



VALORACIÓN ECONÓMICA ASOCIADA AL IFN4

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ANTECEDENTES	2
3	OBJETIVOS	3
4	PREMISAS PARA LA VALORACIÓN	3
5	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES Y SERVICIOS CONSIDERADOS	4
6	MÉTODOS DE VALORACION	7
7	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	9
8	RESULTADOS OBTENIDOS	23
9	BIBLIOGRAFÍA	23

1 INTRODUCCIÓN

La sociedad en su conjunto se ve beneficiada por múltiples bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas forestales. Estos beneficios se materializan en un incremento del bienestar que puede ser cuantificado y expresado en términos monetarios aplicando técnicas propias del análisis económico.

En los últimos treinta años este campo del conocimiento ha experimentado un fuerte auge que ha conducido a mejorar de manera significativa la información que se tiene de los recursos naturales y, por lo tanto, a mejorar su gestión, siempre como parte de los principios de sostenibilidad del modelo de desarrollo y no pérdida neta de capital natural.

De esta forma, el objetivo general de los estudios de valoración económica consiste en aportar datos relevantes para la optimización de los procesos de toma de decisiones colectivas. En concreto, en Delacámara (2008), se destaca la posibilidad de que sean empleados como referencia en la implantación de mecanismos basados en incentivos y en análisis del tipo coste-beneficio y coste-eficacia. En todo caso, debe indicarse que la información procedente de los estudios de valoración no sustituye en ningún momento al proceso de decisión en su conjunto. Este último es mucho más complejo y más amplio, pero puede servirse de las técnicas de valoración económica para optimizar una decisión colectiva. Por lo tanto, el análisis económico aporta una fuente de datos adicional que presta asistencia en la adopción de la mejor decisión posible, haciendo emerger el valor de bienes y servicios que o bien carecen de precio de mercado o bien su precio refleja escasamente la función o servicio prestado.

En la actualidad el concepto de valoración económica figura estrechamente vinculado al de servicio ambiental o servicio de los ecosistemas. En este sentido, merece la pena hacer notar la diferencia existente entre funciones de los ecosistemas y servicios de los ecosistemas. Las funciones de los ecosistemas son las propiedades de éstos, tanto biológicas como sistémicas y de hábitats. Mientras, un bien o un servicio es el beneficio, directo o indirecto, que aportan a las poblaciones humanas estas funciones (Costanza *et al.*, 1997).

El concepto “servicios de los ecosistemas” es un término clave ya que usualmente se emplea como la unidad básica que es objeto de identificación y, posteriormente, de análisis, evaluación y, en su caso, de valoración económica. Claros ejemplos de estudios del medio ambiente centrados en los servicios de los ecosistemas son la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), la Valoración de los Activos Naturales de España (MARM, 2010) y la Evaluación de los ecosistemas del milenio de España (MARM, 2011).

En el marco del Cuarto Inventario Forestal Nacional (IFN4) se ha adoptado el término “servicios de los ecosistemas” como sinónimo de “servicios ambientales” incluyéndose dentro de ambos, por conveniencia, tanto la propia prestación de servicios como la provisión de bienes ofrecida por los recursos naturales.

2 ANTECEDENTES

El Inventario Forestal Nacional, desde su Tercera edición (1997-2006), incluye un estudio específico de valoración económica del medio forestal. En concreto, en este marco se obtuvieron resultados para los aspectos productivos, recreativos y ambientales y, por agregación de estos tres, el valor económico total de los ecosistemas forestales a nivel provincial. Los resultados provinciales quedan reflejados en una cartografía específica que recoge el valor aportado, en euros por hectárea, por cada celda de 1x1 km.

Durante la elaboración del Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), desde Naciones Unidas se evidenció, a través del conocimiento científico disponible, que se estaba produciendo una sobreexplotación de las funciones de los ecosistemas con efectos relevantes sobre los bienes y servicios disfrutados por la humanidad (pérdida de biodiversidad, agotamiento de los recursos naturales, cambio climático, etc.). En este contexto se realizó la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, una iniciativa internacional promovida por un conjunto de agencias de Naciones Unidas a través de la que se procedió a evaluar el estado y la evolución de los ecosistemas del mundo al inicio del tercer milenio.

El enfoque de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio consistió en describir y evaluar la situación en el momento de elaboración del estudio y, adicionalmente, establecer una serie de perspectivas sobre el comportamiento futuro en los niveles de provisión de los servicios, siendo acompañada de un análisis económico en términos cualitativos. Esta evaluación marcó un hito al constatar la importancia de los servicios ambientales para garantizar la supervivencia y el bienestar de la sociedad. Adicionalmente, llamaba la atención sobre la evolución negativa a escala global de los niveles de provisión de muchos servicios como consecuencia de la presión que la sociedad ejerce sobre los mismos.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de Naciones Unidas supuso el punto de partida para diferentes iniciativas de mayor nivel de detalle que persiguieron obtener resultados para territorios concretos. En este sentido, a nivel nacional destaca la Valoración de los activos naturales de España (VANE) realizada por el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, y cuyos resultados se publicaron el año 2010.

VANE ofreció una primera identificación de los servicios prestados por los ecosistemas españoles y evaluó su estado en términos cualitativos y, adicionalmente, cuantitativos siempre que existiera la información requerida para ello. Estas tareas fueron llevadas a cabo por un equipo científico coordinado por el Departamento de Fundamentos de Economía e Historia Económica de la Universidad de Alcalá y que contaba con los siguientes miembros:

- Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Departamento de Economía y Gestión Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Departamento de Economía, Sociología y Política Agraria de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba.

- Departamento de Economía Aplicada de la Universitat de les Illes Balears/Universidad de las Islas Baleares.
- Departamento de Fundamentos de Análisis Económico de la Euskal Herriko Unibertsitatea/Universidad del País Vasco.

Entre la información de base empleada por VANE destaca el Mapa Forestal de España 1:50.000 (MFE50) y el IFN3. La primera de estas fuentes de datos aportó el mapa de usos del suelo utilizado para la valoración de la totalidad de los servicios identificados y la segunda aportó la información necesaria para la valoración de los servicios productivos vinculados al crecimiento de las masas forestales.

El resultado final de este proyecto se materializó en una serie de mapas de valor en los cuales se representa el bienestar aportado por cada celda del territorio expresado en términos monetarios. El tamaño de las celdas de VANE es de 1 ha y las unidades en las que se expresa el flujo económico son los euros por hectárea y año.

3 OBJETIVOS

La valoración económica asociada al IFN4 da continuidad a los trabajos de valoración del medio forestal iniciados en el IFN3 manteniéndose actualizados los datos ofrecidos por el inventario. No obstante, las tendencias internacionales, en este caso establecidas por Naciones Unidas, han hecho recomendable revisar en profundidad la metodología de valoración aplicada con objeto de situarla en línea con la marcada por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. En esta alineación con Naciones Unidas, si bien se pierde la opción de poder comparar los resultados obtenidos en el IFN4 con los publicados en el IFN3, se gana coherencia con los trabajos punteros en el campo de la valoración económica de los servicios ambientales. En concreto, en la valoración asociada al IFN4 se persigue actualizar los resultados ofrecidos en VANE aplicando la mejor información disponible en la actualidad, empleando especialmente tanto la cartografía como las bases de datos suministradas por el Mapa Forestal de España (MFE) y por el Inventario Forestal Nacional (IFN).

4 PREMISAS PARA LA VALORACIÓN

El procedimiento de valoración aplicado en el marco del IFN4 ha asumido las siguientes premisas de partida:

- La referencia básica para la realización de los trabajos ha sido el proyecto VANE. De esta forma, la metodología coincide con la diseñada en VANE y las fuentes de información son las previstas en este proyecto.
- Los trabajos realizados se fundamentan en la disponibilidad del IFN4 y del Mapa Forestal de España 1:25.000 (MFE25). De esta forma, los trabajos de valoración incorporan en la metodología de VANE estas nuevas fuentes de información con objeto de obtener resultados más actuales de los ecosistemas forestales.

- La metodología de VANE, en origen, se elaboró para ser aplicada a una escala nacional. Este enfoque se ha modificado con objeto de adaptarse a la escala de trabajo del IFN (provincial o autonómica). Por lo tanto, en las fuentes empleadas se ha recurrido a los datos específicos del territorio valorado (provincia o autonomía) obviando los del resto de España. Dicho de otra forma, los resultados obtenidos en la valoración son coherentes con la fuente de datos en la que se basan a escala provincial o autonómica.
- Las fuentes de información a las que se ha recurrido son comunes a nivel nacional con objeto de evitar discrepancias en los resultados debidas exclusivamente a la disponibilidad de información más o menos precisa en cada región o Comunidad Autónoma. De esta forma, las estimaciones y asunciones realizadas en el proceso de valoración no tienen en consideración la información específica que pudiera existir a una escala regional o local.
- El proceso de valoración se centra en la superficie que el IFN declara como forestal, prescindiendo del resto del territorio (artificial, agrícola, marino, etc.).
- El producto final del proceso de valoración consiste en una serie de mapas de valor en formato digital, uno para cada servicio evaluado. El tamaño de la celda en estos mapas es de 1 ha (10.000 m²).
- El año de referencia para el cálculo del valor económico es el año 2011. Por lo tanto, los resultados se expresan en euros del año 2011 ya que este año coincide con la fecha de la primera publicación del IFN4 con datos de valor (Galicia).
- El valor obtenido se corresponde con un flujo y no con un stock. En concreto, la metodología permite obtener resultados expresados en euros al año.
- La metodología aplicada persigue calcular la cuantía de las rentas sostenibles en el tiempo, denominadas rentas hicksianas de los ecosistemas.
- Se ha seguido un criterio conservador o de precaución en la valoración con el fin de calcular al menos el valor mínimo de los servicios proporcionados por los ecosistemas forestales.
- Los trabajos realizados permiten estimar el bienestar o valor social aportado por los ecosistemas, en ningún caso el precio que tendrían los mismos en un hipotético mercado. En este sentido merece la pena señalar que el concepto de precio, a diferencia del de valor, implica un acuerdo entre un proveedor de un bien o servicio y un consumidor del mismo, circunstancia que usualmente no se da con los bienes y servicios aportados por los recursos naturales.

5 DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES Y SERVICIOS CONSIDERADOS

La valoración económica asociada al IFN4 ofrece resultados para los servicios de los ecosistemas forestales recogidos en la siguiente Tabla.

Servicios considerados	
Categoría	Servicio ambiental
Producción de alimentos y materias primas	Producción de madera
	Producción de leña
	Producción de piñones
	Producción de corcho
	Producción de pastos forestales
Provisión de agua	Provisión de agua para uso agrícola
	Provisión de agua para uso industrial
	Provisión de agua para uso doméstico
	Provisión de agua para uso energético
Servicio recreativo	Servicio recreativo
Caza deportiva	Caza
Sedimentación evitada en embalses	Sedimentación evitada en embalses
Captura de carbono	Captura de carbono por el arbolado
	Captura de carbono por el matorral
Conservación de la diversidad biológica	Conservación de la diversidad biológica

Tabla 1. Servicios de los ecosistemas forestales valorados en el IFN4. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se define cada uno de los servicios considerados.

Producción de madera

La producción de madera valora el suministro sostenible de este bien proporcionado por los montes españoles.

Producción de leña

Ligada a la producción de madera se considera la producción de leña aplicando igualmente criterios de sostenibilidad de la explotación.

Producción de piñones

La producción de piñones se centra únicamente en aquellas provincias que declaren la producción de este bien en los anuarios de estadística agroalimentaria y forestal oficiales y, dentro de estos territorios, exclusivamente en zonas que cuentan con pies maduros de *Pinus pinea*.

Producción de corcho

De forma similar a la producción de piñones, la valoración del corcho se realiza en las provincias que figuran como productoras en la estadística oficial y que, en este caso, cuentan con pies maduros de *Quercus suber*.

Producción de pastos forestales

En el ámbito de la presente valoración se asimila el valor de la producción ganadera forestal al valor de los pastos producidos en los terrenos forestales.

Provisión de agua

Este servicio se corresponde con el agua suministrada por los ecosistemas forestales. En concreto, bajo este epígrafe se considera el agua destinada a la agricultura, a los procesos industriales, al uso doméstico y al uso energético:

- El agua para uso agrícola es aquella que se destina al abastecimiento de las parcelas de regadío.
- El agua para uso industrial es aquella que interviene en los procesos industriales.
- El agua para uso doméstico es la destinada a satisfacer la demanda de los hogares.
- Por último, el agua para uso energético es la que llega a las centrales hidroeléctricas donde es turbinada con el fin de generar electricidad.

Estos cuatro aprovechamientos del agua se han agregado en el concepto genérico “provisión de agua”.

Servicio recreativo

La valoración del servicio recreativo evalúa el poder de atracción de visitantes que tienen los espacios naturales que cuentan con alguna figura de protección.

Caza

En este epígrafe se valora la provisión de piezas de caza en los ecosistemas forestales incluyendo tanto la caza menor (liebre, conejo, perdiz y codorniz, entre otras) como la caza mayor (ciervo y jabalí, entre otras).

Sedimentación evitada en embalses

La existencia de una cubierta vegetal permite disminuir la pérdida de suelo y, por lo tanto, reducir la cantidad de sedimentos que alcanzan los embalses. En este sentido, el servicio de sedimentación evitada en embalses valora los costes de limpieza de embalses en los que se evita incurrir debido a la sujeción del suelo lograda por las especies vegetales.

Captura de carbono por el arbolado

El crecimiento anual de los árboles permite fijar carbono atmosférico de manera estable evitando, de esta forma, incurrir en costes de adquisición de derechos de emisión.

Captura de carbono por el matorral

De forma similar a la captura de carbono por el arbolado, este servicio considera el carbono fijado de manera estable por las especies de matorral forestal.

Conservación de la diversidad biológica

La diversidad biológica existente en los ecosistemas forestales se ha evaluado asumiendo que su valor reconocido por la sociedad es, al menos, igual a los costes de conservación que se están sufragando para su conservación y mantenimiento.

6 MÉTODOS DE VALORACION

En la siguiente Tabla se indican los métodos de valoración aplicados.

<i>Servicios considerados y métodos</i>		
Categoría	Servicio ambiental	Método
Producción de alimentos y materias primas	Producción de madera	Renta a precios de mercado
	Producción de leña	Renta a precios de mercado
	Producción de piñones	Renta a precios de mercado
	Producción de corcho	Renta a precios de mercado
	Producción de pastos forestales	Renta a precios de mercado
Provisión de agua	Provisión de agua para uso agrícola	Método del valor residual
	Provisión de agua para uso industrial	Método del valor residual
	Provisión de agua para uso doméstico	Excedente del consumidor (función de demanda)
	Provisión de agua para uso energético	Método de los costes evitados
Servicio recreativo	Servicio recreativo	Transferencia a partir de DAP (disposición a pagar)
Caza deportiva	Caza	Renta a precios de mercado
Sedimentación evitada en embalses	Sedimentación evitada en embalses	Método de los costes evitados
Captura de carbono	Captura de carbono por el arbolado	Método de los costes evitados
	Captura de carbono por el matorral	Método de los costes evitados
Conservación de la diversidad biológica	Conservación de la diversidad biológica	Costes de conservación

Tabla 2. Método de valoración económica aplicado a cada servicio. Fuente: Elaboración propia.

A. Renta a precios de mercado

Existe una serie de bienes producidos por la naturaleza que son intercambiados entre productores y consumidores a través de mercados establecidos en los que rigen las leyes de oferta y demanda. En estos casos se asume que el valor del bien para la sociedad viene representado por el acuerdo alcanzado entre productores y consumidores a través de los precios.

El valor total del servicio se calcula multiplicando la cantidad producida anualmente por el precio unitario recogido en las estadísticas oficiales.

B. Método del valor residual

El método del valor residual se ha aplicado en la evaluación de los servicios prestados por el agua en su vertiente productiva: agrícola e industrial. Este método consiste en identificar la cuantía que corresponde al empleo del agua dentro del valor final de la producción obtenida.

C. Método del excedente del consumidor

El conocimiento o, en su defecto, la construcción de la curva de demanda de un determinado servicio —la cual relaciona el precio pagado con la cantidad demandada— es una herramienta potente para el cálculo de la disposición a pagar por dicho servicio. Este método se ha aplicado en el caso del agua para uso doméstico.

D. Método de los costes evitados

Es usual que la naturaleza, gracias a su propia dinámica, evite a la sociedad incurrir en determinados gastos. Evaluando los costes que sería necesario asumir en caso de que el medio natural dejase de prestar sus servicios se obtiene su correspondiente valor. En concreto, se ha empleado este método en el análisis de los siguientes servicios ambientales:

- Con el fin de determinar el valor del aprovechamiento energético del agua, se han calculado los costes de generación así como los costes externos —externalidades asociadas a la emisión de agentes contaminantes atmosféricos— de la producción energética según las distintas tecnologías existentes a las cuales sería necesario acudir en caso de que cesase la actividad hidroeléctrica.
- Las pérdidas de suelo debidas a los procesos erosivos provocan daños en el lugar donde se depositan los sedimentos —daños *ex situ*—. En la valoración realizada se evalúan los daños causados en los embalses a través de su colmatación. En este caso la presencia de vegetación evita incurrir en ciertos costes de limpieza de embalses.
- En último lugar, diversos activos naturales —arbolado, matorral, océano, turberas, etc.— fijan continuamente carbono de manera estable. Esta captura de carbono rebaja los niveles atmosféricos de gases de efecto invernadero, evitando por lo tanto —en cierta medida— tener que acudir a los mercados de compraventa con el fin de adquirir los correspondientes derechos de emisión. En el presente trabajo se considera el

carbono fijado por el arbolado y el matorral forestal, quedando excluidos del análisis los restantes sumideros de carbono presentes en la naturaleza.

E. Transferencia a partir de la disposición a pagar

La transferencia de resultados consiste en partir de referencias bibliográficas previas con el fin de determinar —empleando herramientas estadísticas—, los atributos o características que explican significativamente dichos resultados. Identificados los parámetros, se diseña un modelo matemático que ofrece como dato de salida el valor del servicio. Este método se ha aplicado para la evaluación del uso recreativo en los Espacios Naturales Protegidos (ENP), el resto de zonas —espacios no protegidos— no son objeto de valoración en el presente estudio.

F. Costes de conservación

La sociedad sufraga una serie de costes con el fin de mantener la diversidad biológica de su territorio en buen estado. Se considera por lo tanto que el valor que se otorga a la diversidad es, al menos, igual a los costes que se están afrontando para su conservación, habiendo sido seleccionados como tales, las partidas específicas destinadas a la conservación dentro de los costes de gestión de la Red Natura 2000 y la cuantía de una selección de ayudas agroambientales.

7 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Los métodos de valoración ambiental descritos en el apartado anterior se han concretado en una serie de procedimientos que se han aplicado en la evaluación de cada servicio ambiental.

En primer lugar cabe indicar que los servicios de VANE que no se basan en la información ofrecida por el IFN y el MFE únicamente han sido objeto de actualización directa aplicando el correspondiente Índice de Precios de Consumo (IPC) suministrado por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Esto se debe a que la principal fuente de información que se ha actualizado entre la fecha de publicación de VANE (2010) y del IFN4 (2011) son, precisamente, el propio IFN y el MFE. Por lo tanto, la necesidad de actualizar los resultados ofrecidos en VANE se focaliza en aquellos servicios que dependen de estas dos referencias.

Los servicios de los ecosistemas que no dependen del IFN o del MFE son los siguientes:

- La provisión de agua (incluyendo el agua cuyo destino es la agricultura, la provisión de agua industrial, el consumo de aguas doméstica y el aprovechamiento energético del agua).
- La conservación de la diversidad biológica.

Adicionalmente, el servicio de sedimentación evitada en los embalses también ha sido objeto de actualización mediante el valor del IPC en aquellas provincias donde no se dispone de datos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES) o donde este inventario ya se encontraba disponible en el momento de realización de VANE.

El coeficiente del IPC adoptado es el resultante de actualizar una renta entre junio de 2005 (año de referencia de los valores recogidos en VANE) y enero de 2011 (año de referencia de los valores suministrados en el IFN4)¹, siendo igual a 1,1366. Por lo tanto, los valores recogidos en el IFN4 para los servicios enumerados anteriormente son el resultado de multiplicar los valores ofrecidos en VANE por 1,1366.

A continuación se describe el procedimiento metodológico seguido para cada uno de los servicios que han sido objeto de una valoración integral, no atendiendo únicamente a la variación de precios publicada por el INE.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de producción de madera

Este procedimiento tiene como fin valorar la madera producida por las especies arbóreas existentes en la provincia, o en la Comunidad Autónoma, conforme con la identificación realizada en el MFE25. Para ello, en una primera fase, se imputa el crecimiento anual de volumen con corteza publicado en el IFN4 a las especies listadas en el MFE25.

En caso de que el IFN no recoja datos para alguna especie identificada en el MFE se recodifica la especie en cuestión atendiendo a criterios de semejanza taxónomica, por división (coníferas y frondosas), y por tipos de crecimiento (rápido o lento). Esta situación puede deberse a que no se haya levantado ninguna parcela de muestreo en la que esté presente alguna especie que por el contrario sí se ha detectado en el MFE. Por lo general se trata de un número de especies reducido.

A cada una de las especies arbóreas se le asigna un código en función de que su interés comercial sea para madera, para leña, para madera y leña o de que carezca de interés comercial. La asignación de grupos de interés se basa en los Anuarios de Estadística Agroalimentaria (AEA), en los Anuarios de Estadística Forestal (AEF), en el Directorio de la Madera publicado por la Asociación Española de Importadores de Madera (AEIM, 2003), y en la tabla “Principales especies productoras de leña, por categorías” elaborada en el marco del proyecto VANE por la Universidad de Alcalá a partir de “*Current status of Spanish Firewood Project*” (Elcano *et al.* 2007).

El crecimiento provincial total de cada especie se asigna a cada píxel (de 1 ha) proporcionalmente a la fracción de cabida cubierta por esa especie, su ocupación y la productividad potencial forestal. De esta forma se asume que cuanto mayor es la importancia superficial de una especie y mayor es la productividad del terreno donde ésta se sitúa mayor será su crecimiento. El reparto realizado es objeto de un ajuste posterior en el caso de que el crecimiento asignado al píxel sea superior al máximo declarado por el IFN para esa especie y esa provincia. En este caso, se asigna a la tesela el máximo valor provincial del incremento de volumen recogido en el IFN4 quedando el modelo anclado por los datos reales.

¹ <http://www.ine.es/varipc/index.do>

Respecto al tipo de masa, cuando la fracción de cabida cubierta arbolada de la tesela es menor del 20 por ciento se asume que la misma no es interesante desde el punto de vista comercial. Si la fracción de cabida cubierta arbolada es mayor o igual al 20 por ciento la tesela se cataloga como “forestal arbolada”. En estas teselas cuando la ocupación de alguna especie supera el 70 por ciento se declara como masa pura y cuando es inferior se clasifica como masa mixta. En las masas puras se asume que sólo la especie principal será objeto de aprovechamiento maderero. En las masas mixtas las tres especies identificadas en la tesela se consideran maderables.

Las masas en estado monte bravo, latizal y fustal se consideran aprovechables con fines comerciales, no así las que se encuentran en estado de repoblado debido al escaso tamaño de los individuos que las componen. En este mismo sentido, únicamente se consideran maderables los ecosistemas forestales pertenecientes a alguno de los siguientes tipos estructurales del MFE25:

- Tipo 11: Bosque
- Tipo 12: Bosque de plantación
- Tipo 14: Bosque de galería
- Tipo 15: Bosquetes
- Tipo 171: Mosaico de arbolado con cultivo o prado
- Tipo 172: Mosaico de arbolado con artificial
- Tipo 18: Mosaico de arbolado con forestal desarbolado
- Tipo 19: Mosaico de repoblaciones

En cuanto a la accesibilidad de la zona objeto de aprovechamiento se ha considerado, por un lado, un criterio derivado de la pendiente media del terreno y por otro un criterio asociado a la insularidad. El rango basado en la pendiente se concreta en que únicamente se consideran accesibles las zonas con una pendiente media igual o menor del 50 por ciento. De esta forma, todos aquellos ecosistemas forestales cuya pendiente media se encuentre por encima del 50 por ciento se han catalogado como no aprovechables. En este mismo sentido, aquellas superficies forestales localizadas en territorios insulares de reducidas dimensiones se han declarado como zonas en las que la madera producida no sería comercializada debido de nuevo a las dificultades de accesibilidad.

Atendiendo a su pertenencia a un espacio protegido, los ecosistemas forestales que se encuentren en un Parque Nacional no se consideran objeto de un aprovechamiento maderero comercial.

El cálculo de la posibilidad se realiza a nivel provincial o autonómico partiendo del incremento anual del volumen con corteza y teniendo en cuenta los criterios de aprovechamiento

expuestos anteriormente. Con objeto de determinar el volumen de madera que es cortado de entre el volumen total que ofrece la posibilidad se utilizan los datos publicados para la serie de años 1999-2008 en el AEA y el AEF.

El valor del servicio se calcula multiplicando las cortas estimadas para cada celda de 1 hectárea por el precio promedio de la madera en pie por especie calculado para el periodo 1999-2008 a partir de los datos publicados en el AEA y el AEF.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de producción de leña

El servicio de producción de leñas se valora siguiendo un procedimiento similar al diseñado para la producción maderera. De esta forma, se parte del incremento anual de volumen con corteza y se consideran una serie de factores con el fin de determinar la posibilidad. En este caso se atiende a los criterios del tipo de masa a explotar, el estado de desarrollo del arbolado, el interés comercial de la especie en cuestión, el tipo de uso del suelo, el acceso a la masa y la pertenencia a un espacio protegido.

En este procedimiento se diferencian tres tipos de masas forestales: los arbolados ralos (con una fracción de cabida cubierta arbolada menor del 20 por ciento), las masas arboladas puras (aquellas en las que una especie representa al menos el 70 por ciento del arbolado total) y las masas arboladas mixtas (aquellas en las que ninguna especie ocupa al menos el 70 por ciento de la fracción arbolada total). Los arbolados ralos no se consideran interesantes para el aprovechamiento comercial de las leñas salvo en el caso de las dehesas, en las masas arboladas puras se evalúa únicamente el aprovechamiento de la especie principal y en las masas mixtas se evalúa el aprovechamiento de las tres especies principales identificadas por el MFE. Adicionalmente, atendiendo al grado de desarrollo del arbolado, se ha considerado que una masa es aprovechable para leña si se encuentra en estado de monte bravo, latizal o fustal.

Los tipos estructurales del MFE25 en los cuales se ha valorado el aprovechamiento comercial de la leña son los siguientes:

- Tipo 11: Bosque
- Tipo 12: Bosque de plantación
- Tipo 13: Bosque adehesado
- Tipo 14: Bosque de galería
- Tipo 15: Bosquetes
- Tipo 171: Mosaico de arbolado con cultivo o prado
- Tipo 172: Mosaico de arbolado con artificial
- Tipo 18: Mosaico de arbolado con forestal desarbolado
- Tipo 19: Mosaico de repoblaciones

Los criterios de accesibilidad a la masa forestal y de toma en consideración de su figura de protección, en caso de que ésta exista, coinciden con los establecidos para la evaluación de la producción de madera. De esta forma, atendiendo a la facilidad de acceso de la maquinaria, se considera que la leña será aprovechable con fines comerciales únicamente cuando la pendiente media del terreno no supere el 50 por ciento y cuando la masa productora no se sitúe en una isla de reducidas dimensiones. Por otra parte, la extracción comercial de la leña requiere que el ecosistema forestal no se encuentre en un territorio declarado Parque Nacional.

La posibilidad, o volumen total, de leña que podría comercializarse se obtiene reduciendo el incremento anual de volumen con corteza para cada especie en función de los criterios señalados anteriormente.

En esta fase del procedimiento debe realizarse una conversión de unidades ya que, mientras que el IFN ofrece los datos de crecimiento en metro cúbicos, los datos de producción real de leña de los anuarios estadísticos se expresan en estéreos. El factor de conversión aplicado es de 0,785 m³ por estéreo, que considera una disposición cuadrada de las trozas (Diéguez *et al.*, 2003).

Aplicando la relación existente entre la producción publicada en la estadística oficial y la posibilidad estimada de leñas se obtiene la producción de leña que correspondería a cada hectárea del territorio. La producción se valora en términos monetarios empleando el precio promedio en pie para la serie de años 1999-2008 calculado a partir del AEA y el AEF.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de producción de piñones

La producción de piñones de pino piñonero (*Pinus pinea*) se valora en aquellas provincias o Comunidades Autónomas que recogen datos de este producto en la serie de años 1999-2008 en el AEA y el AEF. Dentro de estos territorios se asignan valores a las hectáreas que cuenten con presencia de *Pinus pinea* en estado latizal o fustal y que, adicionalmente, no pertenezcan a ningún Parque Nacional (salvo Doñana) y no pertenezcan a islas de reducidas dimensiones.

El valor de la producción se imputa al territorio de forma proporcional a la fracción de cabida cubierta por el pino piñonero, su ocupación relativa y la productividad potencial forestal de la hectárea evaluada. El precio aplicado coincide con el precio promedio del piñón en pie para el periodo de años 1999-2008 publicado en el AEA y el AEF.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de producción de corcho

El procedimiento seguido para la valoración de la producción de corcho guarda similitudes con el aplicado en la valoración de la producción de piñones. En este caso se valoran las provincias o Comunidades Autónomas que figuran como productoras de corcho en el AEA o el AEF. En concreto, reciben valor las hectáreas forestales con fustales de *Quercus suber* cuya fracción de

cabida cubierta arbolada sea menor o igual al 80 por ciento y no pertenezcan a Parques Nacionales (salvo Cabañeros o Monfragüe) ni a islas de reducidas dimensiones.

La producción corchera recogida en la estadística oficial se asigna al territorio proporcionalmente a la fracción de cabida cubierta por el arbolado, la ocupación de alcornoque y la productividad potencial forestal, siendo valorada mediante el precio en pie promedio calculado para el periodo 1999-2008 a partir de los datos del AEA y el AEF.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de producción de pastos forestales

La metodología parte de la estimación del número de unidades de ganado mayor (UGM) en régimen extensivo existentes en cada provincia o Comunidad Autónoma. Este número se determina seleccionando los tipos de ganado (ovino, bovino y caprino) que aprovechan el pasto conforme con la serie de las Encuestas Ganaderas 2005-2009 publicadas por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. En concreto, conforme con el Libro blanco de la agricultura y el desarrollo rural (MARM, 2003), se encuentran en régimen extensivo las clases recogidas en las Encuestas ganaderas especificadas en las siguientes tablas.

Ganado bovino				
Animales menores de 12 meses	Destinados a sacrificio			
	Otros	Machos		
		Hembras		
Animales de 12 a menos de 24 meses	Machos			
	Hembras para	Sacrificio		
		Reposición		
Animales con 24 meses o más	Machos			
	Hembras	Novillas	Para sacrificio	
			Para ordeño	Frisonas
				Otras
		Para no ordeño		
		Vacas	De ordeño	Frisonas
				Otras
	De no ordeño			

Tabla 3. Clases consideradas en la estimación de las UGM de ganado bovino en régimen extensivo. Fuente: Encuestas ganaderas.

Ganado ovino			
Corderos			
Sementales			
Hembras para vida	Nunca han parido	No cubiertas	
		Cubiertas por 1ª vez	Ordeño
	Que ya han parido	Ordeño	
		No ordeño	

Tabla 4. Clases consideradas en la estimación de las UGM de ganado ovino en régimen extensivo. Fuente: Encuestas ganaderas.

Ganado caprino			
Chivos			
Sementales			
Hembras para vida	Nunca han parido	No cubiertas	
		Cubiertas 1ª vez	
	Que ya han parido	Ordeño	
		No ordeño	

Tabla 5. Clases consideradas en la estimación de las UGM de ganado caprino en régimen extensivo. Fuente: Encuestas ganaderas.

El cálculo de las UGM se realiza utilizando los coeficientes de conversión entre tipos de ganado recogidos en la tabla siguiente.

Tipo de ganado	Tipo de efectivo ganadero	Factor de ponderación
Ganado vacuno	Vacas lecheras	1
	Otras vacas	0,8
	Bovinos machos de 24 meses o más	1
	Bovinos hembras de 24 meses o más	0,8
	Bovinos de 12 a 24 meses	0,7
	Bovinos de menos de 12 meses	0,4
Ganado ovino	Ovinos	0,1
Ganado caprino	Caprinos	0,1

Tabla 6. Factores de ponderación a aplicar para la estimación del número de UGM. Fuente: INE.

Los tipos estructurales a los que se les asigna valor de producción de pastos son los especificados en la tabla siguiente. Si bien, dentro de los herbazales, siguiendo un criterio de precaución en la valoración, se ha optado por no asignar valor de producción de pastos a los helechales.

TIPO ESTRUCTURAL	
Bosque	
Bosque de Plantación	
Bosque Adehesado	
Bosque de Galería	
Bosquetes (<20 ha)	
Alineaciones	
Mosaico de superficie arbolada con superficie no forestal	Mosaico de arbolado con cultivo y/o prado
	Mosaico de arbolado con artificial
Mosaico de arbolado con forestal desarbolado	
Mosaico de repoblaciones	
Arbustados	
Galerías arbustivas	
Pastizal-Matorral	
Mosaico de matorral con pastizal	
Mosaico de matorral con cultivo y/o prado	
Mosaico de matorral y/o pastizal con suelo desnudo	
Superficie Forestal Residual (< 6ha)	
Herbazal-Pastizal	
Mosaico de pastizal sobre Cultivo y/o prado	
Galerías herbáceas	
Prados	
Prados con setos	

Tabla 7. Tipos estructurales del MFE25 a los que se imputa valor de la producción de pastos.

Fuente: INE.

Únicamente se considera que producen pastos con fines comerciales aquellas teselas que no se encuentren en islas de pequeñas dimensiones y que cuenten con una fracción de cabida cubierta por el herbazal, al menos, igual al 20 por ciento.

La superficie pastable de cada tesela es el resultado de multiplicar su superficie por la fracción de cabida cubierta por el herbazal.

En esta fase del procedimiento se procede a estimar la superficie pastable de cada región bioclimática dentro de cada provincia o Comunidad Autónoma; para este fin se recurre al Mapa de Series de Vegetación de Rivas Martínez, que divide el territorio nacional en 3 regiones: mediterránea, eurosiberiana y macaronésica. El número de UGM existentes en cada región bioclimática dentro de cada provincia se estima repartiendo el total de UGM de la provincia proporcionalmente a la superficie de cada región bioclimática.

En la metodología se asume que los meses que es aprovechable comercialmente el pasto difieren entre las regiones bioclimáticas. En concreto, atendiendo a San Miguel (2001) se ha

fijado el aprovechamiento en 12 meses para la región atlántica, 7 para las regiones mediterránea y macaronésica, y 3 para la región alpina.

El pasto se valora monetariamente multiplicando el coste promedio de arrendamiento por el número de UGM existentes en cada región bioclimática y por los meses de producción. El coste promedio de arrendamiento se ha establecido en 3,76 €/UGM.mes a partir del análisis de un registro histórico de precios finales de adjudicación en subasta de los pastos forestales para el periodo 2001-2008.

La imputación específica del valor a cada celda de 1 ha se realiza de forma proporcional a su productividad potencial forestal en relación con la productividad potencial forestal del conjunto de la región bioclimática a la que pertenezca dicha celda.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio recreativo

Los ecosistemas forestales que son objeto de valoración en el marco del presente servicio son aquéllos que se encuentran incluidos en algún ENP salvo los árboles singulares que no son objeto de valoración debido a la escala de trabajo adoptada.

El procedimiento parte de la identificación de la totalidad de los ENP existentes en la provincia o Comunidad Autónoma, descartándose en todo caso aquéllos que se encuentren completamente sobre el mar.

Los datos recogidos en los Anuarios Europarc-España 2005-2009² permiten asignar a los Parques Nacionales el número de visitantes que reciben anualmente y a los restantes ENP una estimación del número de visitantes por hectárea que atraen. Estos datos se calculan como el promedio de la serie de años más larga que se ofrezca en dicha referencia, siguiendo los siguientes criterios:

- En caso de que Europarc publique datos de visitantes específicos para el ENP se le asigna el número de visitantes totales publicados por EUROPARC.
- En caso de que en Europarc no existan datos para el ENP, se toma el mínimo dato de visitantes por hectárea nacional de la figura de protección que le corresponda, siguiendo de esta forma un criterio de precaución en la valoración.
- En caso de que no existan datos para el ENP concreto ni para su figura de protección se toma como referencia el valor mínimo de visitantes por hectárea de todas las figuras recogidas en la base de datos de Europarc, se continúa adoptando de esta forma el principio de precaución establecido en el presente estudio.

² <http://www.redeuroparc.org/>

A continuación, se asigna a cada ENP el dato de su superficie, expresada en hectáreas, su fracción de cabida cubierta arbolada ponderada por la superficie, y la población existente en un radio de entre 5 y 10 km, entre 10 y 25 km y entre 25 y 50 km. Los datos de población adoptados proceden del NOMENCLATOR del INE del año 2008³.

El valor por hectárea del ENP se determina mediante la siguiente ecuación desarrollada en el marco del proyecto VANE a partir de técnicas estadísticas de transferencia de resultados:

$$\ln(dapha) = -5,175989 + 1,251329 \times \ln(visitot) - 0,044986 \times (\ln(area))^2 - 0,349570 \times \ln(Fcc) - 0,735863 \times \ln(b5/10) + 0,948635 \times \ln(b10/25) - 0,329792 \times \ln(b25/50)$$

Donde:

$\ln(dapha)$, es el logaritmo neperiano de la disposición a pagar en euros por hectárea y año.

$\ln(visitot)$, es el logaritmo neperiano de los visitantes totales al ENP.

$\ln(area)$, es el logaritmo neperiano de la superficie del ENP.

$\ln(Fcc)$, es el logaritmo neperiano de la fracción de cabida cubierta del arbolado en el ENP, calculada como el promedio ponderado por la superficie.

$\ln(b5/10)$, es la población existente entre 5 y 10 km del ENP

$\ln(b10/25)$, es la población existente entre 10 y 25 km del ENP

$\ln(b25/50)$, es la población existente entre 25 y 50 km del ENP

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de caza

La caza se ha valorado calculando el valor promedio recogido en la serie estadística 1999-2008 del AEA y el AEF. Los criterios para la imputación de valor al territorio se basan en el tipo de caza (menor o mayor) y en el tipo estructural declarado en el MFE25 conforme se expone en la siguiente tabla.

TIPO ESTRUCTURAL	Caza menor	Caza mayor
Bosque		X
Bosque de Plantación		X
Bosque Adecuado	X	X
Bosque de Galería	X	X
Bosquetes (<20 ha)	X	X
Alineaciones	X	X

³ <http://www.ine.es/nomen2/index.do>

TIPO ESTRUCTURAL		Caza menor	Caza mayor
Mosaico de superficie arbolada con superficie no forestal	Mosaico de arbolado con cultivo y/o prado	X	X
	Mosaico de arbolado con artificial	X	X
Mosaico de arbolado con forestal desarbolado		X	X
Mosaico de repoblaciones			X
Arbustados		X	X
Galerías arbustivas		X	X
Pastizal-Matorral		X	X
Mosaico de matorral con pastizal		X	X
Mosaico de matorral con cultivo y/o prado		X	X
Mosaico de matorral y/o pastizal con suelo desnudo		X	X
Superficie Forestal Residual (< 6ha)		X	X
Herbazal-Pastizal		X	X
Mosaico de pastizal sobre Cultivo y/o prado		X	X
Galerías herbáceas		X	X
Ramblas		X	X
ZONAS QUEMADAS	Superficies arboladas quemadas	X	X
	Superficies desarboladas quemadas	X	X
	Afloramientos rocosos	X	X
	Canchales	X	X
	Coladas lávicas cuaternarias	X	X
SUELO DESNUDO	Cortafuegos	X	X
	Roturado no agrícola	X	X
	Talas	X	X
HUMEDALES CONTINENTALES	Zonas pantanosas	X	
HUMEDALES MARINOS	Marismas	X	
AGUAS CONTINENTALES	Cursos de agua		X
	Láminas de agua	Lagunas	X
		Pantano, embalse	X
		Laguna de alta montaña	X
AGUAS MARINAS	Lagunas costeras		X
	Estuarios		X
Cultivos		X	
Cultivos con arbolado disperso		X	X
Prados		X	
Prados con setos		X	
Mosaico de cultivo con artificial		X	

Tabla 8. Imputación del valor de la caza menor y la caza mayor en función del tipo estructural del MFE. Fuente: VANE.

Al igual que en el caso de los restantes servicios productivos, la caza no se considera interesante desde el punto de vista comercial en las islas de pequeñas dimensiones por lo que estos territorios reciben valor nulo para este servicio.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de sedimentación evitada en embalses

El procedimiento para la valoración económica de la sedimentación evitada en embalses se aplica en las provincias que actualmente disponen de datos del INES y en las que, en el momento de elaboración de VANE, este inventario no se encontraba disponible. El resto de provincias o bien ya contaba con INES en el momento de elaboración de VANE o bien no contaba con INES entonces y esta fuente continúa sin estar disponible en la actualidad, por lo que se valoran multiplicando los resultados de VANE por el coeficiente de actualización de precios indicado anteriormente (1,1366).

El procedimiento parte de la obtención de un mapa de cuencas vertientes a los embalses españoles; para ello se emplea una cobertura digital de los embalses y un mapa de direcciones de flujo.

En la cuenca vertiente a cada embalse se calcula la erosión actual declarada por el INES. Esta erosión (o pérdida de suelo) es la que se produce en presencia de la vegetación que existe actualmente en el territorio.

Conforme con la metodología diseñada en Avendaño Salas *et al.* (1997) sólo una fracción del suelo perdido termina depositándose en el lecho de los embalses. Esta proporción (denominada SDR) se calcula mediante la relación existente entre la sedimentación producida en los embalses analizados por los autores (60 en total) y la erosión actual de cada una de sus cuencas vertientes. Los autores, aplicando esta metodología, determinan que la SDR promedio en los embalses españoles es del 25% siendo éste precisamente el valor de SDR que se adopta en el presente procedimiento de valoración para los embalses que no figuran en Avendaño Salas *et al.* (*ibid.*)

Una vez obtenida la SDR de los embalses se procede a calcular la sedimentación evitada por la vegetación. Este valor se calcula multiplicando la erosión evitada en la cuenca vertiente del embalse, tomada de INES, por el correspondiente valor de SDR. De esta forma se estima la cantidad de suelo o sedimento que se evita que llegue al lecho del embalse gracias a la existencia de una cubierta vegetal.

La valoración económica del servicio se realiza aplicando sobre la cantidad de sedimentos retenidos por la vegetación el precio promedio de limpieza de embalses fijado en VANE, siendo igual a 0,26 euros por cada tonelada.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de captura de carbono por el arbolado

La determinación del valor social del carbono almacenado anualmente por el arbolado forestal parte de la asignación a cada una de las especies de su porcentaje promedio de materia seca en peso del fuste (MSF) y de su peso promedio de carbono contenido en la materia seca (MSC). La asignación de estos parámetros se realiza acudiendo a Montero *et al.* (2005). Los

datos se toman bien a nivel de especie (cuando éstos se encuentran disponibles) o bien a nivel de división (coníferas o frondosas) en aquellas especies para las que no se publican datos.

La metodología considera que no toda la biomasa forestal fija carbono de manera estable. En concreto, al incremento anual de volumen con corteza debe restarse la biomasa extraída con objeto de servir como madera o leña ya que estos sumideros no se asumen como estables al desconocerse el tiempo que el carbono permanecerá inmovilizado en los mismos. Por lo tanto, siguiendo un criterio conservador, el procedimiento considera que únicamente aporta valor la biomasa no cortada y que permanece creciendo en el monte.

El carbono no sólo queda almacenado en el fuste sino que, este elemento, queda retenido en la totalidad de las estructuras del árbol (raíz, ramas, etc.). La relación entre el crecimiento del fuste y el incremento de volumen del conjunto del árbol se establece a través de la MSF dividiendo el incremento anual de volumen con corteza entre la MSF. Adicionalmente, con objeto de trabajar en unidades de masa y no de volumen se procede a multiplicar los volúmenes por la densidad promedio de la madera tomada de Guindeo *et al.* (1997). De nuevo, en caso de que no se disponga de la densidad para la especie concreta, se utiliza la densidad promedio de las coníferas o de las frondosas según proceda.

La cantidad de carbono almacenado se obtiene multiplicando la biomasa del árbol por el coeficiente MSC. Sin embargo, este valor se corresponde con el del carbono almacenado y no con el del dióxido de carbono absorbido, siendo éste último el que lleva aparejado un valor económico. Por este motivo debe aplicarse la relación existente entre el peso molecular del dióxido de carbono y el peso atómico del carbono (44/12) con objeto de determinar la masa de dióxido de carbono almacenada de forma estable por la vegetación arbórea en cada hectárea del territorio.

La monetización del servicio prestado se realiza multiplicando las toneladas de dióxido de carbono fijadas por el precio medio de la tonelada de carbono en el periodo 2008-2010, habiéndose cifrado en 17,3 €/t⁴.

Procedimiento seguido para la valoración del servicio de captura de carbono por el matorral

La metodología parte de la asignación a cada especie de matorral de su correspondiente valor de densidad aparente, tomándose este dato de Xunta de Galicia (1997) y Tecnomat (2007). En el caso de las especies para las que no se dispone de datos se utiliza el promedio a nivel de división: coníferas y frondosas.

El objetivo del procedimiento consiste en comparar la biomasa de matorral existente en cada parcela del IFN en la Cuarta y en la Tercera edición con el fin de calcular el incremento de biomasa por diferencia entre ambos valores.

⁴ <http://www.sendeco2.com/>

La biomasa de matorral existente en cada parcela se determina calculando, en primer término, el volumen aparente del matorral en la parcela. Para ello, se multiplica la superficie cubierta por cada especie de matorral por su altura media. El volumen aparente se transforma en unidades de biomasa multiplicándolo por la densidad aparente de la especie. El proceso de cálculo de biomasa en cada parcela se realiza, como se ha indicado, tanto para el IFN3 como para el IFN4.

El incremento de biomasa entre inventarios se obtiene restando, en cada parcela, a la biomasa declarada en la Cuarta edición la que existía en la Tercera edición y dividiendo el resultado por el periodo entre inventarios. De esta forma se obtiene como resultado el incremento de biomasa en cada parcela por unidad de tiempo, años en este caso.

Cuando en una parcela no existen datos para una especie en ambos inventarios dicha parcela recibe valor nulo de captura de carbono para esa especie.

Los datos de las parcelas son utilizados para determinar el incremento de biomasa de cada especie en cada una de las formaciones de matorral que se hayan diferenciado a nivel provincial. En concreto, el incremento de biomasa de una especie en una formación, expresado en toneladas por hectárea y año, se calcula como el promedio del incremento de biomasa de esa especie en cada parcela, expresado igualmente en toneladas por hectárea y año, ponderado por la fracción de cabida cubierta de la especie.

En este momento merece la pena destacar que el MFE25 identifica una serie de formaciones de matorral a nivel provincial en las que la fracción de cabida cubierta arbustiva es al menos del 5 por ciento. Cada una de estas formaciones cuenta con un listado de las especies que la constituyen, de forma que la asignación de los incrementos de biomasa se realiza de forma directa. Como se ha indicado, cuando en las formaciones existen varias especies con datos de incremento biomasa se procede a ponderar los datos obtenidos con el valor de la fracción de cabida cubierta por cada especie.

El incremento de biomasa total en cada formación se calcula multiplicando el incremento de biomasa por hectárea por la superficie de la formación y por la fracción de cabida cubierta por el matorral en la citada formación.

La determinación del incremento de biomasa que corresponde a cada hectárea de la formación se realiza proporcionalmente a la productividad potencial forestal y a la fracción de cabida cubierta por el matorral.

La biomasa de matorral se transforma en toneladas de dióxido de carbono aplicando el MSC de *Erica arbórea*, por considerarse esta especie la más similar a las especies arbustivas de entre las estudiadas en Montero *et al.* (2005), y multiplicando el resultado por la relación entre el peso molecular del dióxido de carbono y el peso atómico del carbono.

De igual forma a la valoración realizada para el dióxido de carbono almacenado por el arbolado se utiliza como referencia para la monetización el precio promedio de la tonelada de carbono para el periodo 2008-2010, establecido en 17,3 €/t.

8 RESULTADOS OBTENIDOS

La realización de cada uno de los procedimientos de valoración expuestos anteriormente permite obtener dos tipos principales de resultados para los servicios evaluados: resultados alfanuméricos y resultados cartográficos.

Resultados alfanuméricos

Los resultados alfanuméricos consisten en una serie de tablas en las que se recoge el valor aportado por cada formación arbolada provincial o uso del suelo forestal en la provisión de cada servicio. En estas tablas se indica el nombre de la formación arbolada o uso del suelo, la superficie de la misma en hectáreas, el valor total provisto expresado en millones de euros al año y el valor por unidad de superficie expresado en euros por hectárea y año.

Resultados cartográficos

La salida gráfica de la valoración ambiental asociada al IFN4 se concreta en una serie de mapas de valor en los que se muestra, a través de una malla *raster*, el valor aportado por cada pixel forestal de 1 ha expresado en euros por hectárea y año.

Respecto a las salidas cartográficas merece la pena señalar que en el marco del IFN4 se ofrece un mapa de valor para cada uno de los servicios considerados, un mapa del valor total del conjunto de los servicios y un mapa del valor total de todos los servicios menos el correspondiente a la provisión de agua. La no inclusión del valor del agua en uno de los mapas de resultados se debe al elevado valor relativo de este servicio y a su imputación a nivel de subcuenca hidrográfica. En este sentido, la inclusión del valor del agua en el mapa del valor total conduce a que no se aprecien con claridad las diferencias existentes entre las distintas teselas del MFE y los estratos del IFN si no, más bien, la diferencia entre las distintas subcuentas hidrográficas.

9 BIBLIOGRAFÍA

AEIM, 2003. Directorio de la Madera 2003-2004. Asociación Española de Importadores de Madera.

AVENDAÑO SALAS, C., SANZ MONTERO, E., RAYÁN, C., GÓMEZ MONTAÑA, J.L. (1997). Sediment yield at Spanish reservoirs and its relationship with the drainage basin area. Proceedings of the 19th Symposium of Large Dams, Florence. International Committee on Large Dams (ICOLD), Paris pp. 863– 874.

COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R.S., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P. y VAN DEN BELT, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.

DELACÁMARA, G., 2008. Guía para decisores. Análisis económico de externalidades ambientales. Colección Documentos de Proyectos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

DIÉGUEZ U., BARRIO, M., CASTEDO, F., RUÍZ, A.D., ÁLVAREZ, M.F., ÁLVAREZ, J.G., ROJO, A., 2003. Dendrometría. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

ELCANO, I., SÁNCHEZ, D., BARBERENA, G., SANZ, F. (2007). *Current status of Spanish Firewood Project*. Quality Wood project report 2.1/2007. Project EIE/06/178/SI2.4444.03. Fundación CENER – CIEMAT, CIS-Madera. Spain.

GUINDEO A., GARCÍA ESTEBAN L. (1997). Especies de maderas para la carpintería, construcción y mobiliario. AITIM, Madrid.

MARM, 2003. Libro blanco de la agricultura y el desarrollo rural. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MARM, 2010. Valoración de los activos naturales de España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MARM, 2011. Evaluación de los ecosistemas del milenio de España. Conservación de los servicios de los ecosistemas y la biodiversidad para el bienestar humano. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MEA, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millenium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC.

MONTERO G., RUIZ-PEINADO R., MUÑOZ M. (2005). *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Monografías Serie Forestal nº 13. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid.

SAN MIGUEL, A. 2001. Pastos naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar- Mundi-Prensa. Madrid. 320 pp.

TECNOMA (2007). Estimación de la producción de biomasa en la provincia de Cuenca. “La biomasa forestal como fuente de energía y desarrollo rural”.

XUNTA DE GALICIA (1997). *Estudio de los recursos de fitomasa en Galicia*.