

EL INVENTARIO NACIONAL DE EROSIÓN DE SUELOS: PERSPECTIVA GENERAL, SITUACIÓN ACTUAL, PREVISIONES DE FUTURO Y PRINCIPALES RESULTADOS E INDICADORES OBTENIDOS.

DELGADO SÁNCHEZ, J.C. Tragsatec. Área de Servicios Forestales. C/ Julián Camarillo 6B, 28037 Madrid. jcds@tragsatec.es
DEL PALACIO FERNÁNDEZ-MONTES, E. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Gran Vía de San Francisco, 4, 28071 Madrid. epalacio@mma.es

Resumen

El Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES) forma parte de las estadísticas ambientales básicas del Estado que elabora el Ministerio de Medio Ambiente con carácter continuo y cíclico. En esta comunicación se introduce este Inventario desde una perspectiva histórica, comentando sus principales componentes (erosión laminar y en regueros, erosión en cárcavas y barrancos, movimientos en masa, erosión en cauces y erosión eólica) y la información proporcionada en cada uno de ellos (cartografía e indicadores numéricos). Se comenta también el estado de avance de los distintos trabajos (preparación de información previa, levantamiento de parcelas de campo, proceso de datos, cálculo de indicadores numéricos, elaboración de cartografía final y publicación) y las perspectivas de ejecución a medio y largo plazo. Finalmente, se exponen los principales resultados obtenidos hasta la fecha, en forma de indicadores provinciales (climáticos, morfológicos, geo-edáficos, relativos a la cubierta vegetal, relativos a los distintas formas de erosión contempladas y relativos al estado de degradación del suelo).

Palabras clave no contenidas en el título

Estadística, indicadores, cartografía, degradación, medio ambiente, modelos.

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).

Consciente de esta problemática, en el año 2001 el Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Dirección General para la Conservación de la Naturaleza, inició los trabajos para la puesta en marcha el ambicioso proyecto "Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002-2012)".

Actualmente, este Inventario forma parte de la estadística forestal española, tal y como establecen el Plan Forestal Español y la ley 43/2003, de Montes. La elaboración de dicha estadística corresponde a la Dirección General para la Biodiversidad, a través de la Subdirección General de Política Forestal y Desertificación, según el Real Decreto 1477/2004, de 18 de junio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Medio Ambiente.

Su antecedente más directo lo constituyen los Mapas de Estados Erosivos, realizados a escala 1:400.000 por grandes cuencas hidrográficas, cuyos trabajos fueron iniciados por el antiguo Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza en 1982. Su objetivo era generar una cartografía que permitiera conocer, a una escala apta para la priorización de inversiones, las características de los fenómenos erosivos.

No obstante, una vez finalizados los Mapas de Estados Erosivos, éstos necesitan ya de una profunda revisión que permita, no sólo actualizarlos sino, además, mejorar la metodología utilizada y 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 (INES), cuyo período de ejecución abarca los años comprendidos entre el 2002 y el 2012 (año en el que se prevé iniciar el segundo INES).

Otros trabajos a cargo de la Dirección General para la Biodiversidad y estrechamente relacionados con el Inventario Nacional de Erosión de Suelos son:

- La Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL).
- La elaboración, coordinadamente con las Comunidades Autónomas afectadas, del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND).
- El Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en Materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Defensa contra la Desertificación, (2001).

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. 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 la Dirección General para la Biodiversidad y elaborados a nivel provincial. Esto determina el orden de realización de este Inventario, que sigue el ya establecido para dichos trabajos.

METODOLOGÍA

Módulos y fases

El Inventario 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.

1) El primer tipo de erosión considerada, y el más importante cuantitativa y cualitativamente, es la erosión laminar y en regueros causada por el agua. El objeto final del inventario en cuanto a este tipo de erosión es la estimación de las pérdidas medias de suelo en cada "pixel" del territorio y la consiguiente elaboración de una cartografía de niveles erosivos. La metodología se basa en las últimas versiones del modelo RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*, Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada).

Para ello se siguen las siguientes fases de trabajo:

- Diseño de muestreo
- Trabajos de campo
- Análisis de muestras de suelo
- Proceso de datos
- Obtención de resultados

La primera fase (Diseño de muestreo), se inicia con la preparación de 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.

La segunda fase (trabajos de campo), tiene por objeto la obtención de datos sobre la estructura y composición de la cubierta vegetal y las características del suelo, mediante el levantamiento de las parcelas anteriores, así como de las prácticas agrícolas y ganaderas, mediante entrevistas a técnicos de las oficinas comarcales agrarias. Para esta fase se cuenta con el importantísimo apoyo de las consejerías de Medio Ambiente y Agricultura, de las Comunidades Autónomas.

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.

En cuarto lugar, el proceso de datos tiene por objeto obtener los factores necesarios para estimar las pérdidas de suelo en cada parcela y sus valores medios por estrato, tras el correspondiente análisis estadístico. Para ello, se trabaja con un banco de datos donde se incorpora información de campo y de laboratorio, así como los datos agrícolas procedentes de las entrevistas en oficinas comarcales agrarias. En conjunto, este banco de datos almacena un número aproximado de 200 variables por parcela.

La quinta y última fase consiste en la obtención de resultados, para lo cual se parte, en primer lugar, de un análisis cartográfico que permite obtener los factores climáticos y topográficos que intervienen en la erosión y, en segundo lugar, del resultado del proceso de datos, lo que permite finalmente, calcular las pérdidas medias de suelo y obtener la cartografía de niveles erosivos.

Otros resultados ofrecidos en relación con la erosión laminar y en regueros son:

- Comparación de los resultados obtenidos con los correspondientes de los Mapas de Estados Erosivos.
- Cualificación de la erosión: para una mejor interpretación de los resultados de pérdidas del suelo, se valoran éstos cualitativamente en función de la tolerancia del suelo a la erosión, evaluada a partir de la fragilidad o vulnerabilidad del suelo.
- Erosión potencial: se estiman las pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros que tendrían lugar en caso de desaparición brusca y total de la cubierta vegetal (por ejemplo tras un incendio forestal). Se matiza el resultado obtenido según la capacidad climática para la recuperación de la vegetación.
- Suelos esqueléticos y/o degradados por la erosión: se trata de identificar las zonas con suelos escasos, pedregosos y pobres, probablemente como consecuencia de procesos erosivos anteriores.

2) El segundo tipo de erosión considerada se debe también a la acción del agua, pero esta vez en forma de cárcavas y barrancos. El objetivo del Inventario en este caso es la localización de las zonas sometidas a este tipo de erosión. Para ello se realiza una fotointerpretación de pares estereoscópicos y posteriormente se digitalizan sobre ortoimagen las zonas identificadas.

3) El siguiente tipo de erosión considerada son los movimientos en masa, siendo el objetivo del Inventario 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, pendiente, pluviometría, sismicidad y existencia confirmada de movimientos activos.

4) El cuarto tipo de erosión considerada es la erosión en cauces, siendo el objeto del Inventario la realización de 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 factores que se tienen en cuenta para realizar esta clasificación son la litología, pendiente, intensidad de la lluvia, erosión laminar y en regueros y potencialidad de movimientos en masa.

5) Finalmente, el último tipo de erosión considerada 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. Los factores que intervienen en esta clasificación son la intensidad del viento, la topografía del terreno, las características físicas y químicas del suelo, la cubierta vegetal y el uso del suelo.

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 Desfavorecidas 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.

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

En la Figura 1 se muestra la situación actual del INES. En la Figura 2 se muestran las perspectivas de ejecución hasta el final de este primer ciclo (año 2012).

RESULTADOS

El INES proporciona en primer lugar 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. En las Tablas 1 y 2 se muestran los valores medios provinciales (en las provincias estudiadas hasta el momento) de algunos de estos indicadores que se han juzgado especialmente significativos.

AMPLIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se presentan a este Congreso una serie de ponencias que complementan la presente y permiten profundizar en determinados aspectos del INES (proceso de datos, trabajos de campo, tratamiento cartográfico y determinación de algunos tipos concretos de erosión).

BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 2002-2005. Inventario Nacional de Erosión de Suelos (Varias provincias).

Figura 1. Situación actual del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.



Figura 2. Plan de ejecución del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

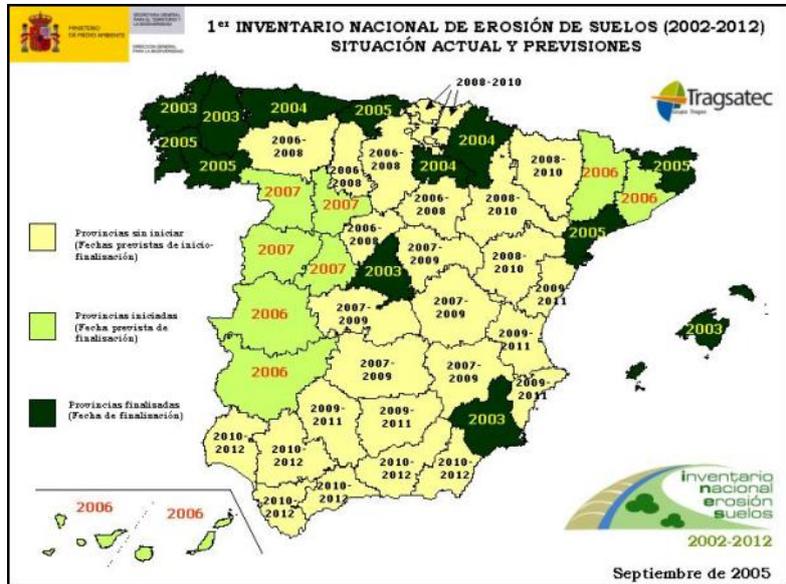


Tabla 1. Selección de Indicadores del Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Valores provinciales (I).

INDICADOR	UNIDAD	COMUNIDAD AUTÓNOMA	MURCIA	GALICIA	GALICIA	ISLAS BALEARES	LA RIOJA	NAVARRA
		PROVINCIA	MURCIA	LUGO	A CORUÑA	ILLES BALEARS	LA RIOJA	NAVARRA
AÑO TRABAJOS DE CAMPO		2002	2002	2002	2002	2003	2003	2003
T10 media (precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años)	mm	56,6	79,5	79,1	102,4	97,8	55,4	73,7
Valor medio factor R	10 ² -J-cm-m ⁻² -h ⁻¹	85,7	93,1	179,1	291,1	136,9	72,4	106,8
Altitud media	m	818,4	562,6	563,8	278,4	139,5	859,7	600,9
Pendiente media	%	12,1	14,6	24,3	14,4	14,1	23,2	21,8
Longitud de ladera media	m	102,5	115,9	112,9	114,8	113,9	121,2	103,6
Valor medio factor LS	adimensional	7,9	8,2	14,3	7,7	7,4	14,9	12,7
Factor LS /pendiente	adimensional	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
Valor medio de K.C.P.1000	adimensional	40,9	55,8	18,7	14,4	34,0	35,2	33,1
Producto medias R y LS	10 ² -J-cm-m ⁻² -h ⁻¹	677,0	763,4	2561,1	2241,5	1013,1	1078,8	1356,4
Producto medias R, LS y K.C.P. (A)	t-ha ⁻¹ -año ⁻¹	27,7	42,6	47,9	32,2	34,5	38,0	44,8
Pérdidas de suelo	t-año ⁻¹	5.960.219	19.393.626	20.725.277	12.420.163	5.059.030	6.304.849	16.375.932
Pérdidas medias de suelo (B)	t-ha ⁻¹ -año ⁻¹	8,5	17,6	21,3	16,2	10,7	12,8	16,1
Coefficiente de adecuación de los usos del suelo a la erosionabilidad del territorio: A/B	adimensional	3,3	2,4	2,2	2,0	3,2	3,0	2,8
Superficie con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	16,4	32,7	31,9	31,5	22,2	33,3	33,7
Superficie con pérdidas > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	3,1	7,7	8,3	7,5	3,9	4,7	6,8
Superficie forestal arbolada con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	10,2	24,0	21,0	12,1	19,4	32,7	33,6
Superficie forestal desarbolada con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	8,7	23,0	12,0	3,1	8,7	34,5	23,1
Superficie agrícola con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	31,7	41,0	62,0	75,3	28,5	35,2	38,0
Superficie con cualificación de la erosión grave o muy grave	%	25,9	46,3	26,2	26,1	41,6	56,6	44,1
Superficie con erosión potencial > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	41,0	55,1	76,8	84,6	42,2	64,7	64,7
Relación erosión actual > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹ / erosión potencial > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	7,7	14,0	10,8	8,8	9,2	7,2	10,5
Superficie de suelos esqueléticos y/o degradados por erosión	%	9,2	32,4		2,2	23,2	5,7	2,0
Superficie de desiertos rocosos	%	2,5	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0
Superficie erosionable con erosión en cárcavas y/o barrancos	%	1,3	14,6	0,4	0,1	0,6	3,9	2,6
Superficie con potencialidad alta o muy alta a movimientos en masa	%	4,9	17,9	43,8	24,0	22,1	18,7	35,0
Superficie con riesgo de erosión en cauces alto o muy alto	%	0,0	29,5	26,2	3,9	20,1	10,7	38,2
Superficie con riesgo de erosión eólica medio, alto o muy alto	%	0,0	3,3	0,7	0,2	36,8	10,0	16,8

Tabla 2. Selección de Indicadores del Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Valores provinciales (II).

COMUNIDAD AUTÓNOMA	ASTURIAS	PONTEVEDRA	OURENSE	TARRAGONA	GIRONA	CANTABRIA	
PROVINCIA	ASTURIAS	GALICIA	GALICIA	CATALUÑA	CATALUÑA	CANTABRIA	
AÑO TRABAJOS DE CAMPO	2003	2003	2003	2004	2004	2004	
INDICADOR	UNIDAD	VALOR DEL INDICADOR					
T10 media (precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años)	mm	91,4	108,6	81,8	105,5	143,1	93,7
Valor medio factor R	10 ² -J-cm-m ⁻² -h ⁻¹	177,4	334,7	200,9	213,6	360,4	177,1
Altitud media	m	627,4	353,7	761,9	340,4	513,3	604,4
Pendiente media	%	39,8	17,8	21,4	20,6	25,9	30,7
Longitud de ladera media	m	126,8	109,7	114,2	77,9	104,2	131,3
Valor medio factor LS	adimensional	17,6	6,7	8,8	7,1	10,2	9,5
Factor LS /pendiente	adimensional	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
Valor medio de K.C.P.1000	adimensional	8,6	6,9	7,4	37,6	22,6	14,2
Producto medias R y LS	10 ² -J-cm-m ⁻² -h ⁻¹	3122,1	2240,1	1776,0	1512,7	3676,1	1682,5
Producto medias R, LS y K.C.P. (A)	t-ha ⁻¹ -año ⁻¹	26,7	15,4	13,2	56,9	83,1	23,9
Pérdidas de suelo	t-año ⁻¹	18.137.330	3.491.824	5.058.245	13.789.680	12.194.886	10.864.839
Pérdidas medias de suelo (B)	t-ha ⁻¹ -año ⁻¹	17,5	8,1	7,1	23,0	21,7	21,2
Coefficiente de adecuación de los usos del suelo a la erosionabilidad del territorio: A/B	adimensional	1,5	1,9	1,9	2,5	3,8	1,1
Superficie con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	37,2	18,6	12,5	39,2	42,8	38,5
Superficie con pérdidas > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	8,5	3,6	2,3	11,7	8,4	10,3
Superficie forestal arbolada con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	35,7	0,0	4,7	14,8	41,7	36,5
Superficie forestal desarbolada con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	11,3	0,4	5,2	30,0	7,1	13,1
Superficie agrícola con pérdidas > 10 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	71,2	63,4	45,8	63,7	65,5	70,9
Superficie con cualificación de la erosión grave o muy grave	%	28,1	11,7	14,3	44,5	42,0	32,3
Superficie con erosión potencial > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	90,0	84,2	73,4	77,3	80,8	81,1
Relación erosión actual > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹ / erosión potencial > 50 t.ha ⁻¹ .año ⁻¹	%	9,4	4,3	3,1	15,1	10,4	12,8
Superficie de suelos esqueléticos y/o degradados por erosión	%	6,6	11,1	9,0	23,6	13,2	12,9
Superficie de desiertos rocosos	%	2,0	0,0	2,5	0,0	0,7	4,3
Superficie erosionable con erosión en cárcavas y/o barrancos	%	0,7	0,3	1,4	4,6	1,1	0,5
Superficie con potencialidad alta o muy alta a movimientos en masa	%	73,2	37,8	23,5	24,6	67,6	54,5
Superficie con riesgo de erosión en cauces alto o muy alto	%	88,8	0,1	9,0	40,3	88,8	67,0
Superficie con riesgo de erosión eólica medio, alto o muy alto	%	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0