

EL INVENTARIO NACIONAL DE EROSION DE SUELOS: INFORME DE RESULTADOS Y ESTADO DE AVANCE EN 2009

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 (2002-2012)» para estudiar la evolución de este proceso. El objeto de este artículo es analizar cual es el estado actual de la cartografía de erosión de suelos tanto en España como en otros países europeos. Para ello, se describe las características del proceso de creación cartográfica de erosión a nivel nacional de dicho inventario. Después, se estudian comparativamente otras iniciativas similares de cartografía de erosión en otros países, tanto a nivel nacional como del continente europeo.

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 (2002-2012)» to study the evolution of this process. The aim of this research is to analyse the current status of the mapping of soil erosion in Spain and other European countries. This paper describes the whole mapping method of the «National Inventory of Soil Erosion (2002-2012)» since the fieldwork to the final cartography. Finally, the authors make a comparative analysis of similar initiatives of mapping soil erosion in other countries at national and european level.

Key Words: GIS, RUSLE, Erosion, Mapping, Desertification

¹ Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. C/ Ríos Rosas, 24, 28003 Madrid.

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

E- Mail: Lmfernandez@mma.es

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 manifestaciones. 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 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 (2002-2012)».

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 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 Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, según el Real Decreto 1130/2008, de 4 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

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.

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.
- 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. 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, M. *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 25 × 25 m del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Ma-

rino (MARM) 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 vegetación procedente del Mapa Forestal de la provincia a escala 1:50.000 (asociado al 3^{er} Inventario Forestal Nacional de la provincia) y del Mapa Forestal de España de Juan Ruiz de la Torre a escala 1:200.000. La información de usos de suelos procede del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM) 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 5 × 5 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 25 × 25 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 aproximada 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 25 × 25 m del MARM 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 25 × 25 m del MARM, 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 25 × 25 m del MARM, 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 MARM, así como de los estadillos de los trabajos de campo).

RESULTADOS Y DISCUSION

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.

De los cinco tipos de erosión estudiados, se generan, a nivel provincial, seis archivos de información geográfica digital, que presentan las características que se muestran en la tabla 1.

| 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 Medio Natural y Política Forestal (MARM)*

Tabla 1. Características de la Cartografía de erosión.

Table 1. Features of the INES Digital Erosion Maps.

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 compo-

niendo una cartografía nacional de cada uno de los tipos de erosión analizados.

En diciembre de 2009, se han publicado un total de 28 provincias que se indican en la Tabla 2, mostradas según orden de publicación:

| Código | Provincia | Código | Provincia | Código | Provincia |
|--------|---------------|--------|----------------------------|--------|-----------|
| 28 | Madrid | 39 | Cantabria | 23 | Jaén |
| 30 | Murcia | 43 | Tarragona | 14 | Córdoba |
| 27 | Lugo | 17 | Girona | 29 | Málaga |
| 15 | A Coruña | 25 | Lleida | 4 | Almería |
| 33 | Asturias | 08 | Barcelona | 11 | Cádiz |
| 31 | Navarra | 10 | Cáceres | 18 | Granada |
| 26 | La Rioja | 06 | Badajoz | 41 | Sevilla |
| 07 | Illes Balears | 38 | Santa Cruz de Tenerife | 21 | Huelva |
| 32 | Ourense | 35 | Las Palmas de Gran Canaria | | |
| 36 | Pontevedra | 03 | Alicante | | |

Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM)*

Tabla 2. Provincias publicadas en Diciembre 2009.

Table 2. Provinces with INES maps published by December 2009

En la Figura 1, se muestra las provincias publicadas hasta diciembre de 2009.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM).*

Figura 1. Provincias publicadas en diciembre 2009.

Figure 1. Provinces with INES maps published by December 2009.

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, 6 y 7, se muestra el estado de la cartografía de estas seis capas.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM).*

Figura 2. Cartografía de Erosión Laminar y en Regueros (niveles erosivos).

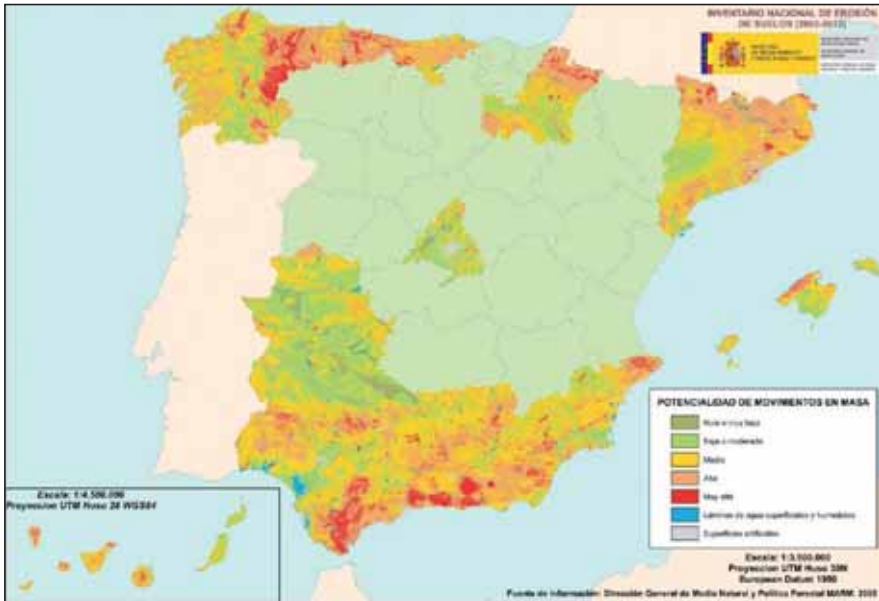
Figure 2. Sheet and rill erosion (erosive level) map.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM).*

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 Medio Natural y Política Forestal (MARM).*

Figura 4. Cartografía de Potencialidad de movimientos en masa.

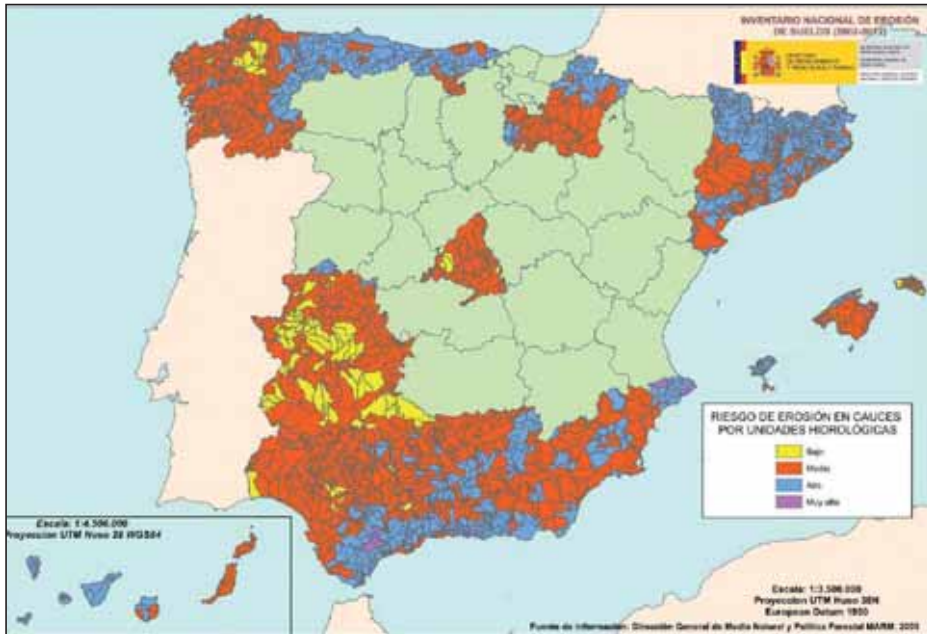
Figure 4. Potential mass movement area national map.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM).*

Figura 5. Cartografía de Tipología predominante de movimientos en masa en zonas de potencialidad media, alta o muy alta.

Figure 5. National map of predominant types of mass movement in areas of medium, high or very high potential mass movement.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM).*

Figura 6. Cartografía de Riesgo de erosión en cauces por unidades hidrológicas.

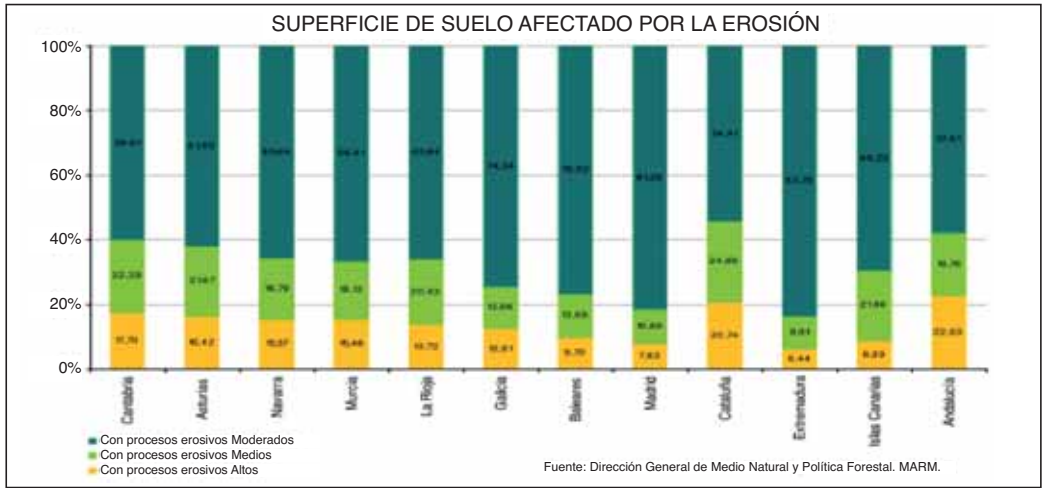
Figure 6. Stream-bed erosion national map.



Fuente: *Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM).*

Figura 7. Riesgo de erosión eólica.

Figure 7. Wind erosion national map.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de DG Medio Natural y Política Forestal (MARM).

Figura 8. Superficie de suelo afectada por erosión por Comunidades Autónomas.

Figure 8. Area affected by soil erosion by Autonomous Community.

En la figura 8 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 2009.

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 ar-

tificiales, 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.

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

| 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 |
| I. 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 |

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.

| 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 (%) |
|--------------------|---|--|---|--|--|
| 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 |

(Continuación)

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 Hidrología y Zonas Desfavo-

recidas de la Subdirección General de Política Forestal y Desertificación. 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 (2002-2012), 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 Medio Natural y Política Forestal del MARM 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 y la conservación de suelos.

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 25 × 25 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 diciembre de 2009 hay terminadas 28 provincias que se indican en la Tabla 3. Se tiene previsto terminar la totalidad de las provincias en 2012.

AGRADECIMIENTOS

El esfuerzo económico y técnico realizado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino es indispensable para desarrollar este proyecto, especialmente, a todo el personal del Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas 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, Avila 21-25 septiembre. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. ISBN: 978-84-936854-6-1
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 2002-2009. *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, nº 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.