

ORGANIZACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS DE CAMPO CORRESPONDIENTES AL INVENTARIO NACIONAL DE EROSIÓN DE SUELOS. METODOLOGÍA Y RESULTADOS OBTENIDOS.

ALONSO CASTAÑO, I. Tragsatec. Área de Servicios Forestales. C/ Julián Camarillo 6B, 28037 Madrid. iac@tragsatec.es

DELGADO SÁNCHEZ, J.C. Tragsatec. Área de Servicios Forestales. C/ Julián Camarillo 6B, 28037 Madrid. jcds@tragsatec.es

TORRES QUEVEDO GARCÍA DE QUESADA, M. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Gran Vía de San Francisco, 4, 28071 Madrid. mtquevedo@mma.es

Resumen

Los trabajos de campo que se realizan en el marco del Inventario Nacional de Erosión de Suelos tienen por objeto principal la recopilación sistemática de todos aquellos datos relativos al complejo suelo-vegetación que son necesarios para la posterior aplicación, durante el proceso de datos, de los modelos cualitativos y cuantitativos que permiten estimar las distintas formas de erosión, así como para el cálculo de distintos indicadores del estado de degradación del suelo que permiten establecer comparaciones espacio-temporales. La captura de datos se realiza mediante el levantamiento de parcelas de campo que responden a un muestreo aleatorio proporcional al tipo sistemático. En esta comunicación se desarrolla la metodología establecida para el levantamiento de parcelas, desde los aspectos organizativos y logísticos hasta los técnicos (comprobaciones, estimaciones y mediciones realizadas), señalando las diferencias entre distintos tipos de parcelas (forestales, agrícolas, improductivas, etc.). Se comentan también los resultados obtenidos desde el punto de vista de rendimiento del trabajo, realizando un análisis comparativo entre los distintos territorios levantados hasta el momento. Finalmente, se comparan el número de parcelas obtenidas según la valoración cualitativa en campo de la erosión laminar y según los cálculos de pérdidas de suelo.

Palabras clave no contenidas en el título

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

ANTECEDENTES

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.

El Mapa de Estados Erosivos utilizó un muestreo aleatorio simple con estratificación con asignación proporcional, a diferencia del INES que realiza un muestreo sistemático.

En el Mapa de Estados Erosivos los estratos resultaban de superponer la cartografía de pendientes, litofacies y vegetación. El número de parcelas por estrato era proporcional a la superficie de los estratos.

La densidad de muestreo en el INES es mucho mayor. En el INES existe un punto de muestreo cada 2.500 ha mientras que en el Mapa de Estados erosivos se muestrea una parcela cada 12.250 ha aproximadamente.

En el Mapa de Estados Erosivos, los datos que se recogían en campo eran los requeridos por la USLE, a diferencia del INES que toma alrededor de 200 parámetros necesarios, para calcular las pérdidas de suelo con la RUSLE.

Además la cartografía manejada en el Mapa de Estados Erosivos tenía una escala menos detallada que en el INES lo que dio lugar, aproximadamente, a un 20-25% de cambios de estrato al contrastar la información cartográfica con la realidad en campo. En el INES se da una media de un 14% de cambios de estrato.

En el año 2001, se llevó a cabo El Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en Materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Defensa contra la Desertificación. En este plan se realizó una valoración cualitativa en campo, de los tipos de erosión observados, en las cuencas seleccionadas.

La realización del INES 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). Esto determina el orden de realización de este Inventario, que sigue el ya establecido para dichos trabajos. Además para la organización y coordinación de los trabajos de campo del INES, se ha aprovechado la experiencia del IFN y del MFE50.

METODOLOGÍA

Diseño de muestreo

Las parcelas o puntos de muestreo que se van a levantar en campo han sido generadas a partir de la malla UTM digitalizada, con la que se ha elaborado la red de muestreo sistemático de 5x5 km, identificando cada punto de muestreo con un código y determinando la correspondencia entre puntos de muestro y parcelas del Inventario Forestal Nacional.

Para la definición de los estratos a muestrear, se han superpuesto previamente mediante SIG las coberturas de fitoclima, altitudes, pendientes, exposiciones, litología, vegetación-usos del suelo y red de muestreo, elaborándose la correspondiente tabla de superficies y calculándose el número de puntos de muestro (parcelas) por cada combinación de las coberturas anteriores. Con el análisis de dicha tabla se agrupan las combinaciones anteriores en estratos según el criterio que se establezca y se añaden a la red de muestreo los puntos de refuerzo que se juzguen necesarios para que ningún estrato quede insuficientemente muestreado.

Para los trabajos de campo, de cada punto de muestreo (parcela) se presenta en el estadillo su código identificativo, coordenadas UTM, altitud, hoja 50.000, comunidad autónoma, provincia, municipio, estrato y clases correspondientes, marcando aquellas que son de imprescindible cumplimiento para el estrato correspondiente, de fitoclima, vegetación, litología, pendiente, altitud, exposición, y parcela del IFN coincidente.

Tipos de parcela

En el Inventario Nacional de Erosión de Suelos, se distinguen tres tipos de parcelas previo a la toma de datos:

1. Parcelas coincidentes con el IFN (forestales arboladas).
2. Parcelas con formaciones forestales no arboladas, (matorrales y herbazales). Estas parcelas no presentan datos del IFN.
3. Parcelas agrícolas.

Además dentro de estos tres puede haber parcelas susceptibles de erosión eólica. Esta diferenciación clasificaría a su vez cada uno de los tres casos anteriores en función de presentarse o no en áreas de deflación (pendiente inferior al 10%). En ellas se debe realizar el análisis de caliza activa sobre la muestra de suelo tomada.

Localización de la parcela de muestreo

Para la localización de las parcelas, ayudado por los planos generales de la zona, por las ortofotos y

por la información acopiada, el equipo se desplaza en vehículo todo terreno, hasta las cercanías del punto geográfico perseguido, para después acceder a pie hasta él. Este punto está determinado por sus coordenadas UTM, por lo que se cuenta además con el apoyo del GPS.

En la segunda fase se trata de buscar un punto representativo del estrato muestreado, dentro de la tesela que se trate, y con la mayor aproximación posible al punto anterior.

El equipo usa la ortofoto, regla milimetrada y brújula, sobre todo en los casos en los que la tesela tenga formas irregulares o sea de pequeño tamaño. Una vez escogido el punto representativo, se marca en él la calicata como forma de materializarlo sobre el terreno, se anotan las coordenadas UTM definitivas en el bloque 1. Este punto se considera a todos los efectos como el centro de la parcela. A continuación se procede a realizar la toma de datos de los distintos bloques que componen el estadillo.

Descripción del estadillo

La información recogida en la operación de levantamiento de parcelas se registra en un estadillo de campo cuyos datos se graban posteriormente en una base de datos. Esta información se estructura en una cabecera y catorce (14) bloques de datos.

La cabecera recoge el nombre de los organismos públicos o privados participantes en el proyecto, así como el título de este y de la provincia correspondiente, el código de la parcela y si se realiza o no en ésta el análisis de caliza activa.

El primer bloque se denomina 1. **COMPROBACIÓN DE DATOS INICIALES** y tiene como objetivo dejar perfectamente aclarado a qué punto geográfico corresponde la parcela que se va a levantar y el tipo de parcela, además de comprobar los datos de partida que establecen la clasificación de la parcela según el estrato de muestreo correspondiente. También se mide la fracción de cabida cubierta total de la vegetación, la pendiente de la parcela y su exposición.

En el bloque 2. **DATOS DE CONTROL** se incluye, el nombre de la empresa adjudicataria, el del jefe de equipo, la fecha y horario de inicio y finalización y el último lugar de residencia del equipo.

El siguiente, 3. **ACCESO**, sirve para describir y croquizar someramente el camino utilizado para llegar al punto de muestreo.

En el cuarto, 4. **DATOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL (IFN) Y OBSERVACIONES SOBRE LA VEGETACIÓN** se realiza la comprobación, validación o corrección de datos previos del IFN en las parcelas coincidentes y la recogida de datos sobre la vegetación en los casos en que no existan anteriormente. Este bloque consta de varias secciones:

La de **“parcela coincidente IFN”** refleja el código correspondiente a la parcela del IFN que puede asimilarse a la parcela del INES en el caso de coincidencia entre ambas.

La sección de **“Fracción de cabida cubierta”** presenta:

- “Fcc arbórea” Fracción de cabida cubierta de la vegetación arbórea estimada en tanto por ciento.

La de **“Pies Mayores”** y la de **“Pies Menores”** presenta cinco epígrafes por cada especie.

- “Especie” Especie botánica.
- “Nº Pies/ parcela 10m” Densidad.
- “Altura media” Altura media en metros.
- “H_{min copa}” Altura mínima de la copa en metros.
- “Fcc” Fracción de cabida cubierta estimada en tanto por ciento.
- “Forma de copa” Clasifica la forma de la copa (A, B o C)

La de **“Regeneración”** se desglosa en los siguientes parámetros por cada especie y categoría:

- “Especie” Especie botánica.

- “Categoría” 1, 2 ó 3
- “Nº Pies/parcela 5m” Densidad
- “Altura media” Altura media en metros
- “H_{min copa}” Altura mínima de la copa en metros.
- “Fcc” Fracción de cabida cubierta estimada en tanto por ciento.
- “Forma de copa” Clasifica la forma de la copa (A, B o C)

La de “**Matorral**” presenta tres epígrafes por cada especie:

- “Especie” Especie botánica.
- “Fcc” Fracción de cabida cubierta estimada en tanto por ciento.
- “Altura media” Altura media en metros de los ejemplares de cada especie.
- “Forma de copa” Clasifica la forma de la copa (A, B o C)

La de “**Estrato Herbáceo**” presenta dos epígrafes:

- “Altura media” Altura media en metros.
- “Fcc” Fracción de cabida cubierta estimada en tanto por ciento.

En el cuarto bloque, 5. OBSERVACIONES PARA CUBIERTAS AGRÍCOLAS se anotará toda la información relacionada con los cultivos. La recogida de gran parte de esta información está supeditada a la posibilidad de contactar con el agricultor en el momento de levantar la parcela, o bien a la existencia de suficientes indicios sobre el terreno, contando con los conocimientos del jefe de equipo. En cualquier caso, esta información se completa con la que se recoge mediante encuestas en las oficinas comarcales agrarias.

El primer apartado refleja si el cultivo es de secano o de regadío, en este último caso se clasifica el método de riego (goteo, aspersión, superficie) además de anotar el uso, la especie y la labor u operación en la fecha de muestreo, el tipo de barbecho, si hay o no acolchado y sus dimensiones, el tipo de marco de plantación y sus dimensiones y el tamaño de la finca.

En el segundo apartado se realiza una descripción del ciclo de cultivo (año, mes, uso, especie, labor u operación y maquinaria)

En cultivos leñosos también se recoge el diámetro de copa, altura media, altura mínima de copa, fracción de cabida cubierta, forma de copa y el tipo de técnica de mantenimiento que se practica en el cultivo (no observable o no definida, laboreo, herbicidas, mulching, cubierta vegetal, técnicas mixtas).

Si el cultivo es herbáceo o se trata de un cultivo leñoso con cubierta vegetal, se mide la altura media y la fracción de cabida cubierta (tanto de alturas menores a 5 cm como mayores).

A continuación hay otra sección que recoge los datos sobre tratamiento del rastrojo o restos de cosecha en cada cultivo de la rotación (picado y esparcido, pastoreo, quema, incorporación, empacado, ensilado, otras).

En el caso de existir caballones, se anota la altura media y la pendiente longitudinal sobre el caballón.

Si hay presencia de malas hierbas, se recogen los datos de altura media y fracción de cabida cubierta en la siguiente sección.

En el bloque 6. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO, se identifican las prácticas de conservación de suelos que presenta la parcela (cultivo a nivel, fajas, terrazas de infiltración, terrazas de desagüe, banales de infiltración, banales de desagüe, drenajes, terrazas de infiltración con cultivo a nivel, terrazas de desagüe con cultivo a nivel, banales de infiltración con cultivo a nivel, banales de desagüe con cultivo a nivel y otros), midiendo su separación, pendiente transversal, pendiente longitudinal, altura de caballón, altura de la terraza o bancal, anchura de fajas, composición de fajas y existencia de drenajes subsuperficiales.

En el bloque 7. CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO se anota, para un total de veinte puntos de muestreo, el tipo de cubierta (vegetación viva, restos vegetales, pedregosidad, suelo desnudo o acolchado con plástico), el espesor (cm). A título informativo, se aporta el dato del espesor de la capa muerta del IFN.

A continuación figura el bloque 8. MANIFESTACIONES EROSIVAS OBSERVADAS en el que se valora el grado de erosión laminar, en regueros, cárcavas, barrancos, ramblas, torrentes, movimientos en masa o erosión eólica, observado en la parcela.

La sección de “Intensidad del Pastoreo” valora los efectos del pastoreo sobre el suelo y la vegetación.

Este bloque también presenta un apartado en el que se reflejan las manifestaciones erosivas que se recogieron en el IFN.

El bloque inmediatamente posterior, 9. RUGOSIDAD SUPERFICIAL, realiza una estimación aproximada en centímetros de ésta, con ayuda de tablas y fotografías comparativas.

En el bloque 10. SUELO, se identifica la muestra de suelo y se anota la profundidad de la calicata abierta, indicando si se ha llegado o no a la roca madre y la profundidad del horizonte orgánico. También se valora la abundancia de raicillas de distinto tipo, la estructura, la humedad y el peso de la pedregosidad no muestreada en tanto por ciento sobre la muestra total del horizonte superior, así como el peso de la muestra. Además, se apuntará posteriormente a quien ha sido enviada la muestra, desde dónde, por medio de quien y la fecha de envío. Este bloque también presenta dos apartados en los que se reflejan los datos de rocosidad y tipo de suelo que aporta el IFN. También se anota el porcentaje de superficie cubierta por afloramientos rocosos.

En el bloque 11. EVENTOS ANTERIORES se informa del tipo de evento y del tiempo transcurrido desde que ocurrió.

El bloque 12. FOTOGRAFÍAS informa del rumbo y distancia desde el lugar que se ha tomado la foto con respecto al punto de muestreo, número de foto en el carrete y número de carrete utilizado.

El bloque 13. MARCA SOBRE EL TERRENO, recoge la información sobre el tipo de marca dejada sobre el terreno para localización futura de la muestra y la distancia y rumbo de la marca con respecto al punto de muestreo.

En el bloque 14. OBSERVACIONES E INCIDENCIAS se recogen posibles comentarios sobre la parcela que puedan resultar de interés.

Y cerrando el estadiillo de campo aparece el bloque 15. CONTROL DE CALIDAD en el que se registra el control en campo, la supervisión de la dirección de obra, el control en gabinete y las observaciones del control de calidad. Además en cada hoja aparece la revisión del jefe de equipo cuya fecha y firma se presentan en la última hoja del estadiillo.

Material de apoyo y herramientas

En los trabajos de campo, se utilizarán:

- G.P.S.
- Clisímetro/hipsómetro de bolsillo para medición de pendientes y alturas.
- Brújula de bolsillo.
- Dinamómetro.
- Cuentahilos o lupa con escala.
- Cinta métrica de treinta metros de longitud.
- Azada para abrir la calicata.
- Piqueta y pala pequeña para recoger la muestra de suelo.
- Bolsas y etiquetas para muestras de suelo.
- Cámara fotográfica APS.
- Carretes fotográficos.

- Pilas.
- Regla milimetrada de 30 cm.
- Carpeta de plástico portadocumentos.
- Calculadora sencilla.
- Hojas de papel.
- Cuaderno de incidencias.
- Juego de escritura (lápiz, bolígrafo, rotulador, goma de borrar).
- Juego de rotuladores indelebles.
- Manuales de trabajo.
- Estadillos.
- Tablas y plantillas para valoración de la rugosidad y de la Fcc.
- Guía botánica de árboles y arbustos.
- Mapas temáticos provinciales de subregiones fitoclimáticas, fisiografía, vegetación y litología, a escala 1:250.000.
- Salidas gráficas por filmadora a escala 1:25.000 con la localización e identificación de los puntos de muestreo, los contornos de las teselas muestreadas del mapa de estratos.
- Mapas topográficos 1:25.000 con los puntos de muestreo localizados e identificados.

Coordinación y control de calidad de los trabajos de campo

TRAGSATEC tiene en todo momento a disposición del proyecto un equipo de personal experto y especializado que realiza las funciones de coordinación y supervisión de todas las actividades del proyecto y de interlocución con la Dirección Técnica. Este equipo acompaña a la Dirección Técnica en las visitas de supervisión de los trabajos de campo.

Antes de comenzar los trabajos de campo se lleva a cabo una planificación general a escala provincial, incluyendo el reparto de parcelas entre los distintos equipos de trabajo, según áreas geográficas.

Los equipos de campo están dirigidos por técnicos forestales o agrícolas y reciben una formación previa que incluye ejercicios prácticos de levantamiento de parcelas.

Se realiza un control de calidad del trabajo de campo mediante la repetición supervisada de un 10% de las parcelas. La Dirección Técnica puede en cualquier momento muestrear al azar algunas de las parcelas estudiadas, contrastando la bondad y exactitud de los datos inicialmente obtenidos.

En un 5% de las parcelas se toma doble muestra de suelo, analizándose ambas para control de calidad del laboratorio.

RESULTADOS

El INES proporciona a partir de los datos iniciales un buen número de indicadores directos que ofrecen información sobre el estado de conservación del suelo. En la Tabla 1, se comparan el número de parcelas en función de la evaluación cualitativa observada en campo y de los niveles erosivos que resultan, de procesar los datos tomados en campo con la RUSLE. La semejanza del número de parcelas demuestra la calidad de los trabajos de campo que se asegura mediante los continuos controles al levantamiento de parcelas que realizan los equipos de campo.

Además en la Tabla 2, se reflejan los rendimientos de muestreo en campo que se mantienen estables gracias a la continua coordinación de los equipos de campo. En Madrid el rendimiento fue menor por ser la provincia con la que se definieron los trabajos de campo. El rendimiento de Asturias decreció por la dificultad del terreno.

BIBLIOGRAFÍA

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

Figura 1. Medición de la cubierta en contacto con el suelo



Figura 2. Medición del rumbo de la foto



Figura 3. Realización de la calicata



Tabla 1. Número de parcelas según valoración cualitativa y pérdidas calculadas

VALORACIÓN CUALITATIVA EN CAMPO DE LA EROSIÓN LAMINAR		nº de parcelas
Nula		3.169
Poco-Medianamente intenso		991
Intenso-Muy Intenso		236

PÉRDIDAS DE SUELO CALCULADAS (t·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		nº de parcelas
< 10		3.071
10 - 50		1.028
> 50		298

Tabla 2. Media de parcelas diarias por equipo y parcelas levantadas por provincia

	Media de parcelas diarias por equipo	Parcelas levantadas
MADRID	3	349
MURCIA	5	479
LUGO	4	454
A CORUÑA	5	362
ILLES BALEARS	5	237
LA RIOJA	4	258
NAVARRA	4	459
ASTURIAS	3	493
PONTEVEDRA	5	228
OURENSE	5	334
TARRAGONA	5	289
GIRONA	4	279
CANTABRIA	4	253
LLEIDA	4	540
BARCELONA	4	340

BADAJOS	5	960
	TOTAL	6.314