,14	8,16	1.025,04	91,81	0,25	0,02	1.116,43
	1.044,30	18,79	4.313,49	77,61	63,40	1,14	5.557,69
	470,11	38,48	691,62	56,61	34,72	2,84	1.221,68
	50,97	9,31	432,85	79,10	62,84	11,48	547,22
	0,00	0,00	25,23	20,92	95,38	79,08	120,61
	22,24	26,59	61,34	73,34	0,06	0,07	83,64
	87,13	60,39	48,03	33,29	0,00	0,00	144,29
	231.316,11	22,31	656.813,84	63,35	119.335,54	11,51	1.036.794,36



Tabla 5.9 superficies según régimen de propiedad y potencialidad de movimientos en masa

Régimen de propiedad	Potencialidad				
	Nula o muy baja		Baja o moderada		
	ha	%	ha	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,00	0,00	0,00	0,00	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	9,43	0,09	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,00	0,00	3,63	0,43	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	0,00	0,00	
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,00	0,00	554,58	0,65	
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	1.675,48	0,67	
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	0,00	0,00	137,97	0,58	
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	0,00	0,00	
Montes vecinales en mano común consorciados o conveniados	0,00	0,00	9,99	0,12	
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	0,00	0,00	0,44	0,01	
Montes privados de empresas no consorciados ni conveniados	0,00	0,00	1,50	1,80	
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	5,68	0,00	26.930,17	4,13	
TOTAL	5,68	0,00	29.323,19	2,83	

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de propiedad.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



	Potencialidad						Superficie erosionable (ha)
	Media		Alta		Muy alta		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	0,25	0,11	153,39	69,65	66,59	30,24	220,23
	981,49	9,01	8.408,22	77,16	1.497,84	13,75	10.896,98
	83,95	9,98	751,00	89,28	2,56	0,30	841,14
	67,46	9,02	677,93	90,62	2,69	0,36	748,08
	17.329,23	20,38	58.113,79	68,36	9.013,39	10,60	85.010,99
	37.971,45	15,25	185.257,74	74,39	24.135,32	9,69	249.039,99
	3.389,61	14,25	13.610,28	57,21	6.651,61	27,96	23.789,47
	129,29	29,24	312,86	70,76	0,00	0,00	442,15
	988,30	11,44	4.242,05	49,10	3.399,98	39,35	8.640,32
	353,21	8,11	2.961,13	67,99	1.040,26	23,89	4.355,04
	30,86	37,01	51,02	61,19	0,00	0,00	83,38
	169.991,01	26,04	382.274,43	58,57	73.525,30	11,26	652.726,59
	231.316,11	22,31	656.813,84	63,35	119.335,54	11,51	1.036.794,36



Tabla 5.10 superficies según régimen de protección y potencialidad de movimientos en masa

Régimen de protección	Potencialidad			
	Nula o muy baja		Baja o moderada	
	ha	%	ha	%
Parque Nacional	0,00	0,00	64,09	0,26
Parque Natural	0,88	0,00	508,55	0,77
Reserva Natural Parcial	0,00	0,00	221,55	16,65
Reserva Biológica Nacional	0,00	0,00	0,00	0,00
Paisaje Protegido	0,00	0,00	405,68	21,36
Sin protección	4,80	0,00	28.123,32	3,00
TOTAL	5,68	0,00	29.323,19	2,83

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de protección.

Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Potencialidad							Superficie erosionable (ha)
Media		Alta		Muy alta			
ha	%	ha	%	ha	%		
4.320,50	17,32	19.337,43	77,51	1.227,45	4,92	24.949,47	
7.835,72	11,80	55.441,63	83,51	2.605,00	3,92	66.391,78	
563,07	42,32	454,45	34,16	91,32	6,86	1.330,39	
81,58	1,49	4.545,86	82,90	856,00	15,61	5.483,44	
1.188,84	62,58	304,68	16,04	0,44	0,02	1.899,64	
217.326,40	23,20	576.729,79	61,57	114.555,33	12,23	936.739,64	
231.316,11	22,31	656.813,84	63,35	119.335,54	11,51	1.036.794,36	



6. erosión en cauces en Asturias



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 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 6.2, 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 en laderas y erosión en laderas con pluviometría), y el mapa 6.9, la clasificación final de las unidades hidrológicas en función del riesgo de erosión en cauces.

La tabla 6.1 resume las superficies totales obtenidas según este riesgo.

Por otra parte, en el capítulo 9 (Cartografía), se incluye el mapa de riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas (Mapa nº 4), a escala 1:250.000.



Mapa 6.1 factor pendiente por unidades hidrológicas



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

Mapa 6.2 factor litología por unidades hidrológicas



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

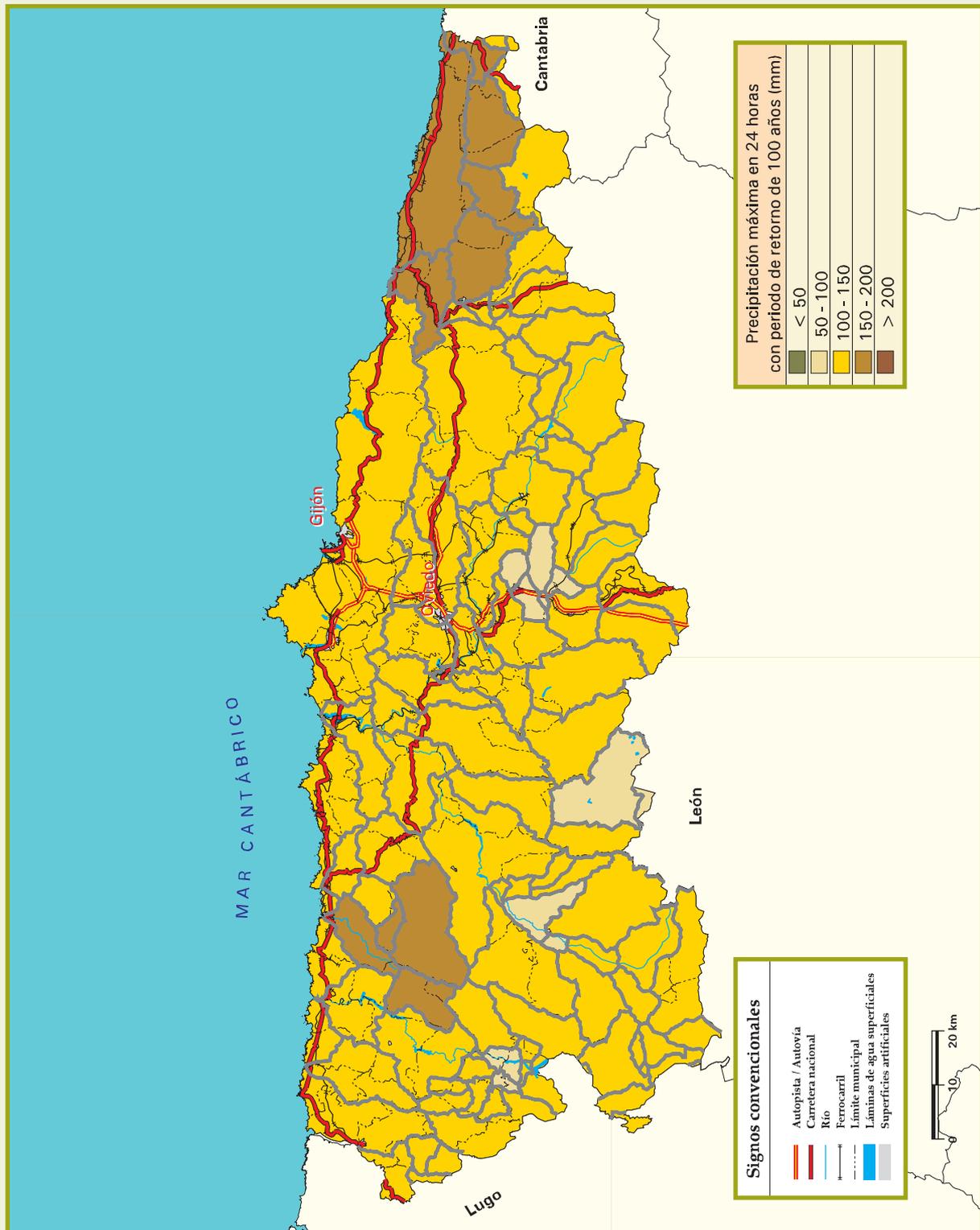


Mapa 6.3 factor geomorfología por unidades hidrológicas



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

Mapa 6.4 factor intensidad de precipitación por unidades hidrológicas



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



Mapa 6.5 factor erosión laminar por unidades hidrológicas



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

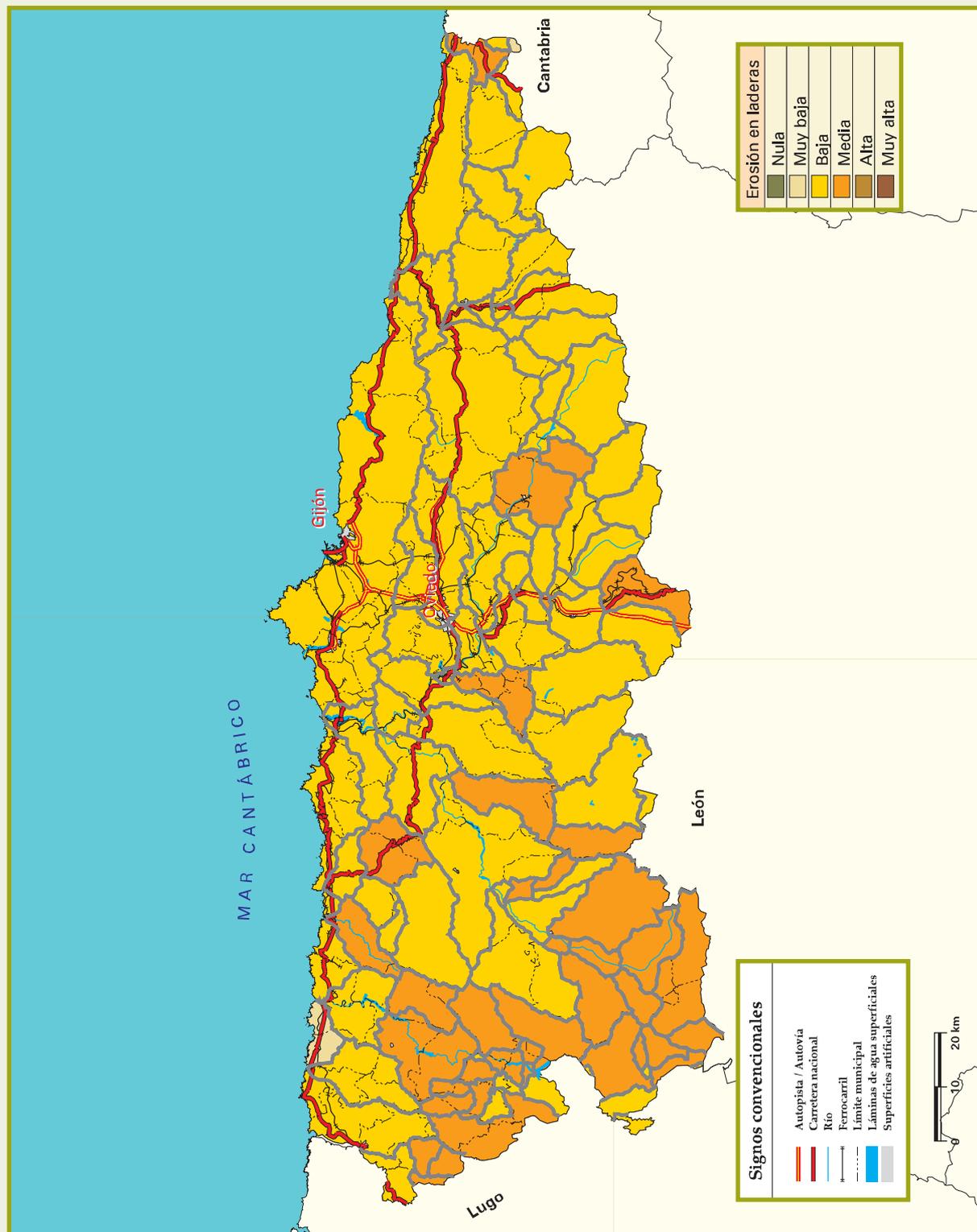
Mapa 6.6 factor movimientos en masa por unidades hidrológicas



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



Mapa 6.7 factor erosión en laderas por unidades hidrológicas



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

Mapa 6.8 factor erosión en laderas y pluviometría por unidades hidrológicas



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



Mapa 6.9 riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas



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



Tabla 6.1 riesgo de erosión en cauces

Riesgo de erosión en cauces	Superficie geográfica	
	ha	%
Bajo	0,00	0,00
Medio	118.732,29	11,20
Alto	941.624,83	88,80
Muy alto	0,00	0,00
TOTAL	1.060.357,12	100,00



7. erosión eólica en Asturias



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 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 de erosión eólica.

Tabla 7.4 superficies según riesgo de erosión eólica.

Tabla 7.5 superficies según vegetación y riesgo de erosión eólica.

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

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

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

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

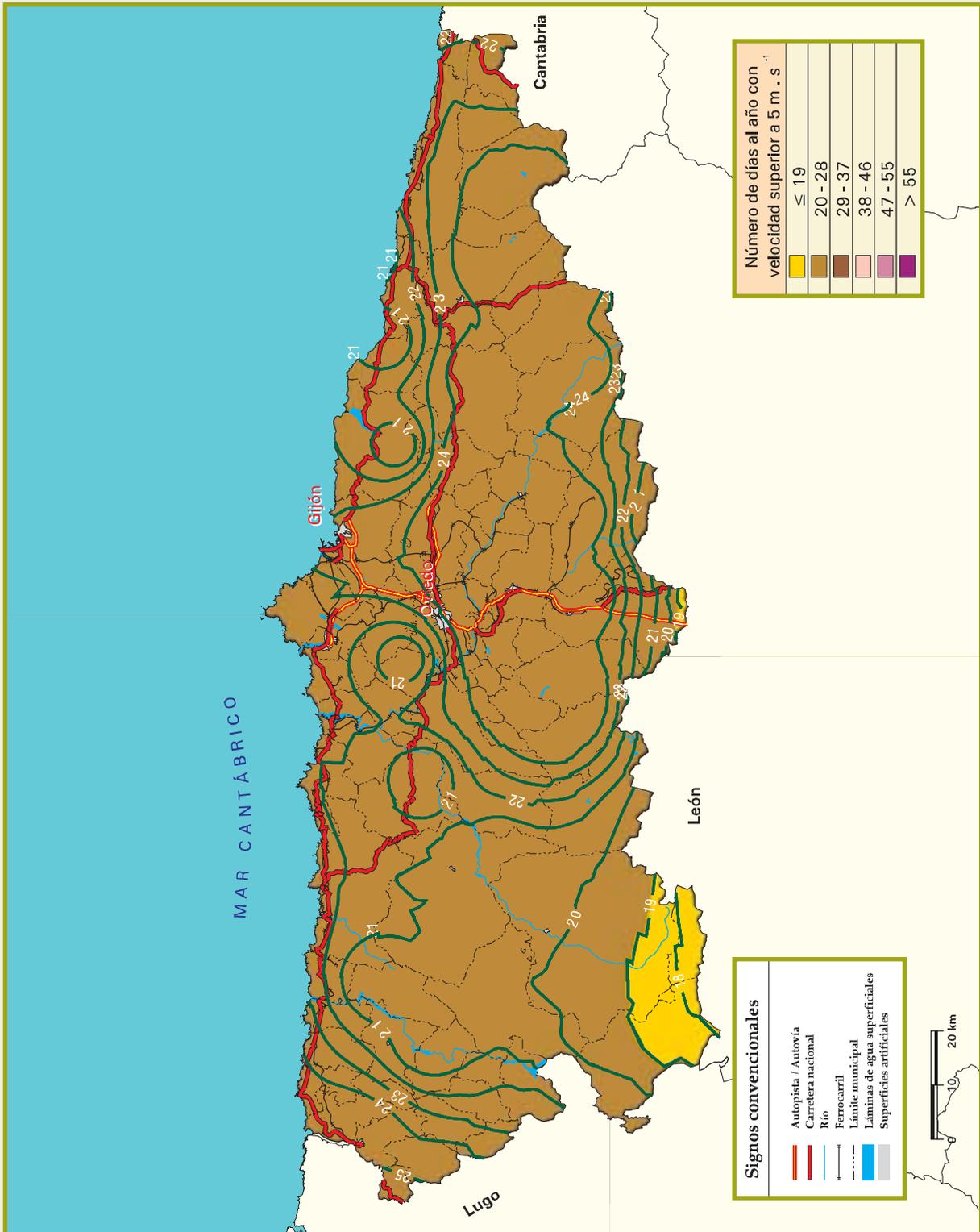
Los datos de régimen de propiedad y régimen de protección han sido obtenidos del Tercer Inventario Forestal Nacional de Asturias.

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





Mapa 7.1 índice de viento



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología.
Elaboración propia.

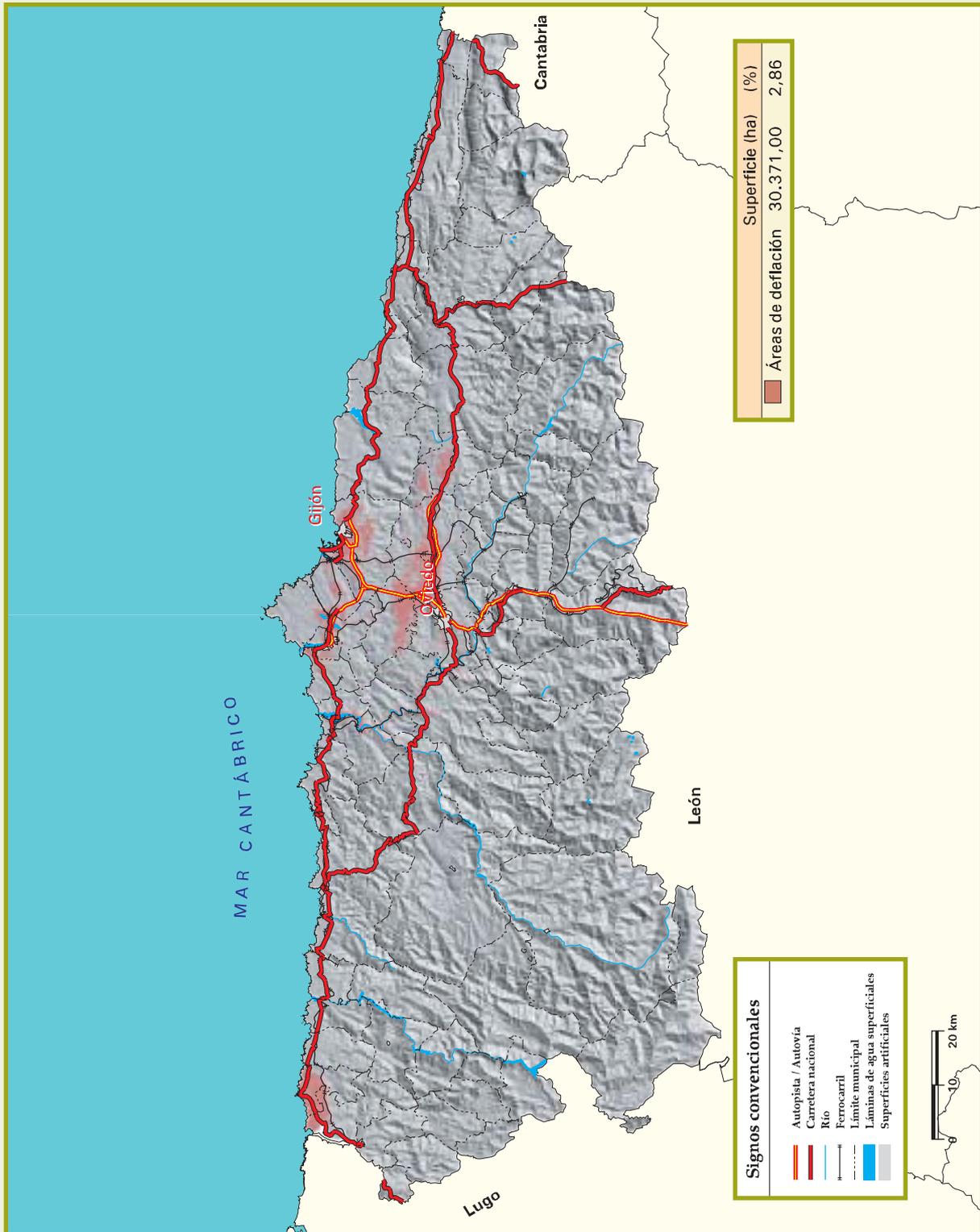


Tabla 7.1 superficies según índice de viento

Intensidad del viento		Superficie geográfica	
Índice	Nº días al año con velocidad > 5 m·s ⁻¹	ha	%
1	≤ 19	38.172,71	3,60
2	20-28	1.022.184,41	96,40
3	29-37	0,00	0,00
4	38-46	0,00	0,00
5	47-55	0,00	0,00
6	>55	0,00	0,00
TOTAL		1.060.357,12	100,00



Mapa 7.2 áreas de deflación



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





Mapa 7.4 riesgo de erosión eólica





Tabla 7.4 superficies según riesgo de erosión eólica

Riesgo de erosión eólica	Superficie geográfica	
	ha	%
Muy bajo	1.036.794,36	97,78
Bajo	0,00	0,00
Medio	0,00	0,00
Alto	0,00	0,00
Muy alto	0,00	0,00
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.036.794,36	97,78
Láminas de agua superficiales y humedales	4.367,65	0,41
Superficies artificiales	19.195,11	1,81
TOTAL	1.060.357,12	100,00

Nota: Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 7.5 superficies según vegetación y riesgo de erosión eólica

Vegetación	Riesgo de erosión eólica		Superficie geográfica	
	Muy bajo		ha	%
	ha	%		
Forestal arbolado	432.385,82	40,78	432.385,82	40,78
Forestal desarbolado	316.839,51	29,88	316.839,51	29,88
Cultivos	287.569,03	27,12	287.569,03	27,12
SUPERFICIE EROSIONABLE	1.036.794,36	97,78	1.036.794,36	97,78
Láminas de agua superficiales y humedales			4.367,65	0,41
Superficies artificiales			19.195,11	1,81
TOTAL			1.060.357,12	100,00

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie geográfica de la provincia.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 7.6 superficies según términos municipales y riesgo de erosión eólica

Término municipal	Riesgo de erosión eólica		Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		
	ha	%	
Allande	34.089,47	100,00	34.089,47
Aller	37.296,07	100,00	37.296,07
Amieva	11.349,37	100,00	11.349,37
Avilés	1.394,78	100,00	1.394,78
Belmonte de Miranda	20.702,11	100,00	20.702,11
Bimenes	3.235,77	100,00	3.235,77
Boal	11.796,58	100,00	11.796,58
Cabrales	23.725,58	100,00	23.725,58
Cabranes	3.807,46	100,00	3.807,46
Candamo	7.093,95	100,00	7.093,95
Cangas de Onís	21.030,27	100,00	21.030,27
Cangas del Narcea	82.046,93	100,00	82.046,93
Caravia	1.291,79	100,00	1.291,79
Carreño	6.185,42	100,00	6.185,42
Caso	30.570,82	100,00	30.570,82
Castrillón	4.955,09	100,00	4.955,09
Castropol	12.077,46	100,00	12.077,46
Coaña	6.318,27	100,00	6.318,27
Colunga	9.669,65	100,00	9.669,65
Corvera de Asturias	4.172,04	100,00	4.172,04
Cudillero	9.710,88	100,00	9.710,88
Degaña	8.455,82	100,00	8.455,82
Franco (El)	7.754,40	100,00	7.754,40
Gijón	15.062,02	100,00	15.062,02
Gozón	7.845,90	100,00	7.845,90
Grado	21.997,45	100,00	21.997,45
Grandas de Salime	10.947,38	100,00	10.947,38
Ibias	33.090,30	100,00	33.090,30
Illano	10.013,05	100,00	10.013,05
Illas	2.538,72	100,00	2.538,72
Langreo	7.262,40	100,00	7.262,40
Laviana	12.885,12	100,00	12.885,12
Lena	31.146,13	100,00	31.146,13
Llanera	9.979,33	100,00	9.979,33
Llanes	25.638,40	100,00	25.638,40
Mieres	13.462,25	100,00	13.462,25
Morcín	4.875,02	100,00	4.875,02
Muros de Nalón	643,52	100,00	643,52
Nava	9.471,97	100,00	9.471,97
Navia	6.071,74	100,00	6.071,74

sigue,



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

Término municipal	Riesgo de erosión eólica		Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		
	ha	%	
Noreña	451,46	100,00	451,46
Onís	7.518,05	100,00	7.518,05
Oviedo	16.851,17	100,00	16.851,17
Parres	12.470,46	100,00	12.470,46
Peñamellera Alta	9.172,48	100,00	9.172,48
Peñamellera Baja	8.244,27	100,00	8.244,27
Pesoz	3.859,55	100,00	3.859,55
Piloña	28.156,14	100,00	28.156,14
Ponga	20.556,70	100,00	20.556,70
Pravia	10.052,72	100,00	10.052,72
Proaza	7.662,08	100,00	7.662,08
Quirós	20.720,09	100,00	20.720,09
Regueras (Las)	6.529,19	100,00	6.529,19
Ribadedeva	3.384,18	100,00	3.384,18
Ribadesella	8.198,80	100,00	8.198,80
Ribera de Arriba	2.048,61	100,00	2.048,61
Riosa	4.622,75	100,00	4.622,75
Salas	22.488,44	100,00	22.488,44
San Martín de Oscos	6.642,68	100,00	6.642,68
San Martín del Rey Aurelio	5.295,93	100,00	5.295,93
San Tirso de Abres	3.109,92	100,00	3.109,92
Santa Eulalia de Oscos	4.570,65	100,00	4.570,65
Santo Adriano	2.253,78	100,00	2.253,78
Sariego	2.553,96	100,00	2.553,96
Siero	20.053,09	100,00	20.053,09
Sobrescobio	6.862,98	100,00	6.862,98
Somiedo	29.020,82	100,00	29.020,82
Soto del Barco	3.238,15	100,00	3.238,15
Tapia de Casariego	6.551,93	100,00	6.551,93
Taramundi	8.200,36	100,00	8.200,36
Teverga	16.831,00	100,00	16.831,00
Tineo	53.410,97	100,00	53.410,97
Valdés	34.928,30	100,00	34.928,30
Vegadeo	8.140,65	100,00	8.140,65
Villanueva de Oscos	7.285,39	100,00	7.285,39
Villaviciosa	26.965,78	100,00	26.965,78
Villayón	13.072,75	100,00	13.072,75
Yernes y Tameza	3.157,45	100,00	3.157,45
TOTAL	1.036.794,36	100,00	1.036.794,36

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada término municipal.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



Tabla 7.7 superficies según unidades hidrológicas y riesgo de erosión eólica

Unidades hidrológicas	Riesgo de erosión eólica		Superficie erosionable en Asturias (ha)
	Muy bajo		
	ha	%	
1117	451,72	100,00	451,72
1118	872,40	100,00	872,40
1128	2.466,48	100,00	2.466,48
1129	13.190,72	100,00	13.190,72
1130	8.928,29	100,00	8.928,29
1131	13.183,16	100,00	13.183,16
1132	4.255,56	100,00	4.255,56
1133	31.749,31	100,00	31.749,31
1134	11.393,96	100,00	11.393,96
1135	10.399,38	100,00	10.399,38
1136	3.816,58	100,00	3.816,58
1137	2.086,59	100,00	2.086,59
1138	906,19	100,00	906,19
1139	8.790,82	100,00	8.790,82
1140	1.722,62	100,00	1.722,62
1141	14.758,06	100,00	14.758,06
1142	1.763,66	100,00	1.763,66
1143	50.809,78	100,00	50.809,78
1144	12.115,39	100,00	12.115,39
1145	93.453,73	100,00	93.453,73
1146	20.353,79	100,00	20.353,79
1147	4.123,01	100,00	4.123,01
1148	3.136,81	100,00	3.136,81
1149	4.746,94	100,00	4.746,94
1150	14.349,69	100,00	14.349,69
1151	1.618,44	100,00	1.618,44
1152	14.969,00	100,00	14.969,00
1153	11.254,48	100,00	11.254,48
1154	11.314,63	100,00	11.314,63
1155	8.517,61	100,00	8.517,61
1156	8.467,95	100,00	8.467,95
1157	9.930,67	100,00	9.930,67
1158	8.514,92	100,00	8.514,92
1159	8.645,47	100,00	8.645,47
1160	2.087,83	100,00	2.087,83
1161	359,90	100,00	359,90
1162	4.763,68	100,00	4.763,68
1163	2.851,36	100,00	2.851,36
1164	2.454,92	100,00	2.454,92
1165	12.311,64	100,00	12.311,64

sigue,



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

Unidades hidrológicas	Riesgo de erosión eólica		Superficie erosionable en Asturias (ha)
	Muy bajo		
	ha	%	
1166	6.387,86	100,00	6.387,86
1167	19.887,58	100,00	19.887,58
1168	19.143,10	100,00	19.143,10
1169	9.244,16	100,00	9.244,16
1170	724,61	100,00	724,61
1171	16.991,37	100,00	16.991,37
1172	7.937,09	100,00	7.937,09
1173	10.439,05	100,00	10.439,05
1174	11.515,51	100,00	11.515,51
1175	21.540,18	100,00	21.540,18
1176	5.582,55	100,00	5.582,55
1177	9.939,48	100,00	9.939,48
1178	4.493,28	100,00	4.493,28
1179	3.774,54	100,00	3.774,54
1180	11.470,91	100,00	11.470,91
1181	1.161,84	100,00	1.161,84
1182	21.281,41	100,00	21.281,41
1183	7.274,38	100,00	7.274,38
1184	2.421,32	100,00	2.421,32
1185	3.892,09	100,00	3.892,09
1186	1.656,85	100,00	1.656,85
1187	936,17	100,00	936,17
1188	21.556,80	100,00	21.556,80
1189	37.360,15	100,00	37.360,15
1190	8.168,33	100,00	8.168,33
1191	19.107,63	100,00	19.107,63
1192	13.017,64	100,00	13.017,64
1193	16.410,42	100,00	16.410,42
1194	12.718,76	100,00	12.718,76
1195	16.612,17	100,00	16.612,17
1196	2.605,89	100,00	2.605,89
1197	21.354,24	100,00	21.354,24
1198	5.039,13	100,00	5.039,13
1199	11.497,14	100,00	11.497,14
1200	5.665,44	100,00	5.665,44
1201	1.005,94	100,00	1.005,94
1202	8.884,76	100,00	8.884,76
1203	7.435,15	100,00	7.435,15
1208	1.351,48	100,00	1.351,48
1210	3.593,47	100,00	3.593,47

sigue,



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

Unidades hidrológicas	Riesgo de erosión eólica		Superficie erosionable en Asturias (ha)
	Muy bajo		
	ha	%	
1211	16.080,31	100,00	16.080,31
1212	3.639,56	100,00	3.639,56
1213	3.404,71	100,00	3.404,71
1214	2.270,78	100,00	2.270,78
1215	277,02	100,00	277,02
1216	1.201,57	100,00	1.201,57
1217	10.717,62	100,00	10.717,62
1218	3.478,10	100,00	3.478,10
1219	11.943,99	100,00	11.943,99
1220	611,68	100,00	611,68
1221	1.363,41	100,00	1.363,41
1222	2.928,19	100,00	2.928,19
1223	9.139,79	100,00	9.139,79
1224	256,40	100,00	256,40
1225	13.073,04	100,00	13.073,04
1226	2.100,89	100,00	2.100,89
1227	1.263,22	100,00	1.263,22
1228	1.815,25	100,00	1.815,25
1229	3.123,88	100,00	3.123,88
1230	2.309,70	100,00	2.309,70
1231	2.324,19	100,00	2.324,19
1232	17.851,65	100,00	17.851,65
1233	8.906,06	100,00	8.906,06
1234	12.017,20	100,00	12.017,20
1235	4.902,53	100,00	4.902,53
1236	14.324,96	100,00	14.324,96
1237	18.311,24	100,00	18.311,24
1241	2.558,67	100,00	2.558,67
1242	2.840,18	100,00	2.840,18
1243	1.116,43	100,00	1.116,43
1244	5.557,69	100,00	5.557,69
1412	1.221,68	100,00	1.221,68
1413	547,22	100,00	547,22
1423	120,61	100,00	120,61
2264	83,64	100,00	83,64
2285	144,29	100,00	144,29
TOTAL	1.036.794,36	100,00	1.036.794,36

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada unidad hidrológica.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



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

Régimen de propiedad	Riesgo de erosión eólica		Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		
	ha	%	
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. consorciados o conveniados	220,23	100,00	220,23
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	10.896,98	100,00	10.896,98
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	841,14	100,00	841,14
Montes públicos del Estado y de las comunidades autónomas no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	748,08	100,00	748,08
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. consorciados o conveniados	85.010,99	100,00	85.010,99
Montes públicos de entidades locales catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	249.039,99	100,00	249.039,99
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. consorciados o conveniados	23.789,47	100,00	23.789,47
Montes públicos de entidades locales no catalogados de U.P. no consorciados ni conveniados	442,15	100,00	442,15
Montes vecinales en mano común consorciados o conveniados	8.640,32	100,00	8.640,32
Montes privados de particulares consorciados o conveniados	4.355,04	100,00	4.355,04
Montes privados de empresas no consorciados ni conveniados	83,38	100,00	83,38
Terrenos privados de particulares no consorciados ni conveniados	652.726,59	100,00	652.726,59
TOTAL	1.036.794,36	100,00	1.036.794,36

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de propiedad.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



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

Régimen de propiedad	Riesgo de erosión eólica		Superficie erosionable (ha)
	Muy bajo		
	ha	%	
Parque Nacional	24.949,47	100,00	24.949,47
Parque Natural	66.391,78	100,00	66.391,78
Reserva Natural Parcial	1.330,39	100,00	1.330,39
Reserva Biológica Nacional	5.483,44	100,00	5.483,44
Paisaje Protegido	1.899,64	100,00	1.899,64
Sin protección	936.739,64	100,00	936.739,64
TOTAL	1.036.794,36	100,00	1.036.794,36

Notas: Los porcentajes están referidos a la superficie erosionable de cada tipo de régimen de propiedad.
Véase la definición de superficie erosionable en la introducción del punto 3.4.



8. bibliografía



ALLUÉ, J.L. 1990. Atlas Fitoclimático de España. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS.

AYALA-CARCEDO, F.J. et al. 1986. Estabilidad de taludes en las formaciones blandas de la Comunidad de Madrid. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

AYALA-CARCEDO, F.J. et al. 1989. Estabilidad de laderas y taludes en el Valle del Guadalquivir. INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA.

AYALA-CARCEDO, F.J.; COROMINAS, J. 2003. Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas de SIG: fundamentos y aplicaciones en España. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS. 1965. Datos físicos de las corrientes clasificadas por el Centro de Estudios Hidrográficos.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2001. Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Lucha contra la Desertificación.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2001. Programa de Acción Nacional contra la Desertificación. Borrador de trabajo.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2002. Mapa de Estados Erosivos. 1:1.000.000. Resumen Nacional.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Mapa Forestal de España, escala 1:200.000 (MFE200).

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Mapa Forestal de España 1:50.000 (MFE50).

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3). Navarra.

DISSMEYER, G.E.; FOSTER, G. R. 1981. A guide for predicting sheet and rill erosion on forest land.

FLANAGAN, D.C.; NEARING, M.A. 1995. USDA-Water Erosion Prediction Project. Hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report nº10.

FOSTER, G. R.; YODER, D. C.; WEESIES, G. A.; MC COOL, D. K.; MC GREGOR, K. C.; BINGNER, R. L. 2003. Revised Universal Soil Loss Equation. Version 2. USDA-ARS.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1995. Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mapa Geológico de España, escala 1:50.000.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 1987. Mapa Eólico Nacional.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. Datos climáticos.

INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1978. La problemática de la erosión: programa de acciones en la vertiente mediterránea.

INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1988. Agresividad de la lluvia en España.

INSTITUTO NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA - DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 1987-2002. Mapas de Estados Erosivos.

LAÍN HUERTA, L. 1999. Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y el medio ambiente. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE 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.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España, escala 1:50.000.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios (SIGA).

MINISTERIO DE FOMENTO. 2002. Norma de construcción sismorresistente, parte general y edificación. NCSE-02.

MORGAN, R.P.C. 1997. Erosión y conservación del suelo. Ediciones Mundi-Prensa.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1994. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.

QUIRANTES PUERTAS, J. 1991. Métodos para el estudio de la erosión eólica. Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.).

RENARD, K.G.; FOSTER, G.R.; WEESIES, G.A., McCOOL, D.K.; YODER, D.C. 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook nº 703. Agricultural Research Service.

RESOLUCIONES DE LA CONFERENCIA MINISTERIAL CELEBRADA EN LISBOA. Portugal, 1998. Criterios e Indicadores Paneuropeos de Gestión Sostenible de Bosques.

RUIZ DE LA TORRE, J. 1990. Mapa Forestal de España. Escala 1:200.000. Memoria General. ICONA.

SIERRA, C.; QUIRANTES, J.; LOZANO, J. 1991. Uso del suelo y erodibilidad eólica (Depresión Guadix-Baza). In: Soil Erosion Studies in Spain.

STOTT, D. E., H. F. Stroo, L. F. Elliot, et al. 1990. Wheat residue loss in fields under no-till management. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:92-98.

STOTT, D. E. 1991. RESMAN: A tool for soil conservation education. Journal of Soil and Water Conservation. 46:332-333.

TRAGSA. 2003. La ingeniería en los procesos de desertificación. Ediciones Mundi-Prensa.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE BARCELONA. 1984. Inestabilidad de laderas en el Pirineo. Ponencias y comunicaciones ETSI Caminos, Canales y Puertos.

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 de erosión en cauces por unidades hidrológicas.

Mapa nº 5: Riesgo 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

