

# Valoración de los activos naturales de España

**Fernando Esteban Moratilla**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Dirección General del Agua. MARM

Cuando en el año 2001 el Ministerio de Medio Ambiente empezó a trabajar en la preparación de la primera Estrategia Española de Desarrollo Sostenible surgió un conflicto, nada desdeñable, sobre el propio concepto de sostenibilidad del modelo de desarrollo.

Mientras que para un grupo muy significativo de expertos y dirigentes políticos el desarrollo sostenible debía ser interpretado como desarrollo económico sostenido, para otros, el concepto de sostenibilidad debía ir ligado al avance o progreso tanto económico, como social y ambiental, en un marco de equilibrio territorial interno y externo. Parecía que, consciente o inconscientemente, se pretendían objetivos diferentes, aunque la propuesta pareciese similar.

Se siguen acuñando términos que relacionan la economía con el medio ambiente que difieren de los de la economía clásica. Éste es el caso del término “economía sostenible o economía verde”, cuyo objetivo fundamental es estudiar las relaciones e implicaciones del crecimiento económico sobre el entorno físico-natural en función de su capacidad de carga. Su objetivo es la sostenibilidad, no sobrepasando los límites naturales, ni transfiriendo al futuro la solución de los problemas ambientales actuales. Es decir, su prioridad es alcanzar un alto grado de sostenibilidad medioambiental.

Utilizando prácticamente las mismas palabras, se habla de economía sostenible como aquella que fomenta la competitividad, fortalece la supervisión financiera, establece medidas contra la morosidad, etc. Es decir, su prioridad es la

estabilidad de los modelos de funcionamiento de los mercados (estabilidad social, económica y financiera).

Evidentemente, nada tiene que ver un planteamiento con el otro y, en consecuencia, resulta altamente complejo encontrar unicidad de criterios sobre términos como sostenibilidad, servicios ambientales o valoración ambiental, aplicados sobre los ecosistemas bajo los principios de la técnica económica. En definitiva, se habla de sostenibilidad y economía, pero desde perspectivas y objetivos diferentes y difíciles de conciliar.

Incluso admitiendo que el progreso debería realizarse en los tres ámbitos de mencionados (social, ambiental y económico) ¿cómo podrían cuantificarse y compararse dichos progresos, y qué impactos producen los avances de uno sobre los demás?

Esta preocupación se convirtió en un reto para encontrar un procedimiento de comparación entre los diferentes aspectos contemplados en un modelo desarrollo sostenible estándar.

Resulta evidente que, a tenor del título de este artículo, se optó por cuantificar monetariamente las funciones y servicios que la Naturaleza ofrece por el mero hecho de ser soporte de los ecosistemas y de la propia sociedad, en la línea de lo establecido por Constanza *et al.* (1997), valoración de los servicios ambientales, que es el origen del proyecto del Ministerio de Medio Ambiente, denominado Valoración de los Activos Naturales de España, que aquí sintéticamente se expone.



## EL PROYECTO VANE

El proyecto se planteó para determinar el valor económico del medio natural con criterios de homogeneidad metodológica y de máxima cobertura territorial, estableciendo un enfoque dinámico para la determinación del valor, al entender que el valor es un reflejo del precio del mercado en unos casos, o de la percepción subjetiva del valor en otros, ambos variables con el tiempo. Por este motivo, se tomó como fecha de referencia el año 2005, año en el que se empezó a trabajar en el proyecto.

Uno de los principios en los que se basa el estudio es en la valoración del sistema general con criterio de explotación/uso sostenible de los activos naturales, por lo que se ha determinado el valor de los activos en una situación de equilibrio entre la presión total de uso del activo y su capacidad de regeneración.

El otro principio básico es la forma de plantear la valoración de los activos. En este trabajo, la determinación de valor de los activos naturales se establece mediante la integración de los valores de “uso y no uso”, siendo los primeros aquellos que se pueden englobar en las características de utilización directa, como las materias primas; indirecta, como la regulación de los ciclos naturales o asimilación de residuos, o de opción, como relativos a las posibilidades aún por descubrir de dichos activos naturales. Asimismo, los valores de no uso pueden considerarse como los valores susceptibles de transferir a las generaciones futuras o aquellos de apreciación intrínseca de carácter individual, como es la valoración de los activos por su propia existencia (en el proyecto se han considerado muy escasamente los valores de no uso, al entender que su cuantificación es, al menos, cuestionada por muchos investigadores en materia de economía ambiental).

Parque Nacional de Aigües Tortes i Estany de Sant Maurici. Lleida.



Otra de las decisiones que hubo que adoptar fue si el objetivo era evaluar el denominado CAPITAL NATURAL o, por el contrario, se optaba por valorar los flujos de rentas ambientales. Extremo difícil de decidir pues, si bien por un lado era evidente la existencia de un valor general acumulado de “bienes ambientales” que producían servicios, por otro ¿qué sentido podía tener valorar el conjunto de ese “capital natural”, en una fecha determinada, cuando el medio físico es intrínsecamente variable?

Varios aspectos ayudaron a tomar la decisión: si el punto de partida era la sostenibilidad, lo lógico sería evaluar los servicios de la naturaleza en condiciones de prestarlos de forma indefinida sin riesgo para la propia pervivencia del ecosistema que lo proporcionaba. Es decir, vivir de los intereses de un capital bien gestionado.

Finalmente, lo que hizo desvanecer todas las dudas fue la posibilidad de transformar matemáticamente el capital en renta y viceversa con sólo aplicar los conceptos de tasa de descuento y periodo de amortización. En definitiva, se optó por valorar las rentas de los servicios ambientales y no el capital natural.

## LOS ACTIVOS NATURALES CONSIDERADOS EN EL PROYECTO

Los activos naturales son los territorios o espacios físicos que sustentan un determinado tipo de ecosistemas y que ofrecen bienes y servicios ambientales iguales o muy parecidos, susceptibles además de incorporar un modelo de valor único.

Cabe, no obstante, reseñar, que la existencia de un modelo único no implica la sencillez del mismo, bien al contrario. El modelo incorpora, en forma de múltiples variables, las diferentes características, funciones y servicios ambientales de los territorios o espacios concretos que conforman cada uno de los activos considerados.

Para la definición de los activos se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- Garantizar la cobertura geográfica integral del Estado.
- Evitar espacios vacíos o solapes.
- Definición científica ajustada a la realidad de la tipología de activo natural que se trate.

De acuerdo con estas condiciones se han establecido los siguientes tipos de activos:

- Océano abierto y plataforma continental.
- Zona costera.
- Aguas continentales.
- Suelo agrícola y pastos.
- Bosques.
- Zonas áridas y desiertos.
- Roquedos y zonas de alta montaña.
- Espacios naturales protegidos.

## SERVICIOS AMBIENTALES

Estos activos naturales son responsables de prestar diferentes funciones y servicios ambientales, que si bien eran intuidos genéricamente, sin embargo poco o nada eran considerados ni cuantificados desde la ciencia, ni mucho menos desde la técnica y la responsabilidad pública. Con la publicación del artículo “*The value of the world’s ecosystem service and natural capital*”

(Constanza *et al.* 1997), se hace un esfuerzo por acotar lo que se entiende por capital natural y servicios de los ecosistemas. A partir de este momento, el mundo científico ha tenido una referencia sobre la que debatir, aunque la formulación de dichos servicios ambientales haya sido cuestionada en algunos casos.

Sin embargo, con matices o con mayor o menor grado de concreción, los 17 servicios ambientales que propone en su artículo han sido una referencia ineludible para todos los planteamientos posteriores de valoración de las funciones ambientales. Más recientemente, la iniciativa del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en su Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2003), hace una propuesta en esta misma línea, agrupando los servicios ambientales en tres categorías: servicios de provisión, regulación y culturales.

En el proyecto concreto se han considerado los siguientes servicios y aspectos valorados:

Servicio	Mapa de valor
Producción de alimentos y materias primas	Madera
	Leña
	Piñones
	Corcho
	Hongos
	Producción agraria
	Producción ganadera forestal
	Pesca capturada en océano
	Pesca opción en el océano
	Pesca cultivada en el océano
	Materias primas en el océano
Provisión de agua	Uso agrario
	Uso industrial
	Uso doméstico
	Uso energético
Servicios recreativos	Servicios recreativos en costa
	Servicios recreativos en el interior
Caza y pesca deportiva	Caza menor
	Caza mayor
	Pesca continental
Control de la erosión y retención de sedimentos	Control erosión <i>ex situ</i>
Tratamiento de vertidos	Tratamiento de vertidos en aguas continentales
	Tratamiento de vertidos en océano
Regulación climática	Captura de carbono en suelo forestal
	Captura de carbono agrícola
	Captura de carbono en el océano
Conservación de la diversidad biológica	Conservación diversidad en Red Natura 2000
	Conservación diversidad en todo el territorio



Lago de Sanabria.  
Zamora.

## PROCEDIMIENTO DE VALORACIÓN

El procedimiento aplicado para alcanzar el conocimiento del valor de cualquier parte del territorio requiere, en primer lugar, un estudio exhaustivo de una zona piloto en la que se evalúen los diferentes modelos de determinación de valor.

Estas zonas de estudio, que son una representación de cada uno de los activos concretos, permiten evaluar con profundidad los servicios ambientales que prestan, definir el valor individual por cada uno de los servicios y establecer el modelo integral de valor de todos los servicios, evitando duplicidades de contabilización. Asimismo, se identifican las variables principales necesarias para la exten-

sión del modelo de valoración a otras áreas del territorio.

La determinación del modelo individual de los servicios suministrados por la determinación de los modelos de transferencia y el modelo de integración, permiten evaluar las diferentes áreas del territorio con la mera introducción de la expresión particularizada de las variables principales, originando de esta forma el mapa de valor del conjunto del territorio.

Uno de los aspectos relevantes de este procedimiento es la posibilidad de establecer el valor de cada tesela del territorio con una dimensión de 1 hectárea y que dicho valor quede georreferenciado para su utilización cartográfica.

## METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN Y MODELOS DE TRANSFERENCIA

El proyecto VANE emplea las herramientas del análisis económico convencional para la valoración ambiental. En el caso de existencia de un mercado que regula los servicios ambientales, el precio, una vez descontados los costes de explotación del recurso, permite estimar por un **método directo** una buena parte de los valores de uso/consumo de un activo natural.

Sin embargo, en numerosas ocasiones, los servicios ambientales no cuentan con mercados reglados que permitan estimar su valor, aunque existen mercados paralelos de bienes y servicios en los que intervienen directamente. En estos casos, la estimación del valor se realiza por **métodos indirectos**, utilizando las **preferencias reveladas** de los consumidores (MEA, 2003; Farber *et al.*, 2002; 2006). Entre estos métodos cabe destacar los siguientes:

- Costes evitados: cuando se puede determinar el valor ahorrado a la sociedad por la prestación del servicio por la naturaleza.
- Coste de reposición: cuando se puede determinar el esfuerzo económico necesario para llevar a la naturaleza a la capacidad de prestar un determinado servicio o bien.
- Funciones de producción: cuando se puede establecer qué parte de la función de producción es atribuible a una prestación de un servicio natural.
- Coste de viaje: cuando se pretende estimar el valor de un servicio natural a través de la sumatoria de los esfuerzos individuales incurridos para su disfrute.

Por su parte, otros métodos indirectos se basan en las **preferencias declaradas** de los consumidores. Se basan en encuestas para determinar la disposición a pagar por el disfrute de determinados activos. En general, estos métodos

están dirigidos a valorar bienes no utilizables directamente (valores naturales de no uso). El más conocido es la valoración contingente (Hanemann, 1984; Mitchell y Carson, 1989; Carson *et al.*, 1992). Un caso particular es el método de utilidad aleatoria, que permite determinar no ya la disposición a pagar, sino las preferencias por determinados bienes o servicios cuya valoración está ligada a una serie de características conocidas (renta, proximidad, acceso, servicios, etc.).

En cualquier caso y establecido el valor de cada uno de los servicios en las zonas piloto de cada uno de los activos naturales, la siguiente tarea ha sido determinar el procedimiento más adecuado para transferir el valor al resto del territorio que participa de las mismas características que la zona piloto. Son varias las formas de transferir los resultados (Hanley *et al.*, 2006):

- Transferencia de valores unitarios no ajustados. Resulta un procedimiento simple e inmediato. Consiste en aplicar el valor estimado del lugar origen a los lugares de destino.
- Transferencia de valores unitarios ajustados. Se establece un rango de diferentes valores en función bien del "juicio de expertos" o bien de los resultados parciales obtenidos en las zonas piloto, generalmente asociados a variables socio-económicas. El valor transferido depende de un número muy limitado de variables (o de opiniones).
- Transferencia de funciones. Con este método, el valor estimado a origen se transfiere al destino mediante una función en la que se encuentran incorporadas las variables más explicativas del valor (socio-económicas, físicas, ambientales, culturales, etc.). Resulta el procedimiento más adecuado y prioritariamente utilizado en el proyecto VANE.

En el cuadro siguiente se especifica el método de valoración utilizado en función del servicio prestado y del aspecto valorado.

Aspecto Valorado	Método
Madera	Valoración a precios de mercado (en pie) a partir de datos de incremento anual de volumen con corteza (IAVC)
Leña	Valoración a precios de mercado (en pie) a partir de datos de IAVC
Piñones	Valoración a precios de mercado a partir de datos sobre producción real de piñones
Corcho	Valoración a precios de mercado a partir de datos de producción real de corcho
Hongos	Valoración a precios de mercado (en cargadero)
Producción agraria	Estimación de flujos (anuales) de renta asociados a la producción de alimentos, a partir del precio de la tierra y el valor catastral
Producción ganadera forestal	Estimación de rentas por arrendamiento de pastos en superficies forestales, a partir de datos sobre unidades ganaderas mayores (UGM) y fracción de cabida cubierta (Fcc)
Pesca capturada en océano	Valoración a precios de mercado (descarga en puerto)
Pesca opción en el océano	Método de opciones reales (estimación del valor de opción: valor de uso futuro), a partir de un índice de especies pesqueras (anchova o boquerón, verdel o estornino, caballa, sardina, chicharro negro, lirio o bacaladilla y chicharro blanco)
Pesca cultivada en el océano	Valoración a precios de mercado a partir de datos de producción real cultivada
Materias primas en el océano	Valoración a precios de mercado
Agua uso agrario	Valoración de cuasi-renta a partir del método del valor residual
Agua uso industrial	Método del valor residual
Agua uso doméstico	Estimación del excedente del consumidor, a partir de datos sobre tarifas efectivas y coste de abastecimiento mediante cisterna de agua potable a domicilio (como aproximación a la disposición a pagar)
Agua uso energético	Estimación de renta a partir de precios de mercado de la energía y los costes de generación y costes externos (externalidades ambientales, asociadas a emisiones de ciclo de vida de contaminantes atmosféricos)
Servicios recreativos en costa	Estimación del excedente del consumidor mediante un modelo de utilidad aleatoria para el cálculo del coste del viaje
Servicios recreativos en el interior	Meta-análisis y transferencia de resultados a partir de estimación de disposición a pagar
Caza menor	Estimación de rentas por arrendamiento de cotos
Caza mayor	Estimación de rentas por arrendamiento de cotos a partir de datos sobre capturas
Pesca continental	Valoración a precios de mercado a partir de datos sobre piezas pescables capturadas en aguas continentales
Control erosión <i>ex situ</i>	Valoración de costes evitados en la limpieza de material depositado en embalses como resultado de la presencia de vegetación en la cuenca vertiente
Tratamiento de vertidos en aguas continentales	Valoración de costes evitados de tratamiento de las aguas continentales como resultado de la acción autodepuradora (capacidad de asimilación natural de contaminantes) de las aguas
Tratamiento de vertidos en océano	Valoración de costes evitados de tratamiento de las aguas marinas como resultado de la acción autodepuradora (capacidad de asimilación natural de contaminantes) de las aguas
Captura de carbono en suelo forestal	Valoración de los costes evitados por la fijación estable y efímera de carbono en el incremento de biomasa de vegetación en ecosistemas forestales
Captura de carbono agrícola	Valoración de los costes evitados por la fijación estable y efímera de carbono en el incremento de biomasa en zonas de cultivo (olivar en secano y regadío)
Captura de carbono en el océano	Valoración de los costes evitados por la fijación efímera de carbono en mares y océanos a partir de datos sobre la producción primaria neta (PNN) de fitoplancton
Conservación diversidad en Red Natura 2000	Estimación de costes de la conservación de la diversidad biológica a partir de datos asociados a la conservación en la Red Natura 2000
Conservación diversidad en todo el territorio	Estimación de costes de la conservación de la diversidad biológica en áreas de uso agrícola a partir de datos sobre ayudas agroambientales relevantes



Las funciones y servicios naturales están vinculadas a partes concretas del territorio (ecosistemas o activos naturales). La aplicación de los métodos de valoración antes descritos a la diversidad de variables físicas y ecológicas del territorio permite determinar los mapas de valor.

## PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Con carácter de ejemplo de los resultados obtenidos, se muestran a continuación los datos generales y la cartografía de un limitado número de servicios ambientales representativos en el ámbito de la provisión de agua, control de la erosión, tratamiento de vertidos, regulación climática y conservación de la biodiversidad.

### Provisión de agua para uso agrícola

El agua empleada en el riego de los cultivos agrícolas se ha valorado a partir de la estructura de costes de cada cultivo. Una vez calculado el valor en destino –parcela de regadío– se remonta aguas arriba hasta su origen, lugar que finalmente recibe el valor. Esta premisa conduce a que las subcuencas hidrológicas ubicadas en las cabeceras reciban un valor superior a las ubicadas aguas abajo. Dentro de cada subcuenca se ha asignado un valor diferencial a cada píxel basándose en la cantidad de agua que aporta conforme al “Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación” (SIMPA) elaborado por el CEDEX.

Playa de los Lances. Tarifa. Cádiz.

La Tabla 1 recoge los principales resultados obtenidos.

Los bosques reciben la mayor asignación de valor, con más de 2.600 millones de euros (el 35% del total), y un valor por hectárea superior a los 215 €. Les siguen las tierras de labor en secano (13% del total), si bien su valor por hectárea es sensiblemente inferior.

Los resultados por grupos de activo naturales se ofrecen en la Tabla 2. Los activos más valorados se encuadran dentro del grupo de activos forestales, seguidos por los agrícolas y los agroforestales.

Si bien como criterio general en VANE no se ha otorgado valor a los usos artificiales, en el caso de la provisión de agua sí se han considerado. Esta circunstancia obedece al planteamiento de que llueve en todo tipo de terrenos, incluidos los artificiales, y posteriormente esa agua será objeto de los distintos usos y aprovechamientos como agrícola, doméstico, industrial, energético y de tratamiento de vertidos.

El agua para riego agrícola, caída sobre los elementos artificiales –núcleos urbanos, vías de comunicación, etc.– alcanza el 2% del valor total. Por último, no debe extrañar que los píxe-

**Tabla 1. Valor de la provisión de agua para uso agrícola por uso del suelo**

Usos del suelo	Sup. tot. (ha)	Sup. valor no nulo (ha)	% Sup.	Valor (€/año)	% Valor	Valor medio (€/ha año)
Bosque	12.637.480	12.102.905	96%	2.606.622.880	35,1%	215,37
Tierras de labor en secano	9.863.923	9.798.245	99%	985.255.220	13,3%	100,55
Matorral	4.696.179	4.339.548	92%	773.612.240	10,4%	178,27
Pastizal-matorral	2.039.695	2.008.825	98%	506.440.500	6,8%	252,11
Bosque de plantación	2.781.567	2.107.021	76%	344.223.587	4,6%	163,37
Herbazal	1.605.362	1.542.411	96%	288.480.399	3,9%	187,03
Olivares en secano	1.547.569	1.535.461	99%	241.996.500	3,3%	157,61
Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado	2.153.657	2.062.995	96%	237.358.800	3,2%	115,06
Cultivos herbáceos en regadío	2.097.728	2.091.037	100%	154.990.292	2,1%	74,12
Mosaico de cultivos agrícolas en secano con vegetación natural	1.416.177	1.318.815	93%	148.110.148	2,0%	112,31
Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano	1.295.078	1.206.325	93%	121.667.700	1,6%	100,86
Artificial	963.245	882.146	92%	118.016.813	1,6%	133,78
Monte sin vegetación superior	382.741	358.142	94%	99.401.446	1,3%	277,55
Prados y praderas	623.943	526.712	84%	81.513.846	1,1%	154,76
Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	560.928	559.304	100%	68.840.210	0,9%	123,08
Mosaico de cultivos permanentes en secano	477.748	474.551	99%	67.568.130	0,9%	142,38
Frutales en secano	295.353	293.330	99%	53.378.981	0,7%	181,98
Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado	351.990	351.265	100%	50.276.390	0,7%	143,13
Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío	312.727	312.063	100%	46.159.110	0,6%	147,92
Embalses	331.287	279.811	84%	45.878.856	0,6%	163,96
Viñedos en secano	737.201	727.895	99%	43.853.054	0,6%	60,25
Cítricos	297.447	297.229	100%	41.105.885	0,6%	138,30
Otros	3.144.052	2.720.405	87%	297.031.569	4,0%	109,19
<b>Total</b>	<b>50.613.077</b>	<b>47.896.441</b>	<b>95%</b>	<b>7.421.782.556</b>	<b>100,0%</b>	<b>154,95</b>
Sup. total España (ha)	50.619.282*					
Valor total España (€ año <sup>1</sup> )	7.421.782.556					

\* La superficie total de España según el mapa de usos del suelo es superior a la considerada en este servicio, debido a que no se han considerado Ceuta, Melilla y los píxeles catalogados como "mares y océanos".

Fuente: Proyecto VANE. MARM.

Tabla 2. Valor de la provisión de agua para uso agrícola por grupo de activos

Activo	Sup. tot. (ha)	Sup. valor no nulo (ha)	% Sup.	Valor (€/año)	% Valor	Valor medio (€/ha año)
Forestal	24.673.070	22.926.095	93%	4.671.401.311	62,9%	203,76
Agrícola	20.216.260	19.613.136	97%	2.099.436.519	28,3%	107,04
Agroforestal	3.999.846	3.807.109	95%	441.763.580	6,0%	116,04
Artificial	1.167.683	1.076.298	92%	146.866.178	2,0%	136,45
Agua	556.218	473.803	85%	62.314.968	0,8%	131,52
<b>Total</b>	<b>50.613.077</b>	<b>47.896.441</b>	<b>95%</b>	<b>7.421.782.556</b>	<b>100,0%</b>	<b>154,95</b>
Sup. total España (ha)	50.619.282					
Valor total España (€ año <sup>-1</sup> )	7.421.782.556					

Fuente: Proyecto VANE. MARM.

les catalogados como “agua” reciban tan sólo un 0,8% del valor total (132 € ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>); esto se debe a que el modelo imputa el valor al lugar en el que se produce –la cuenca vertiente en su conjunto– no únicamente al lugar en el que se capta –ríos, lagos, embalses, etc.–.

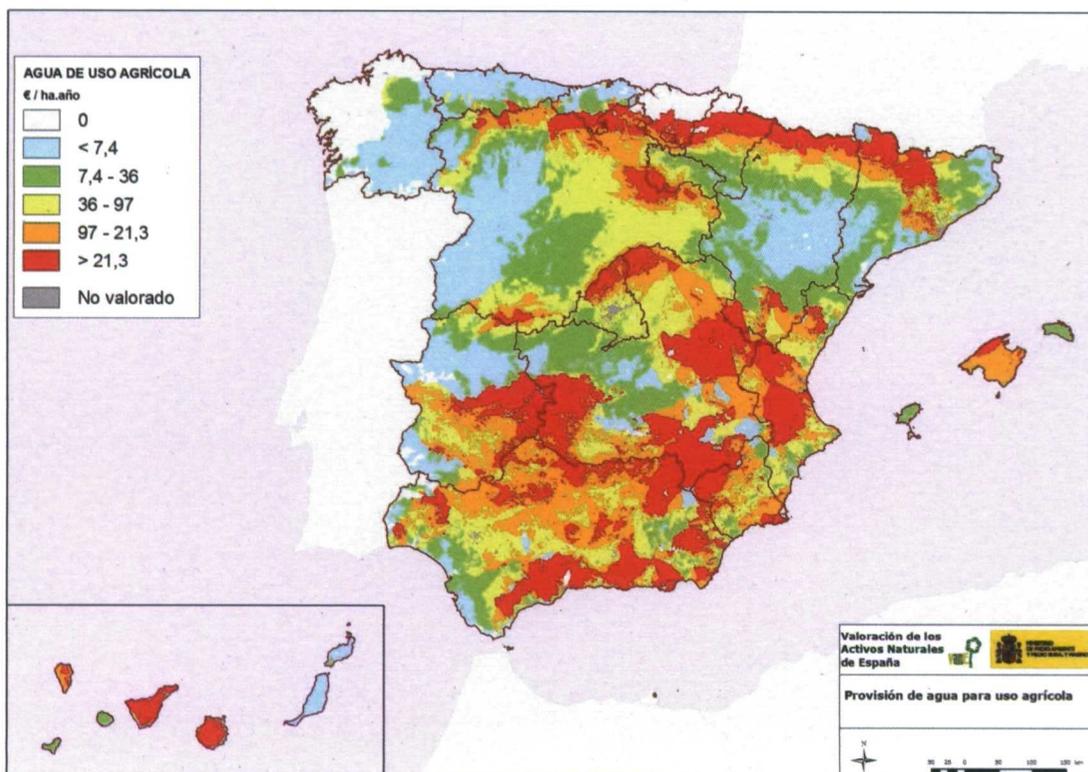
### Control de la erosión

El control de la erosión, o servicio de retención de suelo, se ha valorado por el método de los

costes evitados. En concreto, se ha evaluado este servicio como la aportación de la estructura vegetal al control de la erosión del suelo y los costes que supondría de limpieza de los embalses a consecuencia de la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua por los arrastres y sedimentos de los materiales erosionados aguas arriba.

La existencia de cuencas hidrográficas que no vierten a embalse –generalmente endorreicas o

Figura 1. Mapa de valor de provisión de agua para uso agrícola (€ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)\*



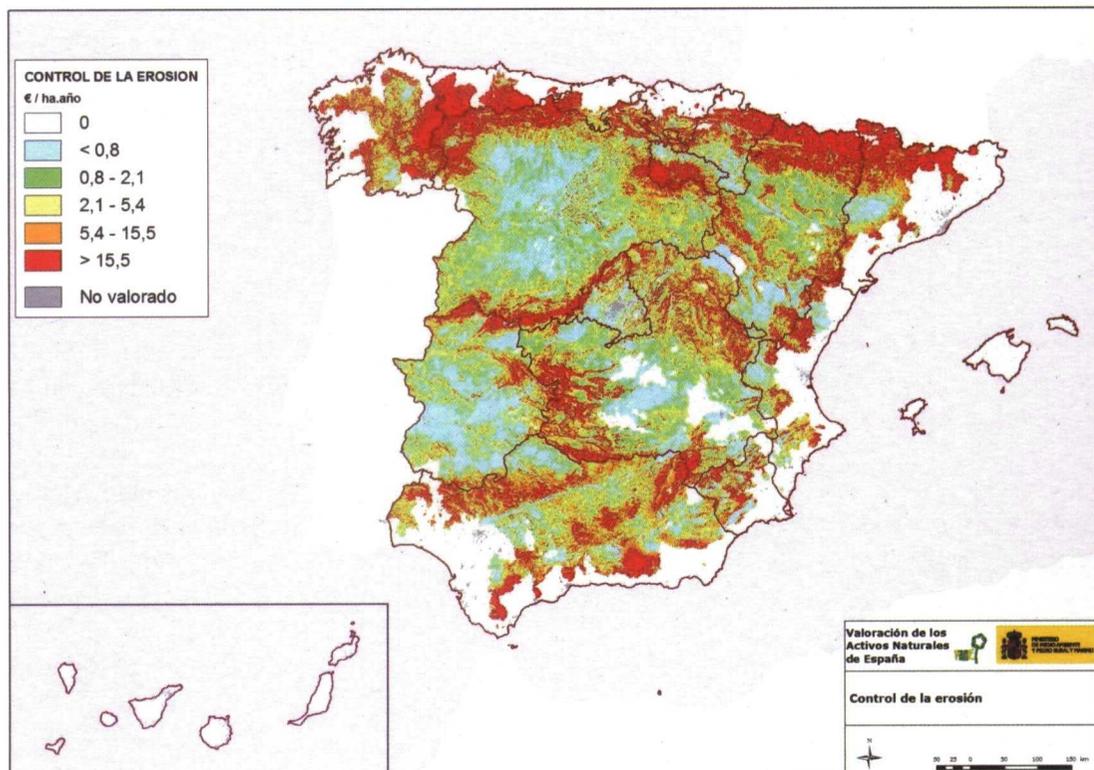
\* Euros por hectárea y año. Fuente: Proyecto VANE. MARM.

Tabla 3. Valor del servicio de control de la erosión por usos del suelo

Usos del suelo	Sup. tot. (ha)	Sup. valor no nulo (ha)	% Sup.	Valor (€/año)	% Valor	Valor medio (€/ha año)
Bosque	12.637.480	10.152.891	80%	236.470.300	53,4%	23,29
Matorral	4.696.179	3.396.686	72%	67.862.330	15,3%	19,98
Bosque de plantación	2.781.567	1.845.461	66%	31.756.900	7,2%	17,21
Tierras de labor en secano	9.863.923	8.596.185	87%	18.834.060	4,3%	2,19
Pastizal-matorral	2.039.695	1.527.991	75%	13.162.240	3,0%	8,61
Herbazal	1.605.362	1.465.644	91%	13.073.670	3,0%	8,92
Olivares en secano	1.547.569	1.382.101	89%	9.172.668	2,1%	6,64
Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado	2.153.657	2.036.478	95%	8.572.921	1,9%	4,21
Mosaico de cultivos agrícolas en secano con vegetación natural	1.416.177	1.119.751	79%	7.685.124	1,7%	6,86
Monte sin vegetación superior	382.741	130.533	34%	4.952.428	1,1%	37,94
Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	811.287	555.518	68%	4.204.485	0,9%	7,57
Prados y praderas	623.943	379.881	61%	3.612.160	0,8%	9,51
Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano	1.295.078	960.834	74%	3.135.541	0,7%	3,26
Prado con setos	261.785	150.219	57%	2.719.675	0,6%	18,10
Otros	7328951	4976050	68%	17.808.377	4,0%	3,58
<b>Total</b>	<b>49.445.394</b>	<b>38.676.223</b>	<b>78%</b>	<b>443.022.879</b>	<b>100,0%</b>	<b>11,45</b>
Sup. total España (ha)	50.619.282					
Valor total España (€ año <sup>-1</sup> )	443.022.879					

Fuente: Proyecto VANE. MARM.

Figura 2. Mapa de valor del control de la erosión (€ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)



Fuente: Proyecto VANE. MARM.

Tabla 4. Valor del tratamiento de vertidos continentales por usos del suelo

Usos del suelo	Sup. tot. (ha)	Sup. valor no nulo (ha)	% Sup.	Valor (€/año)	% Valor	Valor medio (€/ha año)
Bosque	12.637.480	9.018.768	71%	64.342.620	27,6%	7,13
Tierras de labor en secano	9.863.923	6.674.009	68%	39.834.930	17,1%	5,97
Matorral	4.696.179	2.779.594	59%	20.906.450	9,0%	7,52
Olivares en secano	1.547.569	707.017	46%	13.206.760	5,7%	18,68
Bosque de plantación	2.781.567	1.498.065	54%	11.840.310	5,1%	7,90
Artificial	963.245	497.600	52%	11.008.140	4,7%	22,12
Herbazal	1.605.362	1.021.259	64%	10.370.610	4,5%	10,15
Pastizal-matorral	2.039.695	1.099.523	54%	8.818.433	3,8%	8,02
Cultivos herbáceos en regadío	2.097.728	1.310.985	62%	5.932.860	2,5%	4,53
Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano	1.295.078	694.253	54%	5.673.222	2,4%	8,17
Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado	2.153.657	981.262	46%	5.172.496	2,2%	5,27
Mosaico de cultivos agrícolas en secano con vegetación natural	1.416.177	912.334	64%	4.674.581	2,0%	5,12
Prados y praderas	623.943	375.690	60%	4.440.164	1,9%	11,82
Otros	6.891.474	3.080.386	45%	26.561.608	11,4%	8,62
<b>Total</b>	<b>50.613.077</b>	<b>30.650.745</b>	<b>61%</b>	<b>232.783.184</b>	<b>100,0%</b>	<b>7,59</b>
Sup. total España (ha)	50.619.282					
Valor total España (€ año <sup>-1</sup> )	232.783.184					

Fuente: Proyecto VANE. MARM.

vertientes directamente al mar-, justifica que no toda la superficie nacional reciba valor de control de la erosión. Adicionalmente en el caso de ausencia completa de vegetación, la erosión actual se iguala con la potencial siendo nula la erosión evitada, y asimismo nulo el valor de retención del suelo.

La Tabla 3 recoge el resumen de resultados por usos del suelo, apreciándose la elevada importancia de los ecosistemas forestales –los bosques aportan más del 50% del valor total, los matorrales más del 15% y los bosques de plantación más del 7%–.

### Tratamientos de vertidos por el agua continental

El proceso de autodepuración natural de las aguas continentales evita incurrir en cierta medida en los costes que supondría realizar dicha depuración de forma artificial. El valor del servicio se ha asignado al lugar en el cual se produce, entendiendo que éste es cada una de las subcuencas hidrográficas que aportan el agua necesaria para la depuración. Dentro de cada subcuenca se ha diferenciado el valor de cada

píxel basándose en el volumen de agua superficial aportado por cada uno según el modelo SIMPA.

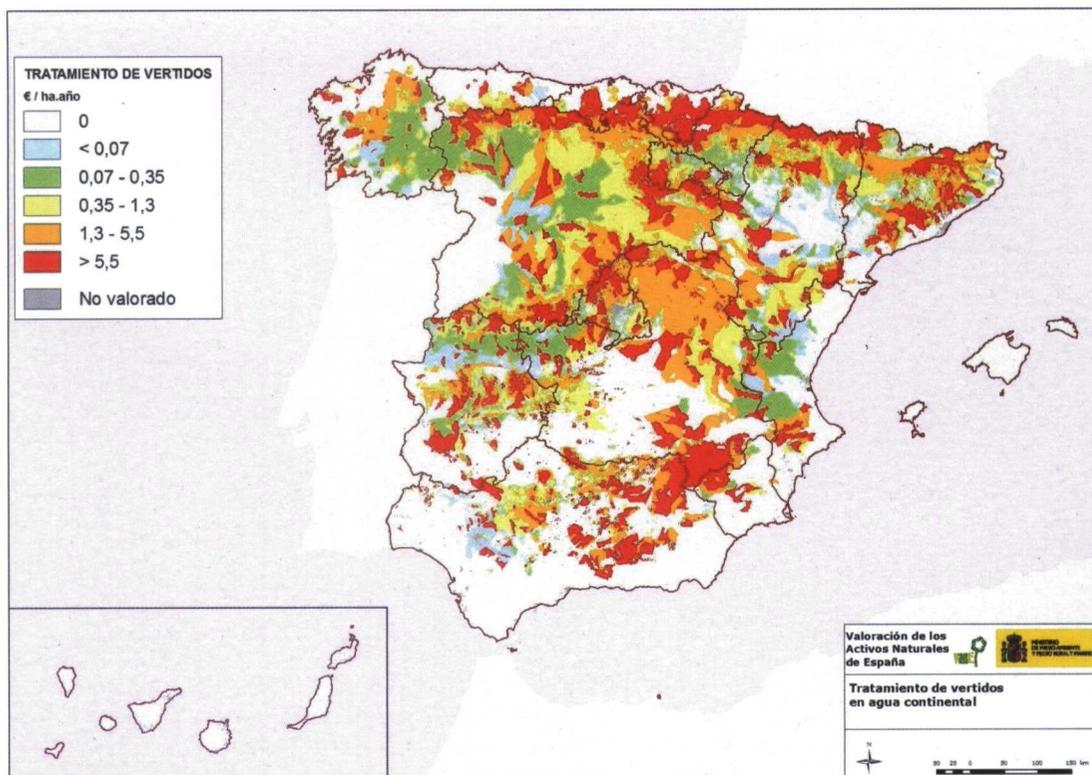
Los resultados por usos del suelo se recogen en la Tabla 4.

Los bosques son los principales suministradores del servicio (28% del valor total), seguidos de las tierras de labor en secano (17%) y el matorral (9%). Al igual que en los restantes servicios de provisión de agua continental se ha mantenido el uso artificial, considerando que en el mismo también se genera agua procedente de las precipitaciones, en concreto, con los volúmenes especificados en el modelo SIMPA.

En este caso únicamente han recibido valor no nulo las celdas suministradoras de agua superficial –se excluyen por lo tanto aquellas celdas en las que la totalidad del agua procedente de las precipitaciones se infiltra–, y que adicionalmente presentan algún punto de vertido aguas abajo.

El activo más valorado es el forestal (con más del 52% del valor total), seguido del agrícola

Figura 3. Mapa de valor tratamiento de vertidos aguas continentales (€ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)



Fuente: Proyecto VANE. MARM.

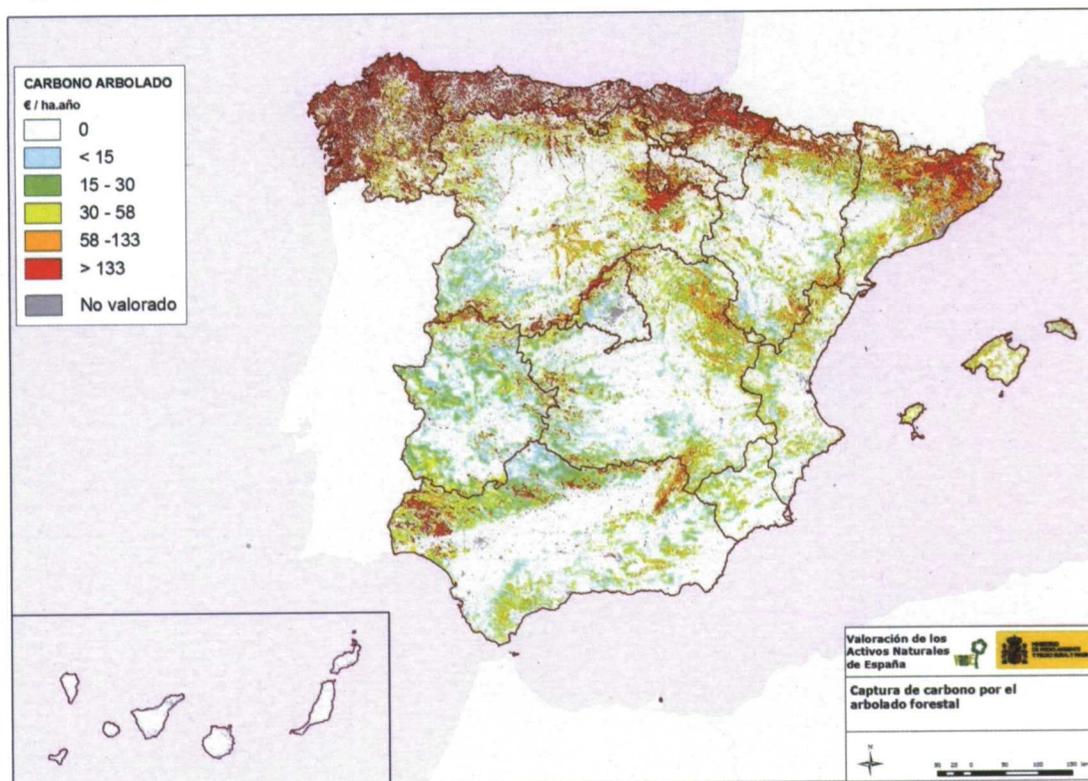
Tabla 5. Valor de servicio de captura de carbono por el arbolado forestal

Usos del suelo	Sup. tot. (ha)	Sup. valor no nulo (ha)	% Sup.	Valor (€/año)	% Valor	Valor medio (€/ha año)
Bosque	12.637.480	12.584.247	100%	1.048.189.290	53,7%	83,29
Bosque de plantación	2.781.567	2.617.267	94%	771.569.343	39,5%	294,80
Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado	2.153.657	2.152.769	100%	46.358.940	2,4%	21,53
Árboles fuera de monte (riberas)	243.400	243.387	100%	44.791.239	2,3%	184,03
Árboles fuera de monte (bosquetes)	226.527	226.192	100%	32.658.796	1,7%	144,39
Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado	351.990	351.934	100%	4.947.840	0,3%	14,06
Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado	45.626	44.051	97%	2.263.137	0,1%	51,38
Árboles fuera de monte (alineaciones)	2.135	2.135	100%	368.521	0,0%	172,61
Árboles fuera de monte (árboles sueltos)	10.805	10.805	100%	139.534	0,0%	12,91
<b>Total</b>	<b>18.453.187</b>	<b>18.232.787</b>	<b>99%</b>	<b>1.951.286.640</b>	<b>100,0%</b>	<b>107,02</b>
Sup. total España (ha)	50.619.282					
Valor total España (€ año <sup>-1</sup> )	1.951.286.640					

Fuente: Proyecto VANE. MARM.

(37,5%). Ambos presentan cifras por hectárea similares comprendidas entre 7,38 y 7,63 € ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. De nuevo, los usos artificiales presentan un relativamente elevado valor de aportación de agua; resultado de la división

de una cantidad significativa del valor (5,3%) entre una pequeña superficie (2,3%), en la que, adicionalmente, la proporción de agua de escorrentía sobre la que se infiltra es muy elevada.

Figura 4. Mapa de valor la captura de carbono por el arbolado forestal ( $\text{€ ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ )


Fuente: Proyecto VANE. MARM.

### Captura de carbono por el arbolado forestal

La captura de carbono realizada por los árboles en suelo forestal es un servicio suplementario al de producción de madera y leñas. Considerándose que la parte del crecimiento anual de la masa que no se aprovecha con estos fines –medido en unidades de volumen– es un sumidero estable del carbono atmosférico. Esta premisa afianza la ausencia de duplicidades en la cuantificación de los servicios relacionados con el aprovechamiento de la biomasa arbórea.

Las teselas clasificadas como bosques son el sumidero más valioso con el 54% del valor total nacional. No obstante, la mayor importancia unitaria recae sobre los bosques de plantación ( $294,80 \text{ € ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ ), siendo también notable su aportación al valor global del servicio (39,5%).

La existencia de determinadas superficies forestales arboladas con valor nulo del servicio de captura de carbono –especialmente en los

bosques de plantación y en los mosaicos arbolados sobre forestal desarbolado– se interpreta como aquellos bosques en los que se corta actualmente la totalidad de la posibilidad anual de madera y/o leña. Por lo tanto, estas superficies aportarían valor de los bienes anteriores, mas, sin embargo, su contribución a la captura de carbono de manera estable sería nula desde el presente análisis.

### Conservación de la diversidad biológica

La conservación de la diversidad biológica se ha evaluado basándose en el esfuerzo económico soportado por la sociedad española para mantener en un buen estado sus especies animales y vegetales. Para ello se ha tomado como referencia la cuantía de las medidas agroambientales concedidas, así como los costes de gestión de la Red Natura 2000 destinados a conservación.

El reparto de valor se realiza a cada celda del mapa en función del número de especies y de

Tabla 6. Valor del servicio de conservación de la diversidad biológica

Usos del suelo	Sup. tot (ha)	Sup. valor no nulo (ha)	% Sup.	Valor (€/año)	% Valor	Valor medio (€/ha año)
Bosque	12.637.480	12.621.311	100%	284.786.984	38,9%	22,56
Matorral	4.696.179	4.684.769	100%	97.279.939	13,3%	20,77
Bosque de plantación	2.781.567	2.781.349	100%	67.573.495	9,2%	24,30
Pastizal-matorral	2.039.695	2.039.695	100%	43.825.890	6,0%	21,49
Tierras de labor en secano	9.863.923	9.858.305	100%	33.916.498	4,6%	3,44
Herbazal	1.605.362	1.605.257	100%	28.105.797	3,8%	17,51
Árboles fuera de monte (riberas)	243.400	243.367	100%	26.416.634	3,6%	108,55
Mosaico de cultivos en secano con vegetación natural	1.416.177	1.414.249	100%	25.319.363	3,5%	17,90
Otros	15.335.499	14.307.886	93%	124.594.453	17,0%	8,71
<b>Total</b>	<b>50.619.282</b>	<b>49.556.188</b>	<b>98%</b>	<b>731.819.052</b>	<b>100,0%</b>	<b>14,77</b>
Sup. total España (ha)	50.619.282*					
Valor total España (€ año <sup>-1</sup> )	731.819.052					

\* Se ha considerado la totalidad de la superficie natural y la fracción de la superficie artificial incluida en los hábitat prioritarios, como parte integrante de los mismos.

Fuente: Proyecto VANE. MARM.

su grado de amenaza, establecido por el Inventario Nacional de Biodiversidad (INB). De esta forma se otorga un valor superior de conservación a aquellas zonas que cuentan con un mayor número de especies sensibles. Las celdas sin especies catalogadas reciben valores menores, pudiendo llegar a no ser significativos para el modelo (inferiores a 1 céntimo de euro). La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos en cada uso del suelo.

Los bosques de origen natural concentran la mayor proporción del valor total (39%), le siguen las formaciones de matorral (13%) y los bosques de plantación (9%). En cuanto a los valores unitarios por hectárea, los bosques de ribera reciben valores notables (109 € ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), denotando la elevada importancia de los ecosistemas riparios.

## EL VISOR DEL VANE

El visor del VANE es una aplicación informática desarrollada para la visualización de los resultados obtenidos en el proyecto VANE. El funcionamiento básico es como el de cualquier visor de un Sistema de Información Geográfica (GIS).

- Permite seleccionar el área o punto de la superficie del Estado Español sobre el que se desee determinar el valor económico de los servicios naturales, tanto de forma individual como agregada.
- Determina los valores de los servicios que se desee evaluar con la posibilidad de aplicar diferentes niveles de ponderación del valor calculado de base.
- Suministra informes de valoración en las condiciones que solicite el usuario (por áreas, por puntos, por servicios, etc.), y de todo ello se pueden obtener mapas de valor específicos a la escala que desee el usuario.
- A las capas de información de valor por servicio pueden añadirse cualquier tipo de capa, raster o vectorial, como información complementaria.

## CONCLUSIONES DEL TRABAJO

La metodología del proyecto ha permitido alcanzar el conocimiento del valor de cualquier parte del territorio georreferenciada, desagregada por tipo de valor y discretizada en elementos

de 1 ha de superficie, presentando las siguientes ventajas:

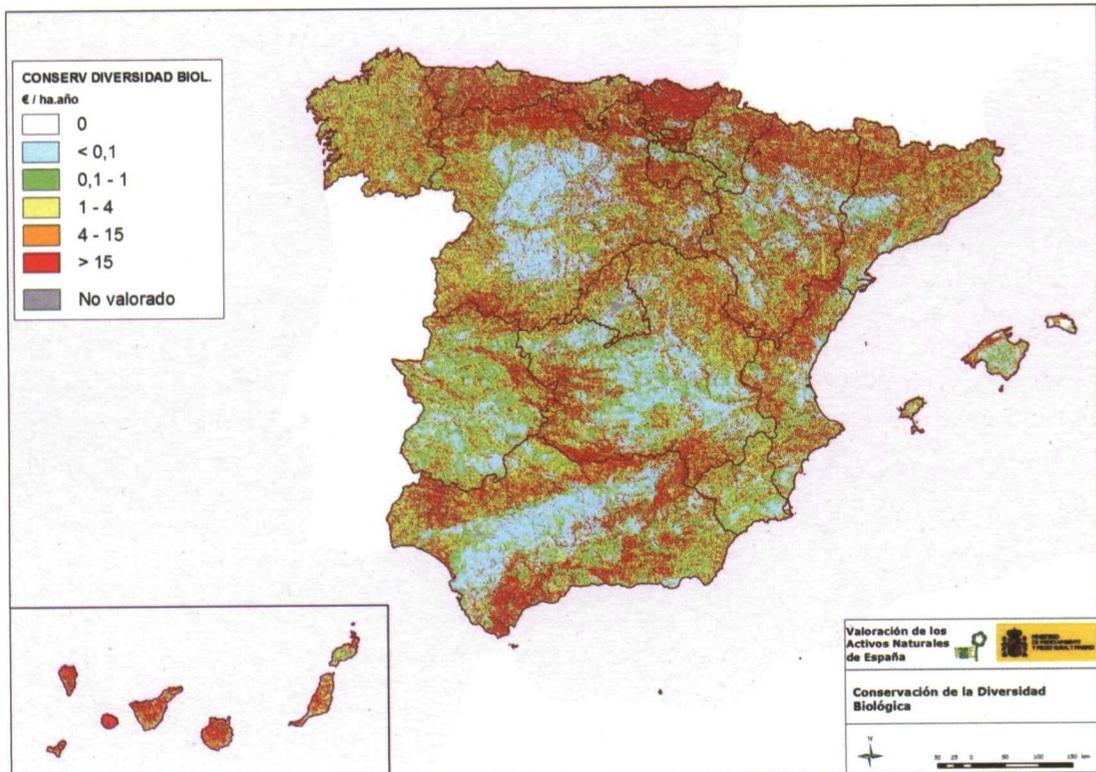
- La georreferenciación permite determinar el valor total o parcial de las zonas que se quiere estudiar, ya sean superficies determinadas por límites administrativos (p.ej. términos municipales, provincias, regiones) o zonas de límites aleatorios (p.ej. área de un incendio, zona de inundación, etc.).
- La desagregación por capas de activos ofrece la posibilidad de obtener el valor individualizado de cada uno de ellos, así como posibles agregaciones parametrizadas con los coeficientes de ponderación que se consideren oportunos (p.ej. efectos de las sequías según su intensidad, % de bosque afectado por un incendio, etc.)
- La modificación parcial o total del valor de alguno de los elementos individuales que conforman un activo concreto, la incorpora-

ción de nuevos elementos o los cambios en los modelos, son funciones que podrán incorporarse para actualizar el valor integrado de los activos naturales y, en consecuencia, el valor agregado de todos ellos.

- La estructura del proyecto tiene la capacidad de realizar un seguimiento temporal de la evolución del valor de los activos naturales, de tal manera que se pueda establecer un histograma del valor al cabo de los años, apreciando la ganancia o pérdida de valor de los diferentes territorios.

El visor del VANE permite con gran facilidad acceder a información precisa sobre el valor económico de cualquier parcela del territorio sobre la que se deba o se quiera conocer no sólo la calidad ambiental del mismo, sino la propia valoración en términos económicos, que le permita realizar comparaciones coste-beneficio de cualquier tipo de actuación que afecte a la organización del territorio.

Figura 5. Mapa de valor de la conservación de la diversidad biológica (€ ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)



Fuente: Proyecto VANE. MARM.



Robledal.  
Orense.

Finalmente, el proyecto ha permitido destacar la importancia de las funciones y servicios ambientales, ha identificado muchos de ellos, ha podido cuantificar físicamente una buena parte y ha establecido para algunos un procedimiento de valoración económica del servicio prestado. Es evidente que se ha abierto un camino para tener en cuenta las funciones ambientales de los ecosistemas más allá de la loable tarea de conservar el medio natural por las cualidades o características del mismo. Ahora se conoce una aproximación del valor económico de los servicios ambientales, aunque la tarea simplemente ha empezado. Será necesario en el futuro mejorar el conocimiento científico tanto para

la identificación de nuevos servicios ambientales como para su tratamiento y valoración. Sin embargo, el paso dado con el proyecto de Valoración de los Activos Naturales de España ha abierto una nueva perspectiva de la responsabilidad pública en la gestión del medio ambiente y su importancia para el desarrollo de la sociedad. ❀

## APOYO TÉCNICO-CIENTÍFICO

Este proyecto ha sido dirigido desde la División de Desarrollo Territorial del Ministerio de Medio Ambiente entre los años 2005 y 2008; ha contado con el apoyo técnico del Grupo TRAGSA, a través de la Dirección de Asuntos Medioambientales de TRAGSATEC, con la colaboración y dirección científica del Departamento de Fundamentos de Economía e Historia Económica de la Universidad de Alcalá, que coordina la participación de la ETS de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba, Departamento de Economía Agraria de la ETS de Ingenieros Agrónomos y Departamento de Economía y Gestión Forestal de la ETS de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de las Islas Baleares y Departamento de Economía de la Universidad del País Vasco.

## BIBLIOGRAFÍA

- CARSON, R.; HANEMANN, W.; KOPP, R.; PRESSER, R.; RUUD, P.: 1992. *A contingent valuation study of lost passive use values resulting from the Exxon Valdez oil spill*. Technical report, Anchorage: Attorney General of the State of Alaska, November
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M.: 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature* 387, 253-260.
- FARBER, S. C.; COSTANZA, R. R.; WILSON, M. A.: 2002. *Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services*. *Ecological Economics* 41: 375-392.
- FARBER, S.; COSTANZA, R.; CHILDERS, D. L.; ERICKSON, J.; GROSS, K.; GROVE, M.; HOPKINSON, C. S.; KAHN, J.; PINCETL, S.; TROY, A.; WARREN, P.; WILSON, M.: 2006. *Linking Ecology and Economics for Ecosystem Management*. *Bioscience* 56 (2), 117-129.
- HANEMANN, W. M.: 1984. *Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses*. *American Journal of Agricultural Economics* 66, 332-341.
- HANLEY, N.; WRIGHT, R. E.; ÁLVAREZ-FARIZO, B.: 2006. *Estimating the economic value of improvements in river ecology using choice experiments: an application to the water framework directive*. *Journal of Environmental Management* 78, 183-193.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment): 2003. *Ecosystems and human well-being. A framework for assessment*. Island Press. Washington, D.C.
- MITCHELL, R. C.; CARSON, R. T.: 1989. *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington, DC: Resources for the Future.