

EL INVENTARIO NACIONAL DE EROSIÓN DE SUELOS: INFORME DE RESULTADOS Y ESTADO DE AVANCE EN 2012

LUIS MARTÍN FERNÁNDEZ¹ Y MARGARITA MARTÍNEZ NÚÑEZ²

RESUMEN

La erosión es uno de los procesos más importantes de la degradación de los suelos y los sistemas naturales, que influye en los procesos de desertificación a cualquier escala. Desde el Ministerio de Medio Ambiente se tomó conciencia de este problema y en 2001 inició el Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES) para estudiar la evolución de este proceso. El objeto de este artículo es analizar cual es el estado actual de avance del INES. Para ello, se describe las características más destacadas del proceso de creación cartográfica de erosión a nivel nacional de dicho inventario y se presentan los principales resultados en forma de cartografía y de tablas de datos e indicadores.

Palabras clave: SIG, RUSLE, Erosión, Cartografía, Desertificación.

SUMMARY

Soil erosion is one of the most important factors in land degradation, influencing desertification worldwide. In 2001, the Ministry of Environment of Spain became aware of this problem and launched the National Inventory of Soil Erosion to study the evolution of this process. The aim of this research is to analyse the current status of the National Inventory of Soil Erosion. This paper describes the whole mapping method of the «National Inventory of Soil Erosion» since the fieldwork to the final cartography. The main achievements are presented in the form of maps and data and indicators tables.

Key words: GIS, RUSLE, Erosion, Mapping, Desertification.

INTRODUCCIÓN

Al analizar la degradación de los sistemas naturales, uno de los principales factores e indicadores que debe tenerse en cuenta es la erosión del suelo, en sus diversas manifesta-

ciones. La degradación de los sistemas naturales tiene implicaciones en la esfera ambiental, social y económica.

La erosión es uno de los principales procesos de desertificación a escala nacional y subnacional. La Conferencia de las Naciones Unidas

¹ Área de Actuaciones Forestales y Lucha contra la Desertificación. Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Avda. Gran Vía de San Francisco, 4. 28005 Madrid. Lmfernandez@magrama.es

² Departamento de Ingeniería de la Organización, Administración de Empresas y Estadística. Universidad Politécnica de Madrid

sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED, 1992) definió desertificación como «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». Esta definición también ha sido utilizada por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (París, 1994).

Considerando esta problemática, en el año 2001 el antiguo Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Dirección General para la Conservación de la Naturaleza, puso en marcha el proyecto «Inventario Nacional de Erosión de Suelos» (INES).

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos se encuadra dentro del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, a través de la Estadística Forestal según establece el Real Decreto 556/2011 para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, el Plan Forestal Español, la Ley 43/2003, de 21 de Noviembre, de Montes (modificada por la Ley 10/2006, de 28 de abril) y la Ley 42/2007, de 13 de Diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Su elaboración corresponde a la actual Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del Ministerio de Agricultura, Alimentación Medio Ambiente, según el Real Decreto 401/2012, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El objetivo general de este Inventario es localizar, cuantificar y analizar la evolución de los fenómenos erosivos, con el fin 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. (MARTÍN-FERNÁNDEZ *et al.*, 2010b).

Los objetivos específicos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (TORRES-QUEVEDO, M. *et al.*, 2004) son los siguientes:

- Detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente los principales procesos de erosión de suelos en el territorio nacional.

«El Inventario Nacional de Erosión de Suelos en 2012»

- Estudiar la evolución de la erosión en España, mediante la comparación de los inventarios sucesivos.
- Proporcionar información para delimitar con la mayor exactitud posible las áreas prioritarias de actuación en la lucha contra la erosión, así como para definir y valorar las actuaciones a llevar a cabo.
- 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.

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos se lleva a cabo de forma continua y cíclica, con una periodicidad de 10 años y con una precisión equivalente a una escala 1:50.000, de modo que suministra una información estadística homogénea y adecuada.

Según se indica en DELGADO *et al.*, 2005, el Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES) se estructura en una base provincial de ejecución. De esta forma, se puede aprovechar y utilizar la información de más reciente creación que se haya estado generando tanto en el Inventario Forestal Nacional (IFN) como en el Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50). Estos trabajos siguen una estructura de trabajos con base provincial al igual que el INES, y también son elaborados por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Por ello, las provincias en las que se va realizando el INES son aquellas en las que se cuenta con información actualizada tanto del Inventario Forestal Nacional (IFN) como del Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50).

MATERIAL

En el Inventario Nacional de Erosión de Suelos (DELGADO *et al.*, 2005) se inventarían y cartografían cinco formas de erosión, que son las siguientes:

1. Erosión laminar y en regueros.

2. Erosión en cárcavas y barrancos.
3. Movimientos en masa.
4. Erosión en cauces.
5. Erosión eólica.

La erosión laminar y en regueros causada por el agua es el tipo de erosión más importante cuantitativa y cualitativamente en España (MARTÍN-FERNÁNDEZ *et al.*, 2011). Para elaborar su cartografía, se empieza por el diseño del muestreo de campo, preparando la cartografía temática básica (clima, fisiografía, litología y vegetación) que posteriormente, por superposición, servirá para clasificar el territorio en estratos homogéneos y asignar a cada estrato un número proporcional de parcelas de campo, mediante muestreo aleatorio sistemático con refuerzo dirigido, con una densidad media de una parcela cada 2.500 ha.

Los factores que intervienen en la definición de estratos se describen en PUEBLA ESTRADA *et al.*, 2004, y son los siguientes:

1. Factor climático: los datos meteorológicos de estaciones meteorológicas y precipitaciones máximas en 24 horas facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), se incorporan al SIG junto con el modelo de elevaciones. Por superposición de las capas resultantes y aplicando los criterios de J.L. Allué (ALLUÉ, 1990) se obtiene la cartografía de regiones fitoclimáticas.
2. Factor geológico: las hojas del mapa geológico del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) a escala 1:50.000 se incorporan en un SIG en formato vectorial.
3. Factor morfológico: con el Modelo Digital de Elevaciones de 25x25 m del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) se hace un estudio de las pendientes, orientaciones y altitudes.
4. Factor vegetación y de usos del suelo: se incorpora al SIG la información de vege-

tación procedente del Mapa Forestal de la provincia a escala 1:50.000 (asociado al 3er Inventario Forestal Nacional de la provincia) y del Mapa Forestal de España de D. Juan Ruiz de la Torre a escala 1:200.000. La información de usos de suelos procede del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) a escala 1:50.000.

La segunda fase del estudio de la erosión laminar y en regueros es la realización de los trabajos de campo. Con ellos se obtienen datos sobre la estructura y composición de la cubierta vegetal y las características del suelo así como de las prácticas agrícolas y ganaderas llevadas a cabo. Estos trabajos se realizan en las parcelas de densidad 5x5 km, que se han asignado en la primera fase del estudio de este tipo de erosión.

La tercera fase consiste en el análisis de las muestras de suelo recogidas en el trabajo de campo, con el fin de realizar las determinaciones analíticas necesarias para estimar la erodibilidad del suelo.

Por último, el proceso de datos tiene por objeto obtener los factores necesarios del modelo RUSLE (RENARD *et al.*, 1997) para estimar las pérdidas de suelo en cada parcela y sus valores medios por estrato. Mediante el análisis estadístico de los datos resultantes de las fases anteriores, se calculan las pérdidas medias de suelo y obtener la cartografía de niveles erosivos a escala 1:50.000 con una resolución de 25x25 m.

El segundo tipo de erosión analizado en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos es la erosión en cárcavas y barrancos. Su cartografía se realiza a partir de la identificación de las zonas sometidas a esta forma de erosión, mediante su localización con fotografía aérea, entre una escala 1:20.000 y 1:40.000. Las zonas identificadas como cárcavas se localizan sobre la ortofoto y se digitaliza su contorno, obteniéndose así una capa de polígonos que representan las zonas de erosión en cárcavas. Esta digitalización se realiza a una escala aproxima-

da de 1:20.000, tomando como tamaño mínimo de zona de cárcavas 25 ha.

El siguiente tipo de erosión estudiada son los movimientos en masa. El objetivo del Inventario es la clasificación cualitativa del territorio en función de la potencialidad a presentar estos fenómenos y de la tipología predominante de los mismos. Los factores que se consideran para esta clasificación son la litología y sismicidad (obtenidos del IGME), la pendiente es derivada del Modelo Digital de Elevaciones de 25x25 m del MAGRAMA y la pluviometría a partir de datos de la AEMET.

El cuarto tipo de erosión considerado en el Inventario es la erosión en cauces. Se pretende realizar una clasificación cualitativa de las unidades hidrológicas de cada provincia en función del riesgo de que se produzcan fenómenos de erosión a lo largo de sus cauces. Los agentes que se incluyen para realizar esta clasificación son la litología (obtenido del IGME), la pendiente es derivada del Modelo Digital de Elevaciones de 25x25 m del MAGRAMA, la intensidad de la lluvia a partir de datos de la AEMET, y la erosión laminar y en regueros y potencialidad de movimientos en masa, a partir de los datos obtenidos en los módulos del propio INES.

El último tipo de erosión examinada es la causada por el viento. En este caso, el Inventario tiene por objeto clasificar cualitativamente el territorio en función del riesgo de sufrir erosión eólica. Para efectuar esta clasificación se tiene en cuenta la intensidad del viento a partir del Mapa Eólico Nacional a escala 1:1.000.000 de la AEMET, la topografía del terreno derivada del Modelo Digital de Elevaciones de 25x25 m del MAGRAMA, las características físicas y químicas del suelo (obtenidas de los análisis de las muestras de suelo del propio INES) y las características de la cubierta vegetal y del uso del suelo (cuyos datos son derivados del análisis de la cartografía del Mapa Forestal 1:50.000 y del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, ambos del MAGRAMA, así como de los estadillos de los trabajos de campo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El INES proporciona la cartografía final correspondiente a los cinco tipos de erosión estudiados y las correspondientes tablas de superficies y/o pérdidas de suelo, ya sea por provincia, municipio, unidad hidrológica, uso del suelo, régimen de propiedad o régimen de protección. Pero además, a partir de los datos iniciales y de los resultados intermedios y finales, puede obtenerse un buen número de indicadores directos o indirectos que ofrecen información sobre el estado de conservación del suelo (MARTÍN-FERNÁNDEZ et al., 2010a).

De los cinco tipos de erosión estudiados, se generan, a nivel provincial, seis archivos de información geográfica digital, que presentan las características siguientes (Tabla 1):

Estado de avance del INES

Cada vez que se termina la cartografía del Inventario Nacional de Erosión de Suelos de una provincia, se toma la información cartográfica referida a los cinco tipos de erosión reseñados en los apartados anteriores y se va componiendo una cartografía nacional de cada uno de los tipos de erosión analizados.

En Noviembre de 2012, se han publicado un total de 34 provincias que se indican en la Tabla 2, mostradas según orden de publicación:

En la Figura 1, se muestra las provincias publicadas hasta Noviembre de 2012.

A medida que se van publicando los trabajos del INES de las distintas provincias, se van configurando las seis capas nacionales de erosión. En las Figuras 2, 3, 4, 5, y 6 se muestra el estado de la cartografía de estas seis capas.

En la Figura 7 se muestran los porcentajes de suelo afectado por la erosión en las doce comunidades autónomas en las que se ha realizado el estudio entre los años 2002 y 2012.

Tipo de Erosión	Descripción de la Cartografía
Erosión laminar y en regueros	Erosión Laminar y en Regueros (niveles erosivos)
Erosión en cárcavas y barrancos	Zonas de erosión en cárcavas y barrancos
Movimientos en masa	Potencialidad de movimientos en masa
	Tipología predominante de movimientos en masa en zonas de potencialidad media, alta o muy alta
Erosión en cauces	Riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas
Erosión eólica	Riesgo de erosión eólica

Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)*

Tabla 1. Características de la Cartografía de erosión.

Table 1. Features of the INES Digital Erosion Maps.

Código	Provincia
28	Madrid
30	Murcia
27	Lugo
15	A Coruña
33	Asturias
31	Navarra
26	La Rioja
07	Illes Balears
32	Ourense
36	Pontevedra
39	Cantabria
43	Tarragona
17	Girona
25	Lleida
08	Barcelona
10	Cáceres
06	Badajoz

Código	Provincia
38	Santa Cruz de Tenerife
35	Las Palmas de Gran Canaria
03	Alicante
23	Jaén
14	Córdoba
29	Málaga
4	Almería
11	Cádiz
18	Granada
41	Sevilla
21	Huelva
46	Valencia,
12	Castellón
49	Zamora
24	León
47	Valladolid
05	Ávila

Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)*

Tabla 2. Provincias publicadas en Noviembre 2012.

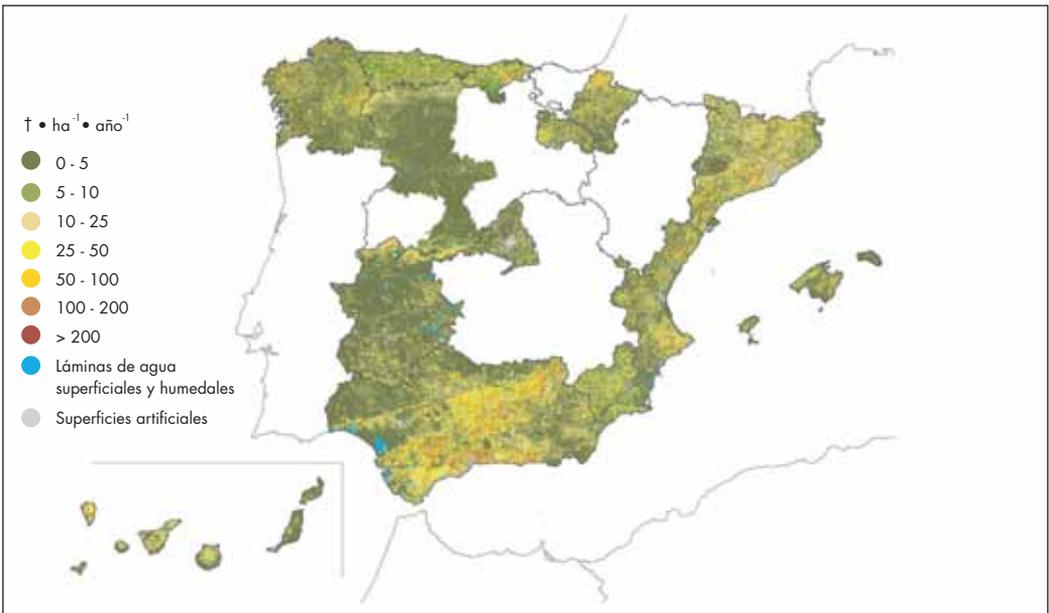
Table 2. Provinces with INES maps published by November 2012.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)

Figura 1. Provincias publicadas en noviembre 2012 .

Figure 1. Provinces with INES maps published by November 2012.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)

Figura 2. Cartografía de erosión laminar y en regueros (niveles erosivos).

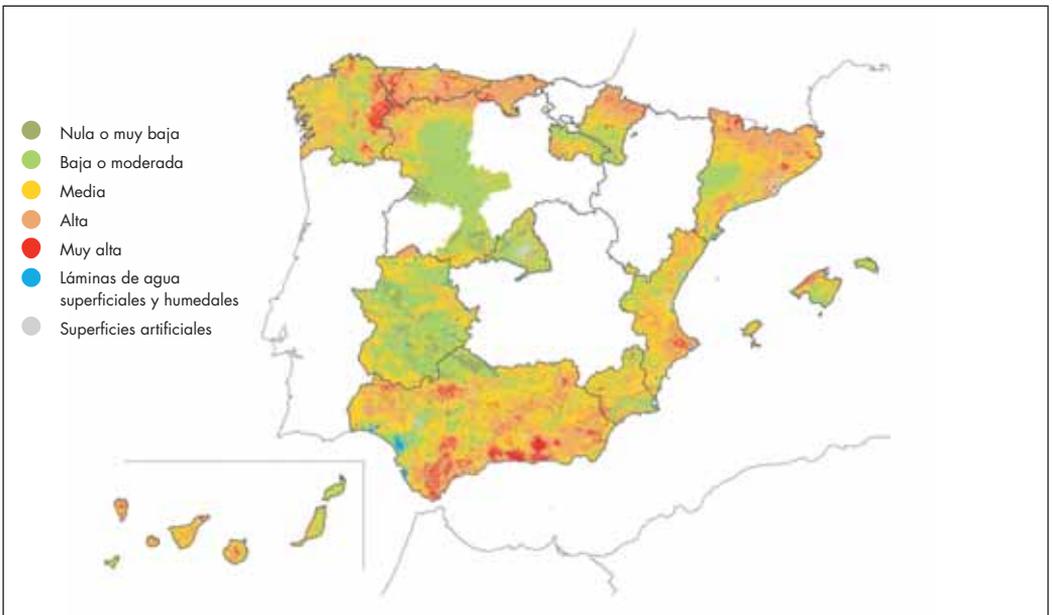
Figure 2. Sheet and rill erosion (erosive level) map.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)*

Figura 3. Cartografía de Zonas de erosión en cárcavas y barrancos.

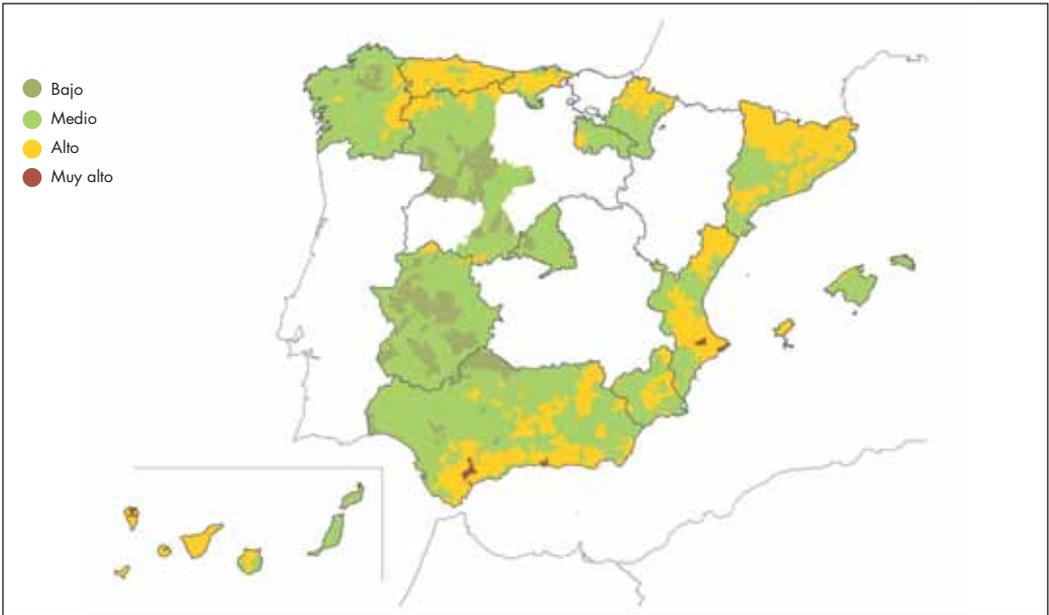
Figure 3. Gully and ravine erosion national map.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)*

Figura 4. Cartografía de Potencialidad de movimientos en masa.

Figure 4. Potential mass movement area national



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)*

Figura 5. Cartografía de riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas.

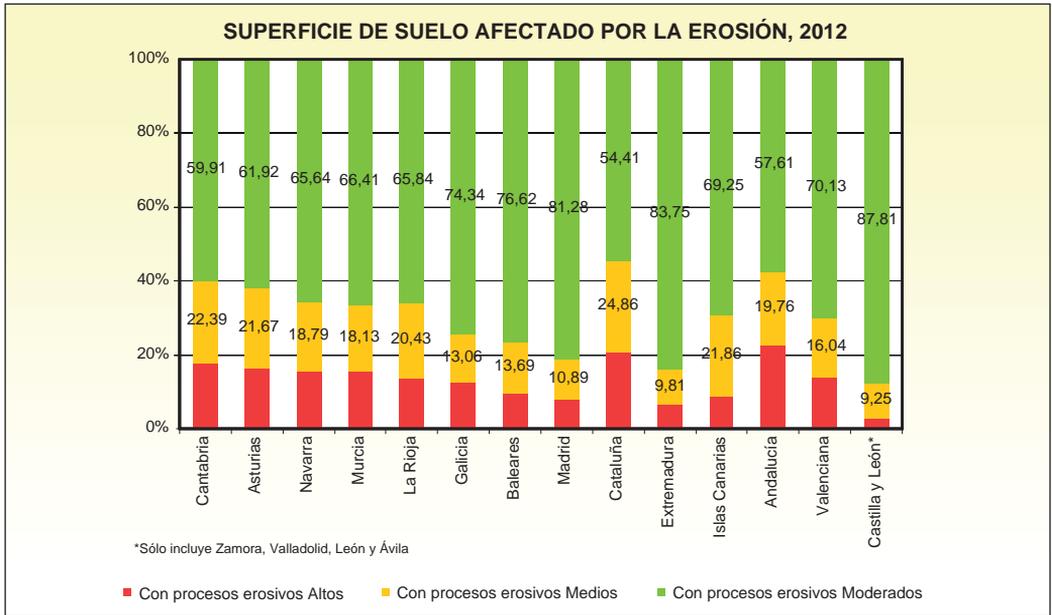
Figure 5. Stream-bed erosion national map.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)*

Figura 6. Riesgo de erosión eólica.

Figure 6. Wind erosion national map.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)

Figura 7. Superficie de suelo (%) afectada por erosión por comunidades autónomas.

Figure 7. Area affected (%) by soil erosion by Autonomous Community.

Los porcentajes de superficie se refieren a la superficie erosionable total de la comunidad autónoma, que es la susceptible de sufrir procesos de erosión y calculada deduciendo de la superficie geográfica las superficies artificiales, láminas de agua superficiales y humedales. El intervalo de pérdida de suelo denominado «Moderado» es de 0 a 10t/ha-año, el «Medio» de 10 a 25 t/ha-año, y el «Alto» de más de 25t/ha-año. En Castilla y León sólo están incluidos los datos de Zamora, Valladolid, León y Ávila.

Además, del análisis de los datos de los trabajos de campo necesarios para la realización de este inventario, se extrae una valiosa información en forma de indicadores. En la Tabla 3 se muestra un extracto de estos indicadores para el total de provincias publicadas hasta la fecha.

Los porcentajes de superficie se refieren a la superficie geográfica total de la provincia, excepto en la erosión de cárcavas y barrancos que como indica la tabla, se calcula con respecto a la superficie erosionable.

Presentación de resultados

Los resultados del Inventario se presentan tanto en una publicación convencional, que incluye memoria y mapas correspondientes a los cinco tipos de erosión, como en soporte informático (CD-ROM), que incluye una aplicación para la visualización y consulta de la cartografía generada, las tablas de resultados, la base de datos de parcelas de campo y el texto de la memoria. Cada memoria provincial viene precedida por un prólogo redactado por algún miembro ilustre de la comunidad científica relacionado con la materia de los suelos y la erosión.

Forma de ejecución

La Dirección Técnica del Inventario corre a cargo del área de Actuaciones Forestales y Lucha contra la desertificación de la Subdirección General de Silvicultura y Montes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio

Provincia	Pérdidas medias de suelo (t-ha-1-año-1)	Superficie erosionable con erosión en cárcavas y/o barrancos (%)	Superficie con potencialidad alta o muy alta de movimientos en masa (%)	Superficie con riesgo de erosión en cauces alto o muy alto (%)	Superficie con riesgo de erosión eólica medio, alto o muy alto (%)
MADRID	8,5	1,3	4,9	0,0	0,0
MURCIA	17,6	14,6	17,9	29,5	3,3
LUGO	21,3	0,4	43,8	26,2	0,7
A CORUÑA	16,2	0,1	24,0	3,9	0,2
ILLES BALEARS	10,7	0,6	22,1	20,1	36,8
LA RIOJA	12,8	3,9	18,7	10,7	10,0
NAVARRA	16,1	2,6	35,0	38,2	16,8
ASTURIAS	17,5	0,7	73,2	88,8	0,0
PONTEVEDRA	8,1	0,3	37,8	0,1	0,0
OURENSE	7,1	1,4	23,5	9,0	0,0
TARRAGONA	23,0	4,6	24,6	40,3	0,7
GIRONA	21,7	1,1	67,6	88,8	0,2
CANTABRIA	21,2	0,5	54,5	67,0	0,0
LLEIDA	18,6	0,6	36,0	57,6	0,0
BARCELONA	34,7	0,3	47,9	63,3	2,0
BADAJOS	7,5	0,4	4,2	0,0	10,4
CÁCERES	9,0	0,7	7,4	3,8	2,4
LAS PALMAS	6,9	7,2	19,2	21,8	26,2
STA CRUZ TENERIFE	13,2	0,5	46,1	100,0	0,2
ALICANTE	16,6	1,4	36,6	40,2	2,0
JAÉN	32,2	0,8	31,9	31,9	0,0
CÓRDOBA	24,3	1,1	24,0	11,6	0,0
MÁLAGA	52,4	2,0	57,9	69,5	0,8
CÁDIZ	24,6	0,1	52,2	53,8	14,4
GRANADA	23,8	4,3	46,6	37,9	0,0
ALMERÍA	10,2	4,5	52,9	36,6	2,3
SEVILLA	16,4	0,4	19,7	6,9	17,9
HUELVA	6,9	2,0	33,4	0,4	14,0
VALENCIA	3,5	0,2	5,1	0,1	5,9
CASTELLÓN	12,6	0,6	22,5	49,5	0,2
ZAMORA	23,5	0,4	25,4	67,9	0,0
LEÓN	2,0	0,1	0,8	0,0	21,2
VALLADOLID	7,6	0,2	31,3	25,4	0,0
ÁVILA	5,72	0,3	3,9	4,4	15,9

Fuente: Elaboración propia a partir de información de DG Desarrollo Rural y Política Forestal (MAGRAMA)

Tabla 3. Selección de Indicadores del Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Valores provinciales.

Table 3. Soil erosion indicators derived from raw data from the National Inventory of Soil Erosion. Values are province-specific.

Ambiente. Desde su inicio, los trabajos se ejecutan por Administración, con la colaboración de la empresa pública Tragsatec (Grupo Tragsa), como medio propio instrumental y servicio técnico de la Administración, lo que garantiza la homogeneidad en el trabajo, la adaptabilidad a los ritmos de ejecución necesarios y el mantenimiento de los estándares de calidad.

El equipo técnico al servicio del Inventario está constituido permanentemente por unas 25 personas, de las que más de la mitad son titulados superiores o medios (Ingenieros de Montes y Forestales, Ingenieros Agrónomos y Agrícolas, Geólogos, Biólogos, Informáticos, Analistas SIG, etc.). Este equipo se organiza en las siguientes unidades:

- *Unidad de coordinación*: coordina y supervisa el trabajo de las otras unidades para cumplir con los requisitos de calidad y plazo que marca la Dirección Técnica.
- *Unidad de trabajos de campo*: realiza el levantamiento de las parcelas de campo.
- *Unidad de proceso de datos*: realiza el tratamiento de los datos procedentes de cartografía, campo y laboratorio para obtener los parámetros que determinan la erosión del suelo.
- *Unidad de cartografía*: realiza los procesos que atañen a la generación de cartografía temática, estratificación y diseño de muestreo, así como los que se refieren a la obtención de los resultados finales de los distintos tipos de erosión estudiados.

Por otra parte, se ponen al servicio del Inventario los más actuales medios técnicos, tanto para el trabajo de campo (vehículos todo-terreno, GPS, instrumentos de medición, terminales portátiles para la captura y transmisión de los datos), como para el tratamiento cartográfico (Sistemas de Información Geográfica, Modelos Digitales del Terreno, Herramientas de Teledetección) y el proceso de datos (Servidores de Bases de Datos Relacionales, programas específicos de cálculo). Se cuenta, además, con empresas colaboradoras de prestigio para

realizar tareas específicas, como son los análisis de suelos y la edición de las publicaciones (DEL PALACIO *et al.*, 2009)

CONCLUSIONES

La realización del Inventario Nacional de Erosión de Suelos es fundamental para el desarrollo de los planes y programas de restauración hidrológico-forestal y lucha contra la desertificación que tiene encomendadas la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del MAGRAMA en cumplimiento de las directrices que marca la política estatal y comunitaria en materia de protección del medio ambiente y siguiendo los principios establecidos en distintas conferencias y resoluciones internacionales. Sus resultados también son de utilidad para otras políticas ambientales como la planificación hidrológica, la conservación de suelos, el desarrollo rural y las ayudas de la política agraria común (PAC) de la Unión Europea.

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 nivel 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 (1987-2001).

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES) genera una cartografía de erosión a nivel nacional a escala 1:50.000, con una resolución de 25x25 m, con una base de ejecución provincial. La cartografía a escala nacional de erosión de suelos en España, se va completando según se realiza el inventario de erosión en cada una de las provincias. Se estudian y cartografían cinco tipos de erosión (Tabla 1): erosión laminar y en regueros, erosión en cárcavas y barrancos, movimientos en masa, erosión en cauces y erosión eólica. En noviembre de 2012 hay terminadas 34 provincias que se indican en la Tabla 2.

AGRADECIMIENTOS

El esfuerzo económico y técnico realizado por la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente es indispensable para desarrollar este proyecto, especialmente, a todo el personal del Área de Actuaciones Forestales y Lucha contra la desertificación y del Área del Banco de Datos de la Biodiversidad. Igualmente, destacar el imprescindible apoyo técnico prestado por la empresa pública Tecnologías y Servicios Agrarios – TRAGSATEC (GRUPO TRAGSA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUE, J.L. 1990. *Atlas Fitoclimático de España*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
- COCERO ALONSO, A., CAMPOS GARCÍA, S. y TORRES QUEVEDO GARCÍA DE QUESADA, M. 2005. *Elaboración de cartografía de movimientos en masa y zonas de erosión en cárcavas y barrancos en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Metodología y resultados obtenidos*. Actas IV Congreso Forestal Español, Zaragoza, 26-30 septiembre. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISBN: 84-921265-7-4.
- DELGADO SÁNCHEZ, J.C., DEL PALACIO FERNÁNDEZ-MONTES, E. 2005. *Elaboración de cartografía de erosión en cauces y erosión eólica en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Metodología y resultados obtenidos*. Actas IV Congreso Forestal Español, Zaragoza, 26-30 septiembre. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISBN: 84-921265-7-4.
- DELGADO SÁNCHEZ, J.C., DEL PALACIO FERNÁNDEZ-MONTES, E. 2005. *El Inventario Nacional de Erosión de Suelos: perspectiva general, situación actual, previsiones de futuro y principales resultados e indicadores obtenidos*. Actas IV Congreso Forestal Español, Zaragoza, 26-30 septiembre. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISBN: 84-921265-7-4.
- DEL PALACIO FERNÁNDEZ-MONTES, E., MARTÍN FERNÁNDEZ, L., ALONSO CASTAÑO, I. 2009. *El Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012: Metodología y Resultados a mitad de su desarrollo*. Actas V Congreso Forestal Español, Ávila 21-25 Septiembre. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISBN: 978-84-936854-6-1.
- MARTÍN FERNÁNDEZ, L; MARTÍNEZ NÚÑEZ, M. 2011 «*An empirical approach to estimate soil erosion risk in Spain*». Science of the Total Environment. 409 3114-3123.
- MARTÍN FERNÁNDEZ, L; MARTÍNEZ NÚÑEZ, M. 2010a «*Evaluación y seguimiento del riesgo de erosión de suelos en España: El Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012*». Spanish Journal of Rural Development: 1, Especial 2, pp 131-138.
- MARTÍN FERNÁNDEZ, L; MARTÍNEZ NÚÑEZ, M. 2010b «*Estudios recientes de Cartografía del Riesgo de erosión de suelos a nivel nacional e internacional*». Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica – GEOFOCUS. nº 10, p. 47-64.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 2002-2012. Inventario Nacional de Erosión de Suelos (Varias provincias).
- PUEBLA ESTRADA, M, DELGADO SÁNCHEZ, J.C y TORRES QUEVEDO GARCÍA DE QUESADA, M, 2005, *Proceso cartográfico en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Metodología y resultados obtenidos*. Actas IV Congreso Forestal Español, Zaragoza, 26-30 septiembre. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISBN: 84-921265-7-4.

- 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)*. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook n° 703.
- TORRES-QUEVEDO GARCÍA DE QUESADA, M., JARABO SÁNCHEZ, F., DEL PALACIO FERNÁNDEZ-MONTES, E., GARCÍA DE LAS BARRERAS, J.A. 2004. *El Inventario Nacional de Erosión de Suelos 2002-2012*. Revista Montes, n° 75, 34-41.
- WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses – a guide for conservation planning*. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 537.