



# BioPirineo



# Proyecto Biopirineo

R3.1

Valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Natural de los Valles Occidentales y su entorno.



SECRETARÍA DE ESTADO  
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



BioPirineo

BioPirineo cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

# Índice

<b>01</b>	<b>Introducción</b>	8
<b>02</b>	<b>Zona de actuación</b>	14
	Contexto geográfico	14
	Contexto climático	18
	Contexto socioeconómico	19
<b>03</b>	<b>Objetivo</b>	22
<b>04</b>	<b>Valoración de servicios ecosistémicos</b>	24
	Biodiversidad	24
	Introducción	24
	Metodología	25
	Valoración de la biodiversidad	26
	Sumidero de CO <sub>2</sub>	28
	Introducción	28
	Metodología	28
	Valoración del sumidero de CO <sub>2</sub>	29
	Recurso hídrico	34
	Introducción	34
	Metodología	34
	Valoración del suministro hídrico	36
	Uso recreativo	40
	Introducción	40
	Metodología	40
	Valoración del uso recreativo	41
	Prevención de la erosión	44
	Introducción	44
	Metodología	44
	Valoración de la prevención de la erosión	45
	Resumen global de los SE valorados en los Valles Occidentales	51
<b>05</b>	<b>Discusión y conclusión</b>	54
<b>06</b>	<b>Bibliografía</b>	58
<b>07</b>	<b>ANEXO I – Valoración de la conservación de la diversidad biológica (CDB)</b>	62

# Índice de tablas

Pag. 14	<b>Tabla 1.</b> Superficies según el tipo de formación forestal y no forestal en los Valles Occidentales de Huesca. Fuente: elaboración propia.
Pag. 22	<b>Tabla 2.</b> Variables empleadas para la valoración de la conservación de la diversidad biológica y sus valores. Fuente: MITECOa, 2024.
Pag. 23	<b>Tabla 3.</b> Índice de conservación de la diversidad biológica según grandes grupos. Fuente: elaboración propia.
Pag. 24	<b>Tabla 4.</b> Cuantificación económica de la conservación de la diversidad biológica que aportan las masas forestales de los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IFN4.
Pag. 26	<b>Tabla 5.</b> Cálculo del contenido de carbono en biomasa viva según especie o grupos forestales. Fuente: MITECO 2024b y elaboración propia.
Pag. 27	<b>Tabla 6.</b> Contenido de Carbono total por superficie en las principales masas forestales de los Valles Occidentales de Huesca. Fuente: elaboración propia a partir de MITECO.
Pag. 28	<b>Tabla 7.</b> Contenido de Carbono total y papel como sumidero de CO <sub>2</sub> en las masas forestales de los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia.
Pag. 30	<b>Tabla 8.</b> Cuantificación económica del papel como sumidero de CO <sub>2</sub> de las masas forestales de los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IFN4 y precio aproximado en el MVC.
Pag. 33	<b>Tabla 9.</b> Suministro hídrico estimado procedente de los Valles Occidentales. Fuente: MITECO y elaboración propia.
Pag. 34	<b>Tabla 10.</b> Suministro hídrico no procedente de los Valles Occidentales. Fuente: MITECO y elaboración propia.
Pag. 35	<b>Tabla 11.</b> Suministro hídrico estimado de Yesa según su procedencia. Fuente: MITECO y elaboración propia.
Pag. 36	<b>Tabla 12.</b> Cuantificación económica del aporte hídrico que generan las masas forestales de los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IFN4.
Pag. 39	<b>Tabla 13.</b> Superficie de los Valles Occidentales según su índice de uso recreativo. Fuente: elaboración propia.
Pag. 40	<b>Tabla 14.</b> Cuantificación económica del uso recreativo que proveen las masas forestales de los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IFN4.
Pag. 43	<b>Tabla 15.</b> Pérdidas de suelo y superficie con riesgo de erosión en los Valles Occidentales. Fuente: MAPAMA, 2015.
Pag. 43	<b>Tabla 16.</b> Pérdidas de suelo por erosión laminar y en regueros por municipio en los Valles Occidentales. Fuente: MAPAMA, 2015.
Pag. 47	<b>Tabla 17.</b> Cuantificación económica de la prevención de la sedimentación evitada en embalses que proveen las masas forestales de los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del IFN4.
Pag. 48	<b>Tabla 18.</b> Resumen de la cuantificación biofísica y monetaria de los servicios ecosistémicos propuestos.

- Pag. 8 **Figura 1.** Modelo de financiación sostenible buscado. Adaptado de Pagiola y Platais (2002).
- Pag. 10 **Figura 2.** Ejemplos de aplicación de PSE en Costa Rica.
- Pag. 12 **Figura 3.** Localización del Parque Natural de los Valles Occidentales y su entorno.
- Pag. 13 **Figura 4.** Mapa de usos del suelo en los municipios de los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de la clasificación CORINE LAND COVER 2018.
- Pag. 15 **Figura 5.** Cuencas hidrográficas del área de estudio y alrededores.
- Pag. 17 **Figura 6.** Evolución de la población en los Valles Occidentales desde el Siglo XX. Fuente: IAEST.
- Pag. 17 **Figura 7.** Distribución de la población por municipio en los Valles Occidentales. Fuente: IAEST.
- Pag. 17 **Figura 8.** Distribución de la población de los Valles Occidentales por rangos de edad y sexo. Fuente: IAEST.
- Pag. 21 **Figura 9.** Mapa de riqueza de especies en los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de MITECO.
- Pag. 32 **Figura 10.** Estaciones de aforo y cuencas hidrográficas del área de estudio y alrededores.
- Pag. 38 **Figura 11.** Índice de uso recreativo en los Valles Occidentales y su entorno.
- Pag. 44 **Figura 12.** Erosión laminar modelizada en los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Mapa de Estados Erosivos del MAPAMA.
- Pag. 45 **Figura 13.** Erosión laminar y en regueros potencial en los Valles Occidentales. Fuente: elaboración propia a partir de datos de MITECO.
- Pag. 52 **Figura 14.** Flujograma del modelo de Pago por Servicios Ecosistémicos planteado. Fuente: elaboración propia.



# 01

## INTRODUCCIÓN

# 01 INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de cambio climático y degradación de la naturaleza, resulta ineludible potenciar y desarrollar herramientas y estrategias que permitan avanzar en su mitigación, adaptación y en la conservación natural. En este sentido, nuevos instrumentos que permitan cuantificar y valorar el capital natural pueden resultar una opción interesante.

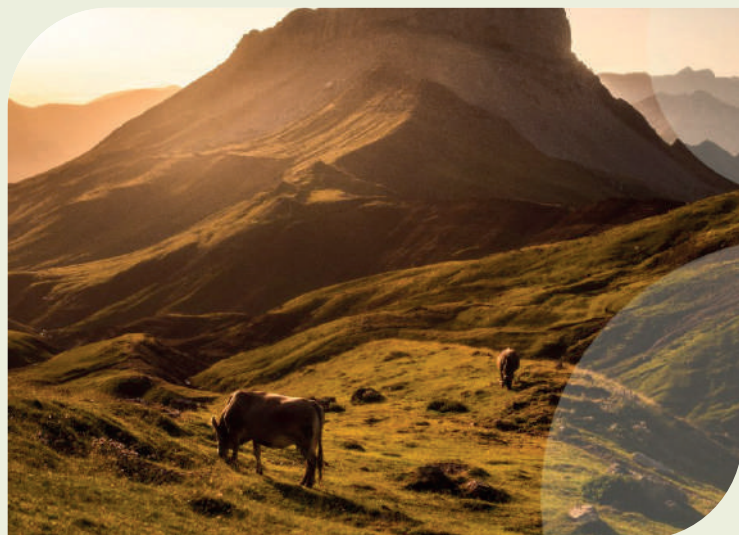
En esta línea, el Convenio sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas surgió en 1993 para dar una respuesta global a la crisis de pérdida de biodiversidad. Durante la COP15 de Biodiversidad, desarrollada en Kunming-Montreal en 2022, se adoptó el Marco Global de Biodiversidad de Kunming-Montreal. Entre otros objetivos, destaca la meta 15 en la que se establece la voluntad de involucrar al mundo empresarial en la conservación biológica, a través del desarrollo de herramientas que permitan valorar su impacto y dependencia del medio natural, así como establecer medidas de conservación e incremento de la biodiversidad (CBD, 2022).

Para poder afrontar esta meta, es necesario definir conceptos y metodologías que permitan valorar el desempeño ambiental de una manera integral. Se conoce como capital natural al stock de recursos naturales renovables y no renovables (como seres vivos, aire, agua, suelos, minerales) que se combinan para generar un flujo de beneficios o “servicios” para las personas. (Natural Capital Coalition, 2016).

Asimismo, se denominan servicios ecosistémicos o ambientales a aquellas contribuciones que los ecosistemas aportan a la sociedad de manera natural, ya sea de manera directa o indirecta (IPBES, 2019) (VANE, 2008). De esta manera, la cuantificación de estos servicios permite conocer en qué grado una sociedad se ha beneficiado del propio funcionamiento del ecosistema que habita

o que le influye, como por ejemplo zonas situadas en la cabecera de los ríos.

Estos servicios ecosistémicos se pueden clasificar en diferentes categorías según el tipo de contribución específica que proporcionan. De esta manera, uno de los primeros estudios con mayor reconocimiento en este sector, el *Millennium Ecosystem Assessment*, identifica 24 servicios ambientales y los divide en los siguientes grandes grupos (MAE, 2005):



- **Abastecimiento:** es cualquier tipo de beneficio para las personas que se puede extraer de la naturaleza, como por ejemplo el suministro de agua potable, alimentos o materias primas como madera.
- **Regulación:** es la contribución proporcionada por los procesos ecosistémicos que moderan los fenómenos naturales, como por ejemplo la regulación climática, el control de inundaciones o la polinización.
- **Culturales:** es un beneficio no material que contribuye al desarrollo y al avance cultural de la sociedad, como el uso recreativo de la naturaleza o los valores paisajísticos y estéticos.

- Soporte: esta categoría reúne aquellos servicios que apoyan y sustentan los tres anteriores, pudiendo destacar la fotosíntesis o el ciclo del agua.

No obstante, algunas publicaciones más recientes reducen estas cuatro categorías a tres. Este es el caso de la *Common International Classification of Ecosystems Services* (CICES), elaborado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA por sus siglas en inglés). Este sistema de clasificación, que es el marco de referencia a nivel europeo, se encuentra en constante desarrollo.

La última versión disponible (versión 5.1, de 2018) detalla 96 servicios diferentes, aunque ya se encuentra en proceso la nueva versión 5.2, que en su versión borrador de 2023 amplía este número a 105. Lo novedoso de este sistema frente al MAE es que suprime los servicios de soporte, dado que los considera inherentes al propio funcionamiento ecosistémico. Además, dentro de cada una de estas tres categorías consideradas, diferencia entre servicios bióticos o abióticos (EEA, 2018).

Sin embargo, cada vez se reconoce más la necesidad de establecer una definición más precisa, así como de un esquema de clasificación más riguroso y sistemático que distinga claramente entre los beneficios finales específicos que proporciona la naturaleza a las personas respecto a beneficios y/o funciones y procesos intermedios; así como diferenciar entre la cuantificación y la valoración del propio servicio frente a su cuantificación económica (Natural Capital Coalition, 2016).

Se encuentran disponibles numerosos estándares que valorizan el capital natural o los servicios ambientales, aunque hoy en día ninguno se encuentra universalmente reconocido. Uno de los más trascendentes es el elaborado en 2016 por Natural Capital Coalition, el Natural Capital Protocol.

Este protocolo proporciona una metodología dividida en cuatro etapas y nueve pasos que permiten justificar la valoración del capital natural, definir el alcance de la evaluación, establecer pautas para evaluar, valorizar económicamente este capital y, por último, como interpretar y aplicar los resultados obtenidos (Natural Capital Coalition, 2016).

A nivel nacional, se está ejecutando la “Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológica”. A este respecto, se publicaron durante el año 2021 y 2024 las dos ediciones de su Guía metodológica para la identificación de los elementos de Infraestructura Verde de España. Esta documentación proporciona metodologías para cuantificar una gran cantidad de servicios ecosistémicos, facilitando las fuentes de las cuales obtener los datos necesarios para aplicar los cálculos propuestos. Sin embargo, no aborda la temática económica y se limita a la valoración biofísica del activo natural (MITECO, 2024a).

Una vez cuantificado el propio servicio ecosistémico, puede resultar interesante su cuantificación económica. Este aspecto facilitará la comprensión social del gran valor que poseen los servicios ambientales y la necesidad de preservarlos y potenciarlos. Esta cuestión se ve reforzada por el cambio de paradigma del clásico “quien contamina paga”, al novedoso “quien conserva se beneficia” (Gómez-Baggethun, 2010).

En este sentido es destacable el proyecto europeo “La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad” (TEEB por sus siglas en inglés) de 2011. El TEEB supone el primer estudio global sobre la economía de la degradación de la biodiversidad, donde se valora su coste y lo compara con la cuantía de su conservación y uso sostenible.

En España se ha ejecutado un estudio similar al TEEB denominado “Valoración de los Activos Naturales de España” (VANE). Su objetivo es evaluar los activos naturales de un territorio que forman parte del capital natural y establecer los modelos físicos de asignación de valor a los mismos.

También se han desarrollado otros marcos más actuales que proporcionan pautas para valorizar económicamente el capital natural o los servicios ecosistémicos, como el anteriormente mencionado *Natural Capital Protocol* o el “Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica” (SEEA por sus siglas en inglés) desarrollado por Naciones Unidas en 2021.

Estos marcos se basan en los principios de “disposición a pagar” o el precio de mercado de un bien o servicio. Según el servicio a valorizar, y partiendo de los dos conceptos anteriores, se establecen diferentes enfoques de monetización en función de las condiciones específicas de cada activo. Entre otros, podemos destacar los siguientes métodos (NCC, 2016):

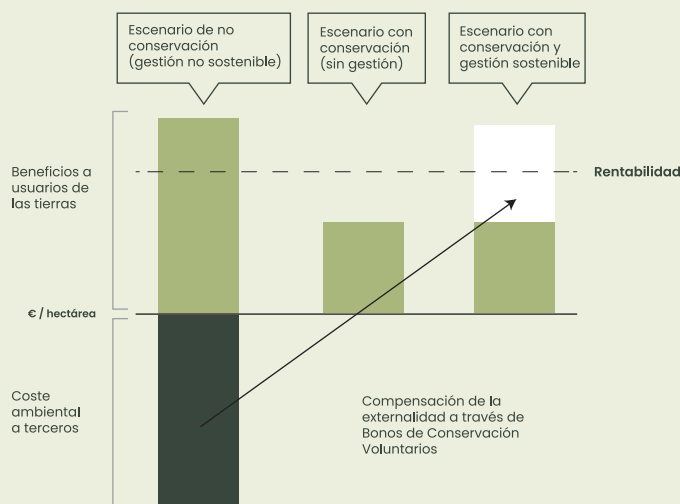
- Enfoques basados en precios o costos de mercado: como costos de oportunidad, costos de mitigación o costo de la enfermedad.
- Enfoque de la función de la producción.
- Enfoque de costo de reemplazo.
- Enfoque de costo de daños evitados.
- Enfoque de precios hedónicos.
- Método del costo del viaje.
- Enfoques de preferencia declarada.
- Transferencia de valor.

Así pues, pese a que se trata de una temática novedosa y poco desarrollada, se dispone de metodologías reconocidas para valorar tanto el propio servicio ecosistémico de manera biofísica, así como su desempeño económico. Además, existe una disgregación entre las regiones productoras de servicios ecosistémicos, predominantemente

áreas rurales con alto valor natural, y las regiones consumidoras, que son fundamentalmente grandes áreas urbanas con menor interés natural.

Dado que se disponen de herramientas para la evaluación, sumado a cierta necesidad social, puede ser viable generar modelos de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE), lo que posibilitaría integrar en un mismo sistema económico a las zonas productoras y a las zonas consumidoras de estos servicios. Los sistemas de PSE han sido definidos como “aquellas transacciones voluntarias y condicionadas de servicios ambientales entre al menos un proveedor y un usuario de dichos servicios” (Wunder, 2005).

La **Figura 1** agrupa diferentes escenarios de conservación y gestión del ecosistema, relacionándolo con el desempeño económico que deriva de cada uno. Así, el modelo de “no conservación” permite alcanzar la rentabilidad para los propietarios de las tierras, pero puede suponer un riesgo



**FIGURA 1. MODELO DE FINANCIACIÓN SOSTENIBLE BUSCADO. ADAPTADO DE PAGIOLA Y PLATAIS (2002).**

para las necesidades o intereses de otras poblaciones o sectores. En el segundo escenario, el más conservacionista y de “no intervencionismo”, se minimizan los riesgos para estas poblaciones, pero no permite a los productores de los servicios ambientales lograr una rentabilidad que facilite mantener el empleo y fijar población. El tercer escenario, incluye las externalidades como retribución por la conservación y el “no perjuicio” para el resto de las poblaciones. Esta compensación permite alcanzar la rentabilidad al mismo tiempo que reduce los riesgos ambientales y socioeconómicos.

A nivel estatal no se han ejecutado grandes proyectos de Pago por Servicios Ecosistémicos, pero sí hay cierta trayectoria en proyectos de carácter regional, como el proyecto Life Climark. Este modelo desarrollado por entidades e instituciones de Cataluña tiene como objetivo promocionar la gestión forestal para la mitigación del cambio climático mediante el diseño de un mercado local de Créditos Climáticos. En estos créditos climáticos se valoran los servicios de regulación del clima, regulación hídrica y biodiversidad.

Por otro lado, en la Comunidad Autónoma de Castilla la Mancha también ha implementado un modelo de Pago por Servicios Ecosistémicos mediante la creación de la Alianza por los Servicios de los Ecosistemas de Castilla-La Mancha. Este proyecto tiene como objetivo favorecer la cooperación público-privada para movilizar recursos en materia de conservación, restauración y gestión sostenible del patrimonio natural de la región.

En el ámbito europeo, uno de los ejemplos más destacables es el sistema “Biodiversity Net Gain” (BNG) de Reino Unido, puesto en marcha a principios de 2024. El principal objetivo de este modelo consiste en la restauración y potenciación de los

hábitats naturales mediante la generación de al menos un 10% de ganancia neta de biodiversidad, según criterios de tipo de hábitat, estado e importancia estratégica. La cantidad de unidades de biodiversidad generadas dependen del tamaño del proyecto, calidad o importancia ecológica, funcionamiento ecológico e importancia estratégica.

Por otro lado, también encontramos sistemas piloto o poco desarrollados en países como Francia o Países Bajos. En el caso francés, se establece un sistema voluntario en el que los propietarios de las tierras se comprometen a restaurar, mantener o mejorar hábitats, canalizando estas actuaciones a través de la generación y la venta de créditos de biodiversidad. Por otro lado, el caso neerlandés se fundamenta en superficies agrícolas y en entornos cercanos a zonas de la Red Natura 2000.

A nivel internacional sí se pueden apreciar sistemas más desarrollados y con más trayectoria, destacando algunos países de América Latina como Costa Rica, México y Colombia. El organismo regulador en Costa Rica (FONAFIFO) ha generado el mecanismo de compra-venta de Certificados de Servicios Ecosistémicos (CSE) para universalizar la venta en un mercado transparente y competitivo, donde es el mercado y no el favoritismo político el que permita beneficiar con la compra de CSE en un área y no otra (MAGRAMA, 2014).

De esta forma, el comprador se asegura que sus fondos, donaciones o adquisiciones efectivamente son invertidas en los poseedores o entornos de estos servicios. El mínimo de cada CSE es de 1 ha, con un contrato mínimo de 5 años y es deducible de la renta bruta como un gasto (MAGRAMA, 2014), considerando los servicios de fijación, reducción y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, protección del recurso hídrico y protección de la biodiversidad



FIGURA 2. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE PSE EN COSTA RICA.

La **Figura 2** ejemplifica dos casos concretos de Pago por Servicios Ecosistémicos en Costa Rica.

Desde su implementación en 2003, el primer programa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en México ha experimentado un crecimiento significativo, alcanzando la protección de 2.5 millones de hectáreas de bosque natural para finales de 2013. Esto lo posiciona como el programa de PSA más grande de Latinoamérica. En este contexto, el programa nacional de PSA reconoce y recompensa acciones destinadas a la conservación de los servicios hidrológicos, otorgando incentivos económicos a propietarios, tanto individuales como colectivos, de los terrenos registrados. Gracias a esta iniciativa, se ha logrado reducir la probabilidad de deforestación entre un 6% y 10%, así como disminuir la superficie deforestada en un rango del 2% al 11% (Alix-García, Shapiro y Sims, 2012).

En el caso de Colombia, durante el año 2021 se publicó la última versión del Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales. En este país se llevan efectuando modelos de PSA desde inicios de milenio, pero no fue hasta la década de 2010 cuando se desarrolló el primer marco político para que su implementación sea ordenada, eficiente y equitativa. Este programa está gestionado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible colombiano, en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación (DNP). Los servicios ecosistémicos que valoran en sus proyectos son la calidad y regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad, la reducción y captura de gases de efecto invernadero y los servicios culturales, espirituales y de recreación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2021).



**02**

**ZONA DE ACTUACIÓN**

# 02

## ZONA DE ACTUACIÓN

### Contexto geográfico

La zona de actuación seleccionada se encuadra al noroeste de la Comunidad Autónoma de Aragón, en la comarca de la Jacetania. Concretamente, el área de estudio también se encuentra al noroeste de la propia comarca, lindado con la Comunidad Foral de Navarra por el oeste, con Francia al norte, el Valle del río Aragón al este y la Canal de Berdún al sur.

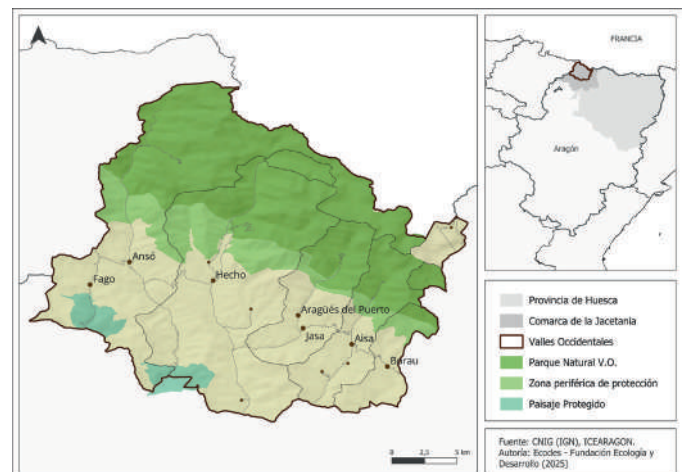
La altitud oscila desde unos 800-1.000 msnm en la zona más meridional y los fondos de valle, hasta los 2.669 msnm del pico Bisaurín y otras zonas de alta montaña de modelado glaciar. Se trata de una zona de un marcado carácter forestal y ganadero, con escasa superficie y actividad agrícola. El turismo también es un motor importante de la región, aunque se aleja del modelo turístico basado en el esquí alpino predominante en valles próximos.

También se trata de un entorno con un alto valor ecológico y natural, hecho que se vio reforzado con la declaración del Parque Natural de los Valles Occidentales en el año 2006, situado en la parte septentrional del territorio. De igual forma, también se encuentra dentro del área de estudio los Paisajes Protegidos de las Foces de Fago y de Biniés, próximos a la Canal de Berdún.

Los municipios que se encuentran en el Parque Natural y su entorno consisten en, de oeste a este, Ansó-Fago, Valle de Hecho, Aragüés del Puerto, Jasa, Aísa y Borau.

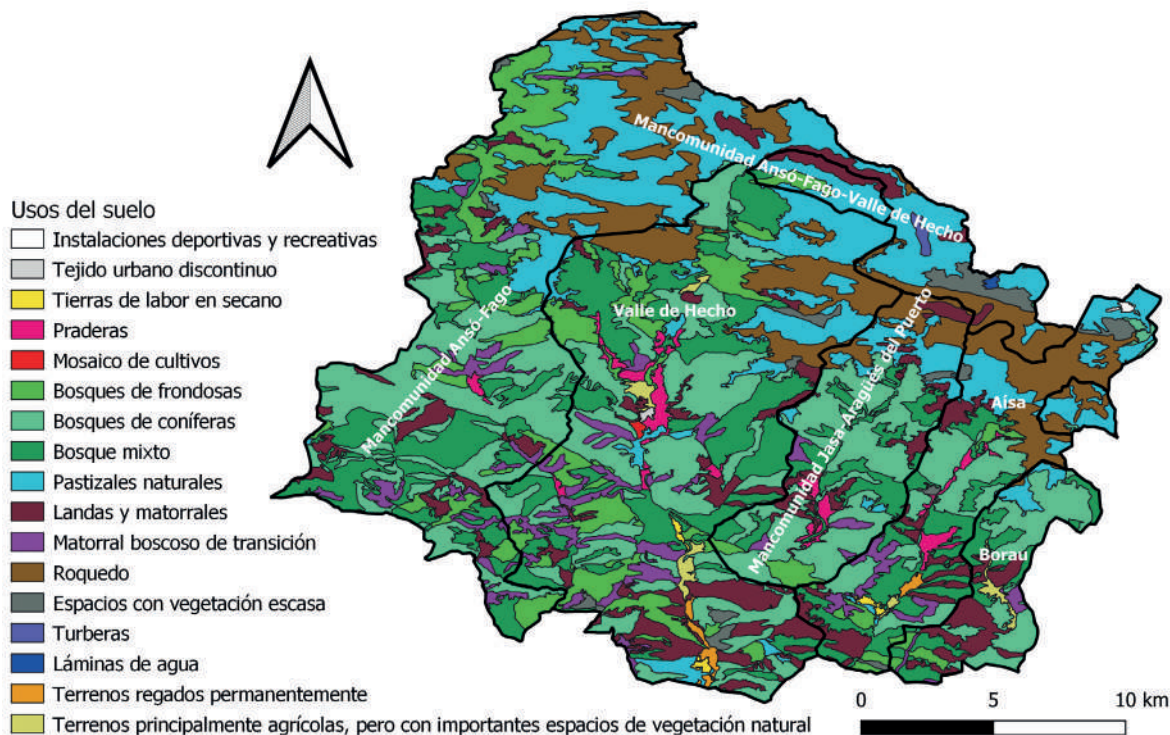
La **Figura 3** muestra la localización de la zona de estudio y los límites de los espacios naturales protegidos.

En este territorio se da la circunstancia de que casi la totalidad de la superficie forestal son Montes de Utilidad Pública, por lo que los municipios son los propietarios de sus montes, y la gestión forestal depende del Servicio Provincial de Medio Ambiente y Turismo del Gobierno de Aragón en Huesca.



**FIGURA 3. LOCALIZACIÓN DEL PARQUE NATURAL DE LOS VALLES OCCIDENTALES Y SU ENTORNO.**

## USOS DEL SUELO EN LOS VALLES OCCIDENTALES



**FIGURA 4. MAPA DE USOS DEL SUELO EN LOS MUNICIPIOS DE LOS VALLES OCCIDENTALES.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER 2018.

La **Figura 4** muestra los usos del suelo de los términos municipales de los Valles Occidentales según la clasificación CORINE Land Cover, una base de datos sobre la cobertura y uso del territorio en la Unión Europea desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Los límites de los términos municipales han sido obtenidos del portal de descargas del Instituto Geográfico de Aragón.

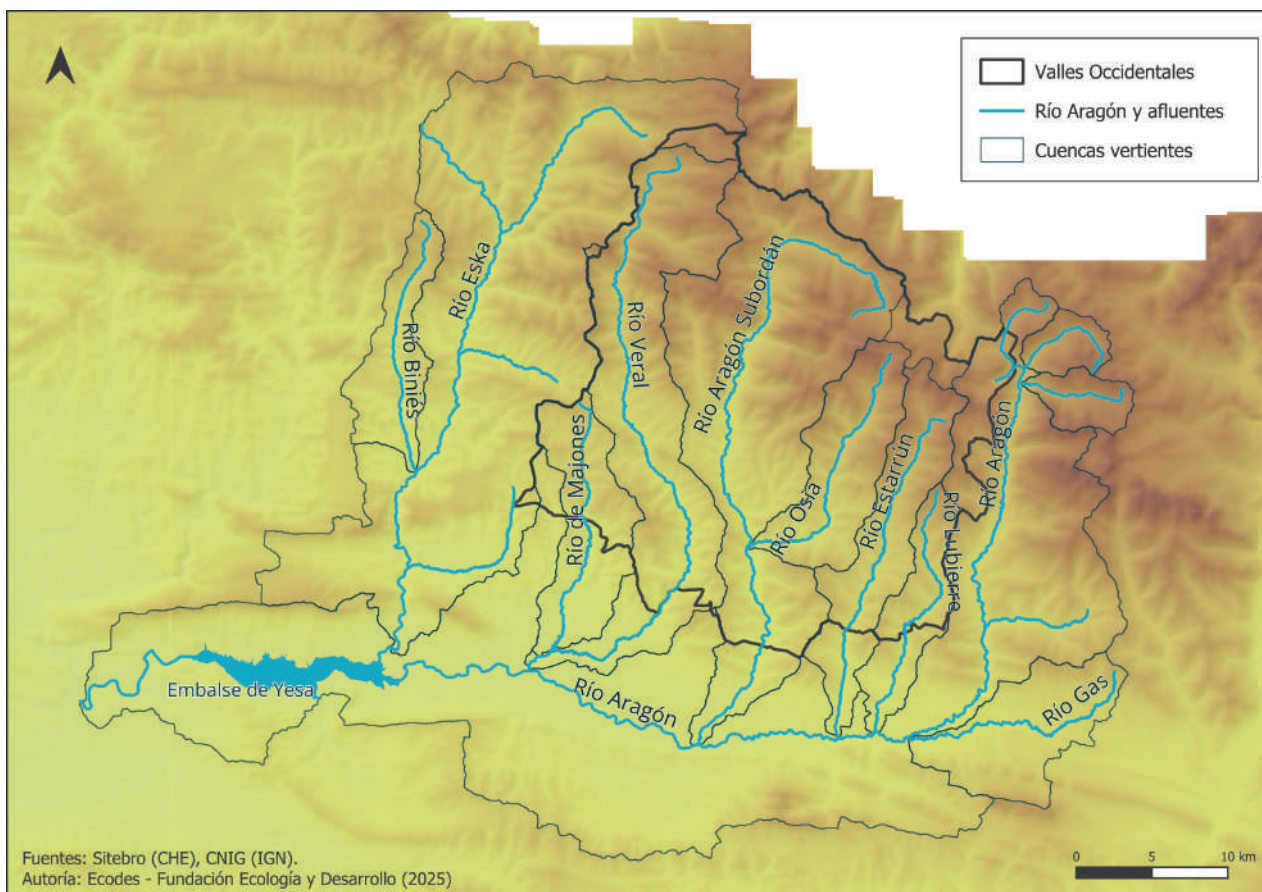
Tal y como se puede apreciar, se trata de una zona escasamente urbanizada, con un predominio de zonas boscosas, pastizales, distintas

fases de transición entre una y otra, y roquedos. Por el contrario, escasean las superficies de cultivo o de grandes láminas de agua. Los usos del suelo que refleja esta clasificación son los habituales para zonas de alta montaña, en las que características como la topografía o la inaccesibilidad derivada limitan el establecimiento de grandes superficies agrícolas o urbanas, prevaleciendo áreas silvestres con gran valor natural.

	Tipo superficie	Masa forestal	Total Valles Occidentales (ha)
<b>Superficie forestal</b>	Forestal desarbolado	Matorral	2.177,09
		Pasto-prado	15.407,66
		Pasto con arbolado disperso	175,90
		Roquedo/canchal/barrancos	8.626,30
		CORTAFUEGOS	60,40
		<b>Total forestal desarbolado</b>	<b>26.447,35</b>
	Coníferas	Abetal	563,70
		Pino negro	815,65
		Pino silvestre	26.394,74
		Pino laricio	741,60
		<b>Total coníferas</b>	<b>28.515,69</b>
	Frondosas	Hayedo	4.318,35
		Encinar	24,32
		Robledal	3.101,23
		Frondosas mixto	36,20
		Vegetación de ribera	423,33
		<b>Total frondosas</b>	<b>7.903,43</b>
	Masas forestales mixtas	Pinar-robledal	2.042,46
		Pinar-hayedo	1.503,08
		Pinar-frondosas	192,70
<b>Total masas mixtas</b>		<b>3.738,24</b>	
	<b>Total forestal</b>	<b>66.604,71</b>	
<b>Superficie no forestal</b>	Urbano		139,04
	Masas de agua		4,72
	<b>Total no forestal</b>		<b>143,76</b>

**TABLA 1. SUPERFICIES SEGÚN EL TIPO DE FORMACIÓN FORESTAL Y NO FORESTAL EN LOS VALLES OCCIDENTALES DE HUESCA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

La **Tabla 1** resume la superficie que supone cada gran unidad forestal y no forestal en la totalidad de los Valles Occidentales de Huesca y su entorno. Tal y como se puede apreciar, dentro de la superficie forestal arbolada existe un claro predominio de las coníferas, principalmente de *Pinus sylvestris*, fruto de la repoblación forestal que sufrió el territorio y todo el Pirineo Aragonés durante el siglo pasado.



**FIGURA 5. CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ALREDEDORES.**

Por otro lado, la **Figura 5** muestra las cuencas hidrográficas existentes en el territorio de estudio y sus alrededores. El área de estudio comprende cuatro subcuencas hidrográficas principales, Veral-Majones, Aragón Subordán-Osia, Estarrún y Lubierre. Todos estos cursos fluviales son afluentes del río Aragón, el cual se adentra en la Comunidad Foral de Navarra a través del embalse de Yesa, para acabar desembocando en el río Ebro y finalmente en el mar Mediterráneo.

Estas cuatro subcuencas hidrográficas poseen un ciclo pluvionival, con un caudal variable en función de la estación y las reservas nivales. De esta manera, durante la primavera hasta principios de verano se dan los caudales mayoritarios, dado que es la temporada más lluviosa y a este fenómeno se añaden los aportes procedentes del deshielo. Por el contrario, durante el invierno y comienzos de la primavera los caudales son inferiores, dado que se producen menos precipitaciones y éstas son habitualmente en forma de nieve (BOA, 2006).

## Contexto climático

La zona de influencia del Parque Natural de los Valles Occidentales se caracteriza, en términos generales, por presentar una climatología propia del ámbito pirenaico. No obstante, dentro del conjunto de la cordillera, las particularidades del relieve, la orientación de los valles y la latitud generan diferencias climáticas notables entre unos valles y otros.

Este espacio se encuentra sometido a la interacción de diversas influencias climáticas, cuya combinación confiere a la zona un clima singular. Una de ellas es la influencia atlántica, procedente del noroeste, consistente en masas de aire húmedas que penetran principalmente por los valles de Ansó y Hecho. Sin embargo, su efecto se ve progresivamente atenuado por la presencia de alineaciones montañosas que superan los 2.000 m de altitud, que actúan como barrera física, limitando su alcance.

La otra influencia principal es la mediterránea, de carácter más seco y templado que la atlántica, que accede al territorio desde el sur, canalizada a través del Valle del Ebro. A medida que estas masas de aire ascienden por los valles y aumenta la altitud, su influencia disminuye paulatinamente, diluyéndose progresivamente con la distancia respecto al área mediterránea.

La interacción de estas dos grandes masas de aire da lugar a un clima que puede definirse como subatlántico con tendencia submediterránea. Además, conforme se avanza hacia el oeste, en dirección a Navarra, se intensifica la influencia atlántica, con un aumento significativo de la humedad. Por el contrario, hacia el este (zona de Candanchú) o conforme se desciende en latitud, se incrementa la continentalidad del clima. A ello se suma la existencia de importantes altitudes en la mitad septentrional del territorio, que propician la aparición de climas de montaña atlántica, responsables de la existencia de valiosos pastos de altura con un notable interés ecológico y socioeconómico.

El régimen de precipitaciones presenta un claro gradiente norte-sur, con precipitaciones más abundantes en las áreas septentrionales, disminuyendo progresivamente hacia el sur. Este patrón se ve reforzado por un marcado carácter estacional, concentrándose las lluvias fundamentalmente entre el otoño y la primavera. A su vez, se observa un gradiente este-oeste, con valores que tienden a ser mayores en las áreas más occidentales expuestas a las influencias atlánticas. En términos generales, los registros meteorológicos indican una media anual de precipitaciones en torno a los 1.000 l/m<sup>2</sup>, aunque con variaciones significativas según la localización. Así, las sierras interiores, con altitudes cercanas a los 2.000 m, actúan como barrera orográfica frente a las perturbaciones atlánticas, provocando al sur de las mismas un efecto föhn. Este fenómeno da lugar a un descenso brusco de la humedad y la aparición de vientos fríos y secos (cierzo), especialmente intensos en los valles más expuestos.

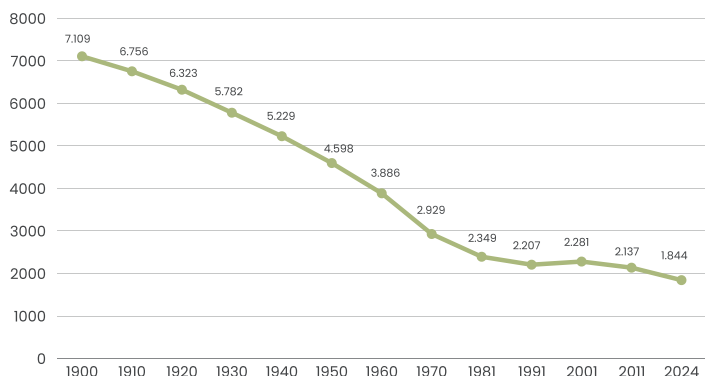
Esta configuración del relieve permite establecer dos áreas diferenciadas según los volúmenes de precipitación. Por un lado, la zona septentrional, al norte de las sierras interiores (zonas de Linza, Selva de Oza, Lizara), con precipitaciones superiores a los 1.500 l/m<sup>2</sup> anuales. Por otro lado, la zona intermedia, situada entre las sierras y la depresión media (valles de Ansó, Hecho, Jasa y Aísa), con precipitaciones que oscilan entre 800 y 1.500 l/m<sup>2</sup> anuales.

Respecto a la temperatura, las áreas de menor altitud situadas en la mitad meridional, presentan temperaturas medias anuales superiores a los 11 °C, mientras que en las zonas más septentrionales y elevadas, como los principales núcleos de población, se sitúan en un rango de 9 a 10 °C. Por último, en las cotas más elevadas de las sierras interiores, las temperaturas medias anuales pueden situarse entre 0 °C y -2 °C, lo que condiciona notablemente tanto la vegetación como los usos tradicionales del territorio.

## Contexto socioeconómico

La evolución de la población durante el siglo XX está caracterizada por un fuerte descenso del número de habitantes de los Valles Occidentales, tal y como se puede apreciar en la **Figura 6**. Para el conjunto del área de estudio, la población censada desde inicios del siglo XX hasta el 2024 se ha visto reducida en un 74,06%, pasando de 7.109 habitantes en el año 1900 a tan solo 1.844 en el 2024.

Población total en los Valles Occidentales

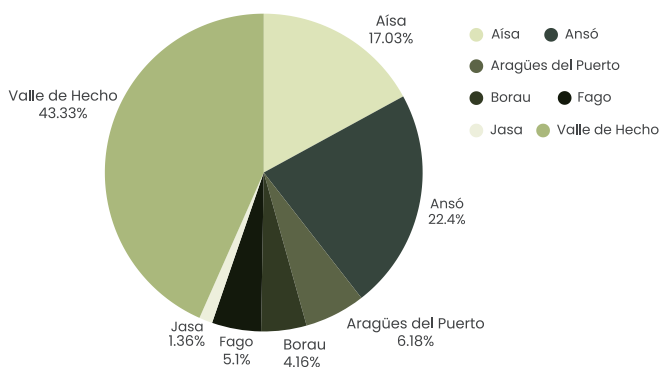


**FIGURA 6. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN LOS VALLES OCCIDENTALES DESDE EL SIGLO XX.**

FUENTE: IAEST.

Por otro lado, en la **Figura 7** se muestra la distribución porcentual de la población por municipio, destacando Valle de Hecho como municipio más poblado, seguido de Ansó y Aísa. El resto de municipios obtienen unos porcentajes muy escasos dado que apenas alcanzan los 100 habitantes censados.

Distribución de la población en los Valles Occidentales

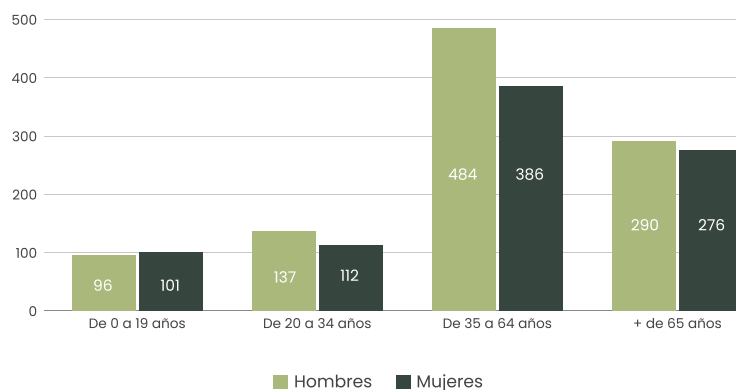


**FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR MUNICIPIO EN LOS VALLES OCCIDENTALES.**

FUENTE: IAEST.

En general, como ocurre en muchas otras zonas rurales de la comunidad autónoma de Aragón, la población se encuentra en declive y muestra signos de envejecimiento lo que, por consecuencia, genera una falta de relevo generacional en ciertos sectores. Por otro lado, se observa una ligera predominancia del sexo masculino, principalmente en el grupo de edad de entre 36 y 65 años. Estos aspectos se pueden apreciar en la **Figura 8**.

Censo de los Valles Occidentales



**FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LOS VALLES OCCIDENTALES POR RANGOS DE EDAD Y SEXO.**

FUENTE: IAEST.

Por último, el sector laboral predominante es el de servicios, ampliamente relacionado con el turismo que, pese a sufrir una marcada estacionalización, constituye el motor económico más importante de la zona. Según el IAEST, el sector servicios agrupa aproximadamente al 75% de la población afiliada de alta a la Seguridad Social en el año 2024. Bien es cierto que este parámetro se encuentra condicionado por la existencia de Candanchú, estación de esquí alpino que se encuentra dentro del término municipal de Aísa.

A pesar de esta circunstancia, si obviamos los datos referidos a Aísa, también consiste en el sector mayoritario en el resto de municipios. Sin embargo, se trata de un sector con una marcada estacionalidad, dado que el número de personas afiliadas se dispara durante de los meses de verano, y se desploma durante el resto del año.



# 03

## OBJETIVO

# 03

## OBJETIVO

El objetivo del estudio es valorar distintos servicios ambientales existentes en la zona de actuación. Esta evaluación permitirá conocer con exactitud el potencial ambiental que brinda el territorio, y ser más conscientes de la importancia de la conservación y el desarrollo de estos activos naturales que tantos beneficios brindan a la sociedad, tanto en el propio territorio como en poblaciones situadas aguas abajo.

De esta manera, se han escogido los siguientes servicios ecosistémicos, según la versión vigente del CICES 5.1:

- **Estado de conservación de la diversidad**

**biológica:** este servicio ecosistémico no aparece literalmente en la clasificación CICES, dado que no se trata de uno como tal, sino que consiste en la estructura que da soporte a una gran cantidad de servicios ambientales que provee el entorno. Algunos ejemplos serían la polinización o el mantenimiento de la fertilidad de los suelos.

- **Regulación de la composición química de la atmósfera y los océanos (código 2.2.6.1.):**

consiste en un servicio de abastecimiento sobre la regulación de la concentración de gases en la atmósfera que impacta en el clima global y los océanos. En este caso, se valora el papel como sumidero de carbono, principal gas de efecto invernadero, de la biomasa vegetal existente en el área de estudio.

- **Aporte hídrico (código 4.2.1.1.):** se trata de un servicio ambiental de abastecimiento, el cual valora la disponibilidad y cuerpos de agua superficial que proporciona una fuente de agua potable para su consumo. La evaluación de este servicio es fundamental para comprender la relación entre los ecosistemas, el abastecimiento de agua potable y la resiliencia ante eventos climáticos extremos.

- **Características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y experienciales activas o pasivas (código**

**3.1.1.1.):** este servicio ecosistémico pertenece a la categoría de cultural. Se evalúa el potencial recreativo que presenta el área de estudio. Este indicador es de vital importancia para el territorio debido a la gran actividad turística que se desarrolla en el mismo.

- **Control de las tasas de erosión (Código**

**CICES 2.2.1.1.):** se corresponde con un servicio ambiental de regulación. La degradación edáfica supone uno de los grandes problemas globales en lo relativo a la producción de alimentos y a la pérdida de suelo fértil en entornos naturales. Esto se debe a que se trata de un recurso finito, dado que se necesitan aproximadamente 1.000 años para generar un cm de suelo. Se pretende poner en valor el papel que desempeña la cubierta vegetal en la protección de los suelos.



Todos estos activos naturales se encuentran interrelacionados y generalmente son dependientes entre sí. Así pues, a continuación, se dará una visión individual del estado de cada uno de ellos en la zona de estudio para poder valorar el desempeño ecosistémico de una manera integral.



**04**

**VALORACIÓN DE SERVICIOS  
ECOSISTÉMICOS**

# 04

## VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

### Biodiversidad

#### Introducción

La diversidad biológica o biodiversidad se define como “la variabilidad de organismos vivos de todas las clases, incluida la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas” (CBD, 2022). No se trata de un servicio ecosistémico como tal, sino que fundamenta la estructura que da soporte a una gran cantidad de servicios ambientales que provee el entorno.

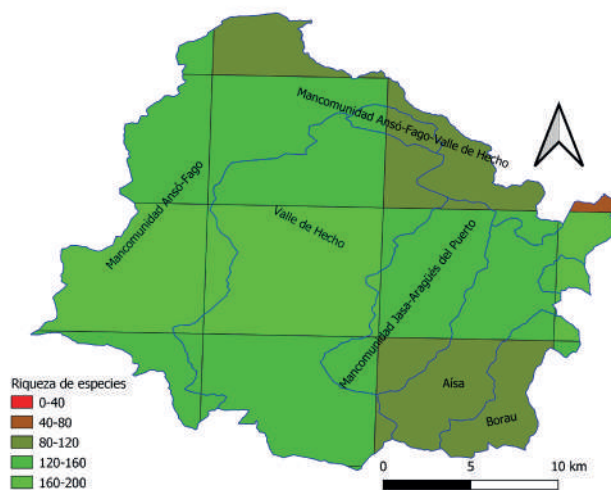
De esta forma, la conservación de la biodiversidad es fundamental para mantener un correcto funcionamiento ecológico del ecosistema, lo que a su vez preservará o potenciará otros servicios ecosistémicos relacionados. No hay que olvidar que gran parte de las actividades humanas también dependen de una biodiversidad saludable, dado que es fundamental en fenómenos como la polinización, resiliencia ante desastres naturales, resistencia a plagas, etc.

La biodiversidad presente en la zona de estudio es destacada, dado que se trata de un territorio escasamente poblado, con un gran gradiente altitudinal, diversidad de hábitats y posee figuras de protección natural que favorecen su conservación.

La **Figura 9** representa la riqueza de especies en cuadrículas 10x10km en la zona de estudio. La información de este mapa ha sido obtenida del portal del MITECO, “Riqueza de especies. Inventario Español de Especies Terrestres: Malla 10 x 10 km”.

Tal y como se puede apreciar, la riqueza de especies diferentes es elevada en general, superando las 160 en varias de las cuadrículas. Por el contrario, se aprecian algunos píxeles con menor diversidad en comparación con los colindantes, que principalmente se asocian a zonas con mayor altitud, y por lo tanto más restrictivas para determinados organismos, así como la zona donde se sitúa la estación de esquí de Candanchú (esquina superior derecha).

**RIQUEZA DE ESPECIES EN LOS VALLES OCCIDENTALES**



**FIGURA 9. MAPA DE RIQUEZA DE ESPECIES EN LOS VALLES OCCIDENTALES.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE MITECO.

## Metología

Para valorar la biodiversidad a partir del estado de la conservación de la diversidad biológica, se parte de la metodología propuesta por el MITECO en la “Guía metodológica para la identificación de la Infraestructura Verde en España”. Ésta consiste en definir un valor ponderado de conservación de la biodiversidad amenazada a partir de las variables de grado de amenaza y protección, papel funcional y disponibilidad de información.

Esta metodología presenta alguna carencia, dado que su punto de partida es la catalogación como especie amenazada en los listados nacionales o autonómicos. Sin embargo, no contempla otras variables como los endemismos presentes en la zona de estudio, los cuales no tienen por qué estar protegidos, pero pueden ser un gran indicador para evaluar la biodiversidad y el valor ecológico. En el caso de los Valles Occidentales, podemos encontrar endemismos no protegidos como varias especies del género *Saxifraga*, *Buglossoides gastonii*, *Androsace ciliata* o *Cirsium carnolicum* subsp. *Rufescens*, entre otros.

En primer lugar, es necesario identificar las especies catalogadas con algún grado de protección ambiental en el área de estudio. Siguiendo las recomendaciones de la guía a nivel autonómico, se parte del Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LAESPRES) y del Catálogo Aragonés de Especies Amenaza-

das. Posteriormente se comprueba qué especies se encuentran en el área de estudio a través de la bibliografía disponible y consultas a expertos del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE – CSIC).

En la **Tabla 2** se resumen las categorías necesarias para realizar este análisis y el valor otorgado a cada nivel. La variable grado de amenaza asigna valores entre 1 y 7 en función de la categoría que se le asigne a cada especie, correspondiendo la máxima puntuación a “extinta” y la menor a “sin datos”. Dado que en listado autonómico consultado el número de categorías es inferior que a nivel nacional, se asimila la categoría “presente en el LAESPRES” con la nacional “casi amenazada”, con un valor de 3. Las otras dos categorías presentes en el Listado, “en peligro” y “vulnerable”, asumen valores de 5 y de 4 respectivamente, en consonancia con el valor a nivel nacional.

En lo que respecta a su papel funcional o ecosistémico, se establecen tres niveles, especies ingenieras (aquellas cuya dinámica afecta a los flujos de materia y energía del ecosistema), especies clave (aquellas que determinan la diversidad y abundancia de otras especies por su influencia en las redes tróficas) y resto de especies. Por último, la variable que integra la disponibilidad de la información incluye cuatro rangos en función de la información bibliográfica disponible para cada especie.

Grado de amenaza	Papel ecosistémico	Disponibilidad de información
En peligro - 5	Especies ingenieras - 3	Seguimientos periódicos y detallados - 4
Vulnerable - 4	Especies clave - 2	Censos totales periódicos - 3
Presente LAESPRES - 3	Resto de especies - 1	Estimas totales periódicas - 2
		Revisión de trabajos parciales - 1

**TABLA 2. VARIABLES EMPLEADAS PARA LA VALORACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SUS VALORES.**  
FUENTE: MITECO, 2024.

Una vez se han catalogado las diferentes especies detectadas, la guía establece pautas para representar cartográficamente el valor ponderado de la biodiversidad. Sin embargo, dado que el área de estudio es muy reducida, y la guía está orientada a realizar estudios a nivel nacional o autonómico, se propone reflejar el índice en una única unidad geográfica y el valor promedio por grandes grupos de especies.

Por otro lado, el objetivo de representar este índice ponderado por cuadrículas, siendo la escala de aplicación estatal o autonómica, es el de identificar áreas clave e importantes para la conservación de la biodiversidad. No obstante, dado que en la zona de estudio ya se dispone de la figura de protección ambiental del Parque Natural, se asume que este territorio ya ha sido identificado como área clave, por lo que únicamente se valorará este índice en términos cuantitativos.

## Valoración de la biodiversidad

Se identifican un total de 68 especies con algún tipo de grado de protección ambiental autonómico en la zona de estudio, un total bastante ele-

vado y correlacionado con la riqueza de especies general que se reflejaba en la **Figura 9**. Este alto valor ecológico que poseen los Valles Occidentales de Huesca es fundamental para entender la declaración del Parque Natural de los Valles Occidentales en 2006.

La **Tabla 3** refleja un resumen del cálculo del índice de conservación de la diversidad biológica según los grandes grupos detectados. Las clases taxonómicas de vertebrados son los que mayores valores obtienen, generalmente debido a su papel clave dentro del funcionamiento ecológico y a la disponibilidad de información de las mismas.

Por ejemplo, en el caso de especies clave como el quebrantahuesos o el oso pardo se realizan seguimientos periódicos y detallados, lo cual se traduce en un mayor peso de estos organismos según esta metodología en el índice de conservación de la diversidad biológica. Por el contrario, en el caso de especies de flora o de invertebrados, hay mayores dificultades de seguimiento, lo cual se traduce en un menor valor promedio del índice. Los datos completos por especie se pueden consultar en el ANEXO I.

Grupo	Nº de especies	Valor agregado de biodiversidad	Valor promedio de biodiversidad
Flora	11	59	5,36
Invertebrados	17	100	5,88
Mamíferos	20	128	6,40
Aves	12	90	7,50
Anfibios	5	34	6,80
Reptiles	1	6	6
Peces	2	13	6,50
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>430</b>	<b>6,32</b>

**TABLA 3. ÍNDICE DE CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA SEGÚN GRANDES GRUPOS.** FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Por último, se procede a cuantificar económicamente la conservación de la diversidad biológica en los Valles Occidentales de Huesca. Dado que hay una gran cantidad de enfoques válidos para la valoración económica, se va a utilizar la información monetaria sobre los servicios ecosistémicos que facilita el Inventario Forestal Nacional 4 de la provincia de Huesca. Para esta evaluación, y dado que el IFN4 proporciona valores relativos anuales (€/ha.año) para todas las superficies forestales, tanto arboladas como desarboladas, se parte de las superficies reflejadas en la Tabla

1 para ampliar el alcance de monetización a la totalidad de la superficie forestal.

La **Tabla 4** refleja los resultados de esta valoración monetaria. En este caso, también resulta claramente condicionante la cantidad de superficie de cada tipo de masa forestal, dado que las diferencias del valor propuesto por el IFN no son muy significativas. Por este motivo, la categoría con mayores resultados es la que posee la superficie mayoritaria, las masas boscosas de pino silvestre.

Tipo superficie	Masa forestal	Superficie V. Occidentales (ha)	VALOR (€/ha.año)	VALOR TOTAL (€)
<b>Forestal desarbolado</b>	Matorral	2.177,09	27,52	59.913,52
	Pasto-prado	15.407,66	20,09	309.539,89
	Pasto con arbolado disperso	175,90	36,97	6.503,02
	Roquedo/canchal/barrancos	8.626,30	20,09	173.302,37
	Cortafuegos	60,40	20,09	1.213,44
	<b>Total forestal desarbolado</b>	<b>26.447,35</b>	<b>-</b>	<b>550.472,23</b>
<b>Coníferas</b>	Abetal	563,70	23,49	13.241,31
	Pino negro	815,65	42,98	35.056,64
	Pino silvestre	26.394,74	29,04	766.503,25
	Pino laricio	741,60	24,89	18.458,42
	<b>Total coníferas</b>	<b>28.515,69</b>	<b>-</b>	<b>833.259,62</b>
<b>Fronosas</b>	Hayedo	4.318,35	37,47	161.808,57
	Encinar	24,32	30,41	739,57
	Robledal	3.101,23	49,89	154.720,36
	Fronosas mixto	36,20	44,28	1.602,94
	Vegetación de ribera	423,33	41,54	17.585,13
	<b>Total fronosas</b>	<b>7.903,43</b>	<b>-</b>	<b>336.456,57</b>
<b>Masas forestales mixtas</b>	Pinar-robledal	2.042,46	38,88	79.410,84
	Pinar-hayedo	1.503,08	31,71	47.662,67
	Pinar-fronosas	192,70	38,88	7.492,18
<b>Total masas mixtas</b>	<b>3.738,24</b>	<b>-</b>	<b>134.565,69</b>	
<b>Total forestal</b>		<b>66.604,71</b>	<b>-</b>	<b>1.854.754,12</b>

**TABLA 4. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA QUE APORTAN LAS MASAS FORESTALES DE LOS VALLES OCCIDENTALES.** FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL IFN4.

## Sumidero de CO<sub>2</sub>

### Introducción

de almacenar carbono de manera natural por el propio funcionamiento ecológico de la masa forestal. Esto se debe a la fijación del carbono atmosférico en su organismo por la fotosíntesis de las plantas, siendo una fase fundamental en el ciclo del carbono (Montero et al., 2005).

En este momento en el que la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera está alcanzando sus mayores picos históricos debido a la actividad humana, y dado el papel regulador del clima que desempeñan las masas forestales y oceánicas (IPPC, 2021), es fundamental poner en valor este servicio ambiental y realizar una gestión sostenible que permita potenciar esta capacidad como sumidero de carbono.

De manera complementaria, el hecho de disponer de una masa forestal gestionada adecuadamente no solo supone que se pueda potenciar el servicio de fijación de carbono, sino que el sistema forestal también es más resistente en materia de prevención de incendios. Este aspecto resulta primordial, dado que en el supuesto de que el sistema vegetal sufra un gran incendio, todo el carbono previamente almacenado durante décadas podría ser liberado de nuevo a la atmósfera en un plazo muy reducido.

Este papel de sumidero de carbono no se valora únicamente como la biomasa viva superficial visible, sino que consiste en un sistema más complejo donde intervienen también la biomasa viva subterránea, la biomasa muerta y el carbono orgánico del suelo (Hu and Wang, 2008; Woodbury et al., 2007).

### Metología

De esta manera, el objetivo es cuantificar y caracterizar el papel como sumidero de carbono de las masas forestales existentes en los municipios de los Valles Occidentales, a través de la metodología propuesta en la "Guía metodológica para la identificación de los elementos de Infraestructura Verde de España" publicada por el MITECO, y a partir de las superficies cartografiadas e identificadas en el estudio forestal supramunicipal elaborado en el marco de este proyecto. Se adopta la metodología propuesta por el MITECO para calcular el contenido de carbono total, catalogada como de Nivel II en dicha guía, cuya fórmula de cálculo es la siguiente:

$$CT = CBv + CBm + COS \text{ donde,}$$

CT= Contenido de carbono total (t C/ha)

CBv = Contenido de carbono en la biomasa viva (t C/ha) donde,  $CBv = \sum (VCC \times FC \times FEB \times D \times (1+R))$

VCC = Volumen maderable con corteza según la especie (m<sup>3</sup>/ha) = EMC / S

EMC = Existencias maderables con corteza de la especie (m<sup>3</sup>)

S = Superficie ocupada por especie (ha)

FC = Fracción de carbono de la materia seca para cada especie (t C/t m.s.)

FEB = Factor de expansión de la biomasa para convertir el incremento neto anual (incluida la corteza) en incremento de biomasa arbórea sobre suelo

D = Densidad de la madera para cada especie (t m.s./m<sup>3</sup>)

R = Relación raíz-vástago

CBm = Contenido de carbono en la biomasa muerta (t C/ha)

COS= Contenido de carbono orgánico del suelo (t C/ha)

## Valoración del sumidero de CO<sub>2</sub>

La **Tabla 5** refleja las variables recopiladas para el cálculo del contenido de carbono en la biomasa viva en las especies forestales dominantes en el área de estudio, así como el resultado en t C/ha del cálculo del contenido de carbono en la biomasa viva para las principales masas forestales identificados. Según se observa en los resultados, los pinares son aquellos que mayor contenido de carbono poseen, dado que son las masas boscosas más densas y por lo tanto las que mayor volumen maderable con corteza disponen.

Los valores para realizar este cálculo han sido obtenidos de las “metodologías de estimación de

emisiones, cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en las tierras forestales que permanecen como tales”, elaboradas por el Sistema Español de Inventario de Emisiones

(MITECO, 2024b), a excepción del volumen con corteza maderable que ha sido obtenido del estudio forestal supramunicipal de los Valles Occidentales elaborado en el marco de este proyecto. Dado que la finalidad de este estudio es inventariar las existencias forestales con el fin de poder ejecutar una gestión forestal sostenible, únicamente se han tenido en cuenta los grupos forestales arbolados significativos.

Especie	VCC (m <sup>3</sup> /ha)	FC (t C/t m.s.)	FEB · D (t m.s./m <sup>3</sup> )	R	CBv (t C/ha)
<b>Haya (<i>Fagus sylvatica</i>)</b>	35,94	0,486	0,81	0,859	<b>26,30</b>
<b>Roble (<i>Quercus robur</i>)</b>	11,77	0,484	0,84	0,536	<b>7,35</b>
<b>Otras frondosas<sup>1</sup></b>	9,84	0,5	0,84	0,536	<b>6,35</b>
<b>Abeto (<i>Abies alba</i>)</b>	26,07	0,506	0,61	0,188	<b>9,56</b>
<b>Pino laricio (<i>Pinus nigra</i>)</b>	151,33	0,509	0,64	0,244	<b>61,33</b>
<b>Pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)</b>	117,51	0,509	0,62	0,272	<b>47,17</b>
<b>Pino negro (<i>Pinus uncinata</i>)</b>	113,57	0,509	0,61	0,33	<b>46,90</b>

**TABLA 5. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CARBONO EN BIOMASA VIVA SEGÚN ESPECIE O GRUPOS FORESTALES.**

FUENTE: MITECO 2024B Y ELABORACIÓN PROPIA.

<sup>1</sup>En este grupo forestal se agrupan las masas forestales mixtas de frondosas y las masas forestales de encina (*Quercus ilex*), dado que no se han encontrado factores específicos para esta especie.

Por otro lado, para el contenido de carbono en la biomasa muerta no se disponen de datos específicos para la zona de estudio, de manera que siguiendo las recomendaciones del MITECO se toma el valor provincial para Huesca reflejado en el Informe de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (MITECO, 2024c), el cual consiste en 1,12 t C/ha.

Por último, para obtener los valores del contenido de carbono orgánico en el suelo en los primeros 30 cm edáficos, y entre las múltiples orientaciones que proporciona la guía, se han localizado mediciones específicas dentro de la zona de estudio en el Inventario Nacional de Erosión de Suelos a través del Banco de Datos de la Naturaleza. Concretamente, se dispone del dato para una parcela 5x5 km de pasto en Valle de Hecho, así como para una parcela boscosa en Aragüés de Puerto (MAPAMA, 2015), siendo éste último el valor empleado para realizar los cálculos aplicándolo de manera global.

Otra de las fuentes disponibles para obtener el valor del carbono orgánico del suelo es la “Iniciativa 4 por mil: el carbono orgánico del suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España” del MAPAMA. No obstante, los datos aquí ofrecidos son promedio para toda la provincia de Huesca, lo cual puede resultar más inexacto dada la diversidad de hábitats de la misma (MAPAMA, 2018). De esta forma, se realizarán los cálculos teniendo en cuenta ambas fuentes de información, lo que permitirá ofrecer un umbral del contenido de carbono total basado en datos oficiales.

De esta manera, la **Tabla 6** muestra el resultado del contenido de carbono total, expresado por unidades de superficie, que poseen los principales grupos forestales que se encuentran en la zona de estudio. En consonancia con los resultados obtenidos en la Tabla 5, son los pinares aquellas superficies forestales que mayores cantidades de carbono han retenido, dado que se trata de las masas boscosas más densas en el territorio.

Especie	CBv	CBm	COS30 INES	COS30 MAPAMA	CT (t C/ha) (COS INES)	CT (t C/ha) (COS MAPAMA)
<b>Haya (<i>Fagus sylvatica</i>)</b>	26,30				<b>93,68</b>	<b>80,88</b>
<b>Roble (<i>Quercus robur</i>)</b>	7,35				<b>74,73</b>	<b>61,93</b>
<b>Otras frondosas<sup>1</sup></b>	6,35				<b>73,73</b>	<b>60,93</b>
<b>Abeto (<i>Abies alba</i>)</b>	9,56	1,12	66,26	53,46	<b>76,94</b>	<b>64,14</b>
<b>Pino laricio (<i>Pinus nigra</i>)</b>	61,33				<b>128,71</b>	<b>115,91</b>
<b>Pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)</b>	47,17				<b>114,55</b>	<b>101,75</b>
<b>Pino negro (<i>Pinus uncinata</i>)</b>	46,90				<b>114,28</b>	<b>101,48</b>

**TABLA 6. CONTENIDO DE CARBONO TOTAL POR SUPERFICIE EN LAS PRINCIPALES MASAS FORESTALES DE LOS VALLES OCCIDENTALES DE HUESCA.** FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE MITECO.

<sup>1</sup> En este grupo forestal se agrupan las masas forestales mixtas de frondosas y las masas forestales de encina (*Quercus ilex*), dado que no se han encontrado factores específicos para esta especie.

Una vez se conoce el valor relativo de contenido de carbono total por unidad de superficie, resulta interesante transformar estos resultados en valores absolutos de CO<sub>2</sub>. De esta manera se puede realizar una estimación del papel que ha ejercido la masa forestal de los Valles Occidentales como sumidero de carbono.

La **Tabla 7** refleja los cálculos realizados por cada masa forestal identificada. El valor relativo del contenido de carbono total por unidad de superficie se transforma en un valor absoluto. Posteriormente, este valor se transforma a CO<sub>2</sub> a partir de la relación de sus masas moleculares, siendo este factor de 3,67. Como era de esperar, las masas forestales con mayor presencia o superficie son aquellas que más importancia poseen como

sumideros de carbono, destacando por encima de todas la de pino silvestre, principal especie en la zona de estudio.

Por otro lado, se obtienen unos resultados inferiores si se utiliza el valor genérico para la provincia de Huesca del Carbono orgánico del suelo, algo previsible dado que se trata de un factor promedio que afecta a una provincia con gran diversidad de ecosistemas. Por el contrario, utilizando el factor específico medido en una parcela de la zona de estudio de manera global, se obtienen unos valores superiores y previsiblemente más realistas. No obstante, y dado que se han realizado las dos estimaciones, el resultado del carbono absorbido por la masa forestal se expresa en un umbral que se encuentra entre 32,86 y 38,08 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Especie	Superficie analizada (ha) <sup>2</sup>	C total (t) (COS INES)	C total (t) (COS MAPAMA)	CO <sub>2</sub> (t) (COS INES)	CO <sub>2</sub> (t) (COS MAPAMA)
<b>Haya (<i>Fagus sylvatica</i>)</b>	25.526,30	2.391.339	2.064.603	8.776.215	7.577.092
<b>Roble (<i>Quercus robur</i>)</b>	29.790,10	2.226.217	1.844.903	8.170.215	6.770.796
<b>Otras frondosas</b>	8.699,50	641.397	530.043	2.353.925	1.945.258
<b>Abeto (<i>Abies alba</i>)</b>	7.432,50	571.853	476.717	2.098.701	1.749.552
<b>Pino laricio (<i>Pinus nigra</i>)</b>	702,90	90.467	81.470	332.015	298.996
<b>Pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)</b>	38.198,20	4.375.627	3.886.690	16.058.550	14.264.152
<b>Pino negro (<i>Pinus uncinata</i>)</b>	686,50	78.452	69.665	287.921	255.672
<b>Total</b>	-	<b>12.382.609</b>	<b>10.580.035</b>	<b>38.077.543</b>	<b>32.861.516</b>

**TABLA 7. CONTENIDO DE CARBONO TOTAL Y PAPEL COMO SUMIDERO DE CO<sub>2</sub> EN LAS MASAS FORESTALES DE LOS VALLES OCCIDENTALES.** FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

<sup>2</sup> Las superficies no se corresponden con las reflejadas en la Tabla 1, dado que esa tabla se basa en la especie forestal predominante, mientras que en la Tabla 7 las superficies se obtienen a partir de los cálculos del VCC, donde se valora la coexistencia de varias especies dentro de una misma UNIDAD GEOGRÁFICA.

Por último, se procede a cuantificar económicamente el papel del servicio ecosistémico de sumidero de CO<sub>2</sub> en los Valles Occidentales de Huesca. Dado que hay una gran cantidad de enfoques válidos de valoración económica, se va a utilizar la información monetaria sobre los servicios ecosistémicos que facilita el Inventario Forestal Nacional 4 de la provincia de Huesca. Para esta evaluación, y dado que el IFN4 proporciona valores relativos anuales (€/ha.año) para todas las superficies forestales, tanto arboladas como desarboladas, se parte de las superficies reflejadas en la Tabla 1 para ampliar el alcance de monetización a la totalidad de la superficie forestal.

Por otro lado, para ampliar el alcance de la valoración económica de este servicio ecosistémico, se ha realizado también el cálculo mediante un precio promedio del precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> en el Mercado Voluntario del Carbono (MVC).

Pese a que se trata de un mercado fluctuante y que el valor de cada crédito de carbono depende de la tipología y localización del proyecto, se ha establecido un precio estándar de 10€ según las últimas transacciones registradas durante 2024. Bien es cierto que estas toneladas no serían comercializables en este mercado, pero la asimilación ofrece una aproximación de la importancia del área de estudio en lo que a captura de carbono se refiere.

Ambos resultados se muestran en la **Tabla 8**, la cual combina los dos enfoques propuestos. Tal y como se observa, el valor monetario de este servicio ambiental se encuentra muy condicionado al método de cuantificación aplicado. Estas diferencias tan abruptas pueden suponer un gran inconveniente a la hora de comercializar este servicio ecosistémico, ya que puede generar un mercado muy condicionado e interesado.



Tipo superficie	Masa forestal	Superficie V. Occidentales (ha)	VALOR (€/ha.año)	VALOR TOTAL (€)
<b>Forestal desarbolado</b>	Matorral	2.177,09	8,58	18.679,43
	Pasto-prado	15.407,66	0,68	10.477,21
	Pasto con arbolado disperso	175,90	9,32	1.639,39
	Roquedo/canchal/barrancos	8.626,30	0,68	5.865,88
	Cortafuegos	60,40	0,68	41,07
	<b>Total forestal desarbolado</b>	<b>26.447,35</b>	<b>-</b>	<b>36.702,99</b>
<b>Coníferas</b>	Abetal	563,70	207,81	117.142,50
	Pino negro	815,65	69,37	56.581,64
	Pino silvestre	26.394,74	95,86	2.530.199,78
	Pino laricio	741,60	128,29	95.139,86
	<b>Total coníferas</b>	<b>28.515,69</b>	<b>-</b>	<b>2.799.063,78</b>
<b>Fronosas</b>	Hayedo	4.318,35	191,59	827.352,68
	Encinar	24,32	48,34	1.175,63
	Robledal	3.101,23	96,17	298.245,29
	Fronosas mixto	36,20	94,20	3.410,04
	Vegetación de ribera	423,33	141,51	59.905,43
	<b>Total frondosas</b>	<b>7.903,43</b>	<b>-</b>	<b>1.190.089,06</b>
<b>Masas forestales mixtas</b>	Pinar-robledal	2.042,46	105,24	214.948,49
	Pinar-hayedo	1.503,08	167,79	252.201,79
	Pinar-frondosas	192,70	105,24	20.279,75
	<b>Total masas mixtas</b>	<b>3.738,24</b>	<b>-</b>	<b>487.430,03</b>
<b>Total forestal</b>		<b>66.604,71</b>	<b>-</b>	<b>4.513.285,86</b>
Método cuantificación CO <sub>2</sub>	T CO <sub>2</sub>	Valor promedio €/t CO <sub>2</sub>	Valor total (€)	
CO <sub>2</sub> (t) (COS INES)	38.077.543	10	<b>380.775.430</b>	
CO <sub>2</sub> (t) (COS MAPAMA)	32.861.516		<b>328.615.160</b>	

**TABLA 8. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DEL PAPEL COMO SUMIDERO DE CO<sub>2</sub> DE LAS MASAS FORESTALES DE LOS VALLES OCCIDENTALES.** FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL IFN4 Y PRECIO APROXIMADO EN EL MVC.

## Recurso hídrico

### Introducción

Tal y como se refleja en la **Figura 5**, el área de estudio comprende cuatro subcuencas hidrográficas principales, Veral-Majones, Aragón Subordán-Osía, Estarrún y Lubierre. Todos estos cursos fluviales son afluentes del río Aragón, el cual se adentra en la Comunidad Foral de Navarra a través del embalse de Yesa, para acabar desembocando en el río Ebro y finalmente en el mar Mediterráneo.

Estas cuatro subcuencas hidrográficas poseen un ciclo pluvionival, con un caudal variable en función de la estación y las reservas nivales. De esta manera, durante la primavera hasta principios de verano se dan los caudales mayoritarios, dado que es la temporada más lluviosa y a este fenómeno se añaden los aportes procedentes del deshielo. Por el contrario, durante el invierno y comienzos de la primavera los caudales son inferiores, dado que se producen menos precipitaciones y éstas son habitualmente en forma de nieve (BOA, 2006).

El suministro hídrico que se genera en este territorio es sumamente importante aguas abajo, dado que desde el embalse de Yesa en la provincia de Zaragoza se distribuye el recurso para fines agrícolas a través del Canal de las Bardenas, que riega la parte oriental de Navarra y la zona noroccidental de la provincia de Zaragoza. Otro uso principal de esta infraestructura es surtir de agua potable al entorno urbano de la ciudad de Zaragoza.

Así pues, parece evidente que preservar y potenciar este servicio ecosistémico de abastecimiento es una cuestión que no solo afecta a la zona donde se genera, sino que involucra una gran cantidad de consumidores aguas abajo.

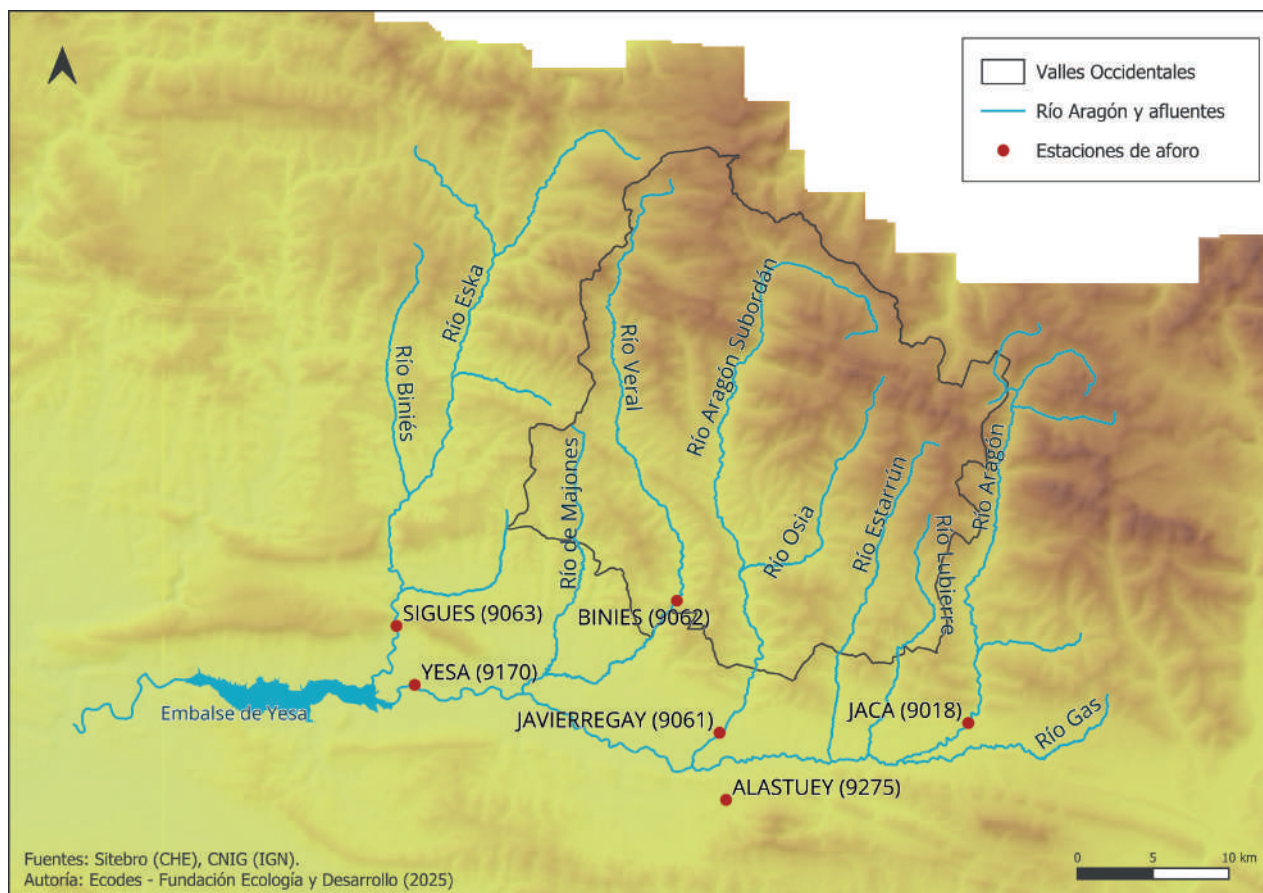
### Metodología

De esta forma, a continuación, se cuantificará el aporte hídrico bruto proveniente de los Valles Occidentales para conocer su importancia relativa respecto al total del embalse de Yesa. Para ello, se tomarán datos reales de las estaciones de aforo dispuestas en el territorio, y se realizarán estimaciones o extrapolaciones para las subcuencas hidrográficas que no dispongan de esta información.

Según se aprecia en la **Figura 10**, de las cuatro subcuencas hidrográficas que surgen de los Valles Occidentales, únicamente poseen estaciones de aforo los ríos Aragón Subordán (código 9061) y Veral (9062), sin incluir el afluente Majones. Por el contrario, para los ríos Majones, Estarrún y Lubierre no es posible obtener datos reales dado que no disponen de ninguna estación de medición a lo largo de su cauce.

Por otro lado, se disponen de otras estaciones de aforo que no pertenecen a la zona de estudio, pero que permiten calibrar y balancear el aporte hídrico del curso fluvial principal que no procede de los Valles Occidentales. Estas instalaciones se encuentran en la cola del embalse de Yesa (9170), por lo que permite conocer el caudal que desemboca a través del Río Aragón; también en un pequeño barranco que confluye con el curso principal por su margen izquierda, el barranco de Alastuey (9275); así como otra a la altura de Jaca antes de que el río Aragón penetre en la Canal de Berdún (9018), con lo que se puede discriminar el caudal que procede del Valle Alto del Aragón.

No se localizan estaciones de aforo en el río Gas, pequeño afluente del río Aragón de apenas 10 km de longitud y 72 km<sup>2</sup> en su cuenca hidrográfica, que no realiza aportes significativos dadas sus dimensiones y a que su cabecera no se encuentra en alta montaña surgiendo a menos de 900 msnm. Tampoco se dispone de información de los aproximadamente 10 barrancos de cierta entidad que convergen con el río Aragón por su margen izquierda, aunque poseen dimensiones similares al barranco de Alastuey.



**FIGURA 10. ESTACIONES DE AFORO Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ALREDEDORES.**

Para realizar los cálculos y las estimaciones de los cursos fluviales que surgen de los Valles Occidentales se toma el periodo 1990-2021, ya que la estación de aforo del Aragón Subordán no tiene mediciones continuas hasta ese año hidrológico. Para realizar el balance del río Aragón hasta Yesa se parte del periodo común entre todas las estaciones de aforo identificadas, el cual consiste en 2001-2021, que coincide aproximadamente con la totalidad del Siglo XXI con datos disponibles. Se toma este periodo dado que 2001 es el primer año que aparecen mediciones en la subestación de Alastuey.

Únicamente se analizan estos años hidrológicos comunes para no desvirtuar los cálculos, dado que dependiendo de cuando se puso en funcionamiento, cada estación posee un periodo analizado independiente. No obstante, estos valores no se podrán comparar con el suministro hídrico total que recibe el embalse de Yesa a través del río Aragón, dado que hay datos disponibles hasta la década de 2010 pero no posteriores. Para este caso concreto se comparará el periodo 2001-2010.

Para los cursos fluviales de los Valles Occidentales en los que no hay disponibilidad de datos, se realizarán estimaciones y extrapolaciones a partir de las estaciones del Aragón Subordán y Veral. Dado que se dispone del valor bruto de recurso hídrico anual en  $\text{hm}^3$  y de la superficie de la subcuenca hidrográfica, se obtiene el ratio promedio ( $\text{hm}^3/\text{km}^2$ ) de estos dos cursos fluviales y se asimila al área de los ríos Majones, Estarrún y Lubierre, asumiendo unos niveles de precipitación equivalentes dada la proximidad y las condiciones geográficas similares.

Asimismo, para los cursos fluviales de los que sí se dispone de datos reales, se realiza la misma extrapolación para la totalidad de la cuenca

hidrográfica, dado que las estaciones de aforo no se sitúan exactamente en la desembocadura al río Aragón. En el caso particular del río Veral, esta aproximación incorpora también su afluente Majones. Todos estos cálculos y resultados se pueden apreciar en la **Tabla 9**.

## Valoración del suministro hídrico

De esta forma, el suministro hídrico total que deriva de los Valles Occidentales podría suponer en base a esta estimación cerca de  $610 \text{ Hm}^3/\text{año}$ , teniendo en cuenta que  $411,48 \text{ Hm}^3/\text{año}$  (el 67,48%) de este volumen, sí proceden de mediciones reales.

Curso fluvial	Aragón-Subordán	Veral	Lubierre	Estarrún
<b>Código estación ROEA</b>	9061	9062	-	-
<b>km<sup>2</sup> aguas arriba</b>	348	161	-	-
<b>Hm<sup>3</sup>/año periodo 1990-2021</b>	294,61	116,87	-	-
<b>Cuenca hidrográfica total (km<sup>2</sup>)</b>	368,59	269,25 <sup>3</sup>	46,48	83,62
<b>Ratio Hm<sup>3</sup>/km<sup>2</sup></b>	0,85	0,73 <sup>3</sup>		0,79 <sup>4</sup>
<b>Extrapolación Hm<sup>3</sup>/año</b>	312,04	195,46 <sup>3</sup>	36,54	65,75
<b>Hm<sup>3</sup>/año Valles Occidentales</b>		<b>609,79</b>		

**TABLA 9. SUMINISTRO HÍDRICO ESTIMADO PROCEDENTE DE LOS VALLES OCCIDENTALES.** FUENTE: MITECO Y ELABORACIÓN PROPIA.

<sup>3</sup> Incorpora el sistema fluvial Veral-Majones.

<sup>4</sup> Promedio entre los ratios del Aragón Subordán y Veral.

Por otro lado, ya que la existencia de las otras subestaciones de aforo próximas permite ofrecer una visión global del curso del río Aragón antes de su desembocadura en Yesa, y de la importancia en el propio embalse de este recurso hídrico procedente en parte de los Valles Occidentales, se valora a continuación la importancia relativa de la zona de estudio en esta masa de agua. Tal y como ya se ha justificado, este cálculo se realizará únicamente para el período 2001-2010 dado que es el único con datos comunes relativos a todas las estaciones de aforo involucradas.

La **Tabla 10** reflejan los aportes del río Aragón que no proceden de los Valles Occidentales, a través de las mediciones reales de las estaciones de Jaca y de Alastuey. Posteriormente, se realiza la extrapolación al resto de los 10 barrancos de cierta entidad y al río Gas, asumiendo unos niveles de precipitación equivalentes dada la proximidad y las condiciones geográficas similares.

Curso fluvial	Aragón (en Jaca)	Alastuey	Gas	Otros barrancos
<b>Código estación ROEA</b>	9018	9275	-	-
<b>km<sup>2</sup> aguas arriba</b>	238	6	-	-
<b>Hm<sup>3</sup>/año periodo 2001-2010</b>	133,30	0,67	-	-
<b>Cuenca hidrográfica total (km<sup>2</sup>)</b>	-	-	72	60 <sup>5</sup>
<b>Ratio Hm<sup>3</sup>/km<sup>2</sup></b>	-	0,11		0,11
<b>Extrapolación Hm<sup>3</sup>/año</b>	133,30	0,67	8,04	6,70
<b>Hm<sup>3</sup>/año NO Valles Occidentales</b>		<b>148,71</b>		

**TABLA 10. SUMINISTRO HÍDRICO NO PROCEDENTE DE LOS VALLES OCCIDENTALES.** FUENTE: MITECO Y ELABORACIÓN PROPIA.

<sup>5</sup> Se asume la misma superficie que en el barranco de Alastuey para los otros 10 barrancos de entidad similar.

Tal y como lo reflejan los datos, el aporte mayoritario procede del alto valle del río Aragón, siendo las contribuciones estimadas tanto para el río Gas como para los barrancos de la margen izquierda poco significativos. Así pues, según estos cálculos del volumen almacenado en el embalse de Yesa, 148,71 Hm<sup>3</sup>/año no procederían de la zona de los Valles Occidentales. Además, 133,97 Hm<sup>3</sup>/año (90,09%) provienen de mediciones reales, por lo que la incertidumbre en este cálculo parcial es más reducida.

Por otro lado, la **Tabla 11** refleja los tres cursos de agua principales que alimentan Yesa, diferenciando en el caso del río Aragón si el recurso procede o no de los Valles Occidentales según los cálculos previos. De esta forma, y siempre según la estimación para el periodo propuesto, cerca del 60% del agua que desemboca en Yesa procedería de la zona de los Valles Occidentales, lo que refuerza la importancia estratégica de este territorio en el suministro hídrico para poblaciones situadas aguas abajo.

Curso fluvial	Esca	Regal	Aragón VVOO	Aragón no VVOO
<b>Código estación ROEA</b>	9063	-	Tabla 9	Tabla 10
<b>Km<sup>2</sup> aguas arriba</b>	506	-	-	-
<b>Hm<sup>3</sup>/año periodo 2001-2010</b>	239,62	91,33	-	-
<b>Cuenca hidrográfica total (km<sup>2</sup>)</b>	525	-	767,94	376
<b>Ratio Hm<sup>3</sup>/km<sup>2</sup></b>	0,47	0,11 <sup>6</sup>	-	-
<b>Extrapolación Hm<sup>3</sup>/año Yesa</b>	248,62 (24,77%)	10,05 (1%)	596,36 <sup>7</sup> (59,41%)	148,71 (14,82%)
<b>Total Hm<sup>3</sup>/año Yesa</b>	<b>1003,74</b>			

**TABLA 11. SUMINISTRO HÍDRICO ESTIMADO DE YESA SEGÚN SU PROCEDENCIA.** FUENTE: MITECO Y ELABORACIÓN PROPIA.

Por último, se procede a cuantificar económicamente el papel del servicio ecosistémico de suministro hídrico en los Valles Occidentales de Huesca. Dado que hay una gran cantidad de enfoques válidos de valoración económica, se va a utilizar la información monetaria sobre los servicios ecosistémicos que facilita el Inventario Forestal Nacional 4 de la provincia de Huesca.

Para esta evaluación, y dado que el IFN4 proporciona valores relativos anuales (€/ha.año) para todas las superficies forestales, tanto arboladas como desarboladas, se parte de las superficies reflejadas en la Tabla 1 para ampliar el alcance de monetización a la totalidad de la superficie forestal.

<sup>6</sup> Se aplica el mismo ratio que al río Gas y a los barrancos de la margen izquierda, asumiendo unos niveles de precipitación equivalentes dada la proximidad, y las condiciones geográficas e hidrológicas similares.

<sup>7</sup> Estimaciones referidas al periodo 2001-2010 según la metodología aplicada en la Tabla 9.

La **Tabla 12** muestra los resultados de esta cuantificación monetaria. A diferencia de lo que ocurría en la valoración del papel como sumidero de CO<sub>2</sub>, donde la variable más condicionante es el tipo de masa forestal, las diferencias en este servicio ambiental no son tan significativas según el

grupo forestal, sino a la superficie susceptible de recibir pluviosidad. Por estos motivos, los grupos con mayores resultados consisten en aquellos con mayor área, como pasto-prado, roquedos o masas de pino silvestre.

Tipo superficie	Masa forestal	Superficie V. Occidentales (ha)	VALOR (€/ha.año)	VALOR TOTAL (€)
<b>Forestal desarbolado</b>	Matorral	2.177,09	333,23	725.471,70
	Pasto-prado	15.407,66	699,03	10.770.416,57
	Pasto con arbolado disperso	175,90	651,74	114.641,07
	Roquedo/canchal/barrancos	8.626,30	699,03	6.030.042,49
	Cortafuegos	60,40	699,03	42.221,41
	<b>Total forestal desarbolado</b>	<b>26.447,35</b>	<b>-</b>	<b>17.682.793,24</b>
<b>Coníferas</b>	Abetal	563,70	1.849,59	1.042.613,88
	Pino negro	815,65	1.631,03	1.330.349,62
	Pino silvestre	26.394,74	685,27	18.087.523,48
	Pino laricio	741,60	238,26	176.693,62
	<b>Total coníferas</b>	<b>28.515,69</b>	<b>-</b>	<b>20.637.180,60</b>
<b>Fronosas</b>	Hayedo	4.318,35	1.541,39	6.656.261,51
	Encinar	24,32	165,56	4.026,42
	Robledal	3.101,23	850,47	2.637.503,08
	Fronosas mixto	36,20	1.206,67	43.681,45
	Vegetación de ribera	423,33	576,07	243.867,71
	<b>Total frondosas</b>	<b>7.903,43</b>	<b>-</b>	<b>9.585.340,17</b>
<b>Masas forestales mixtas</b>	Pinar-robledal	2.042,46	1.160,10	2.369.457,85
	Pinar-hayedo	1.503,08	1.260,21	1.894.196,45
	Pinar-frondosas	192,70	1.160,10	223.551,27
	<b>Total masas mixtas</b>	<b>3.738,24</b>	<b>-</b>	<b>4.487.205,56</b>
<b>Total forestal</b>	<b>66.604,71</b>	<b>-</b>	<b>52.392.519,57</b>	

**TABLA 12. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DEL APORTE HÍDRICO QUE GENERAN LAS MASAS FORESTALES DE LOS VALLES OCCIDENTALES.** FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL IFN4

## Uso recreativo

### Introducción

Las características naturales y abióticas de la naturaleza que permiten interacciones físicas y experienciales activas o pasivas constituyen un servicio ecosistémico de carácter cultural. En la zona de estudio, este servicio es de vital importancia dado que el principal motor económico del territorio es el turismo y sus servicios asociados. Además, la declaración del Parque Natural refuerza el gran valor paisajístico y el potencial recreativo que ofrece la región.

Los ecosistemas que conservan un alto grado de naturalidad suelen ser percibidos como más atractivos para actividades recreativas (Hartig and Staats, 2006; Willemen et al., 2008; Maes et al., 2011), en gran parte debido a su mayor biodiversidad (Maes et al., 2012) y a su destacado valor estético. Esto también se observa en los Espacios Naturales Protegidos y en los Geoparques, cuya designación responde a la presencia de valores naturales, tanto bióticos como abióticos, y que gozan de un elevado reconocimiento social.

Asimismo, la existencia de cuerpos de agua superficiales, como ríos, lagos, aguas de transición, zonas costeras o embalses, (Willemen et al., 2008; Maes et al., 2012), así como de playas, representa un fuerte atractivo recreativo, ya que permite la realización de diversas actividades.

Por último, para que un entorno pueda ofrecer una oferta recreativa de calidad, es fundamental contar con una buena accesibilidad general para la población (Willemen et al., 2008; Maes et al., 2011) y con una red adecuada de infraestructuras destinadas al ocio. Esta red incluye tanto elementos artificiales (como áreas recreativas, parques ecológicos o provinciales, observatorios de aves, centros de interpretación, centros BTT o estaciones de esquí) como recursos naturales (como cuevas, zonas de escalada o puntos de interés ornitológico).

### Metodología

Para evaluar las características recreativas se propone utilizar el índice de recreación propuesto por el MITECO. El fundamento de este índice se basa en valorar la posibilidad de realizar actividades recreativas y de ocio al aire libre, lo que depende tanto de su potencial ambiental o natural, como de su capacidad para el uso recreativo.

De esta manera, el índice recreativo resulta de la suma de ambas variables:

$$R = PR + CR \text{ donde,}$$

R = Índice de recreo (valor mínimo 0, valor máximo 14)

PR = Potencial para el recreo, que a su vez:

PR = N + P + A + G donde,

N = Índice de naturalidad: donde las áreas de alto valor ambiental obtienen un valor máximo de 4, y las áreas urbanas un valor mínimo de 0.

P = Presencia de áreas protegidas: obteniendo un máximo de 2 en Espacios Naturales Protegidos, 1 en superficies pertenecientes a la Red Natura 2000 y un mínimo de 0 en zonas sin protección ambiental.

A = Presencia de masas de agua superficiales (ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras y embalses): donde a los ríos e ibones se les asigna un valor de 2, y las zonas terrestres un 0.

G = Patrimonio geológico de interés turístico: el valor oscila entre 0 y 1 según la presencia de Geoparques o Lugares de Interés Geológico.

CR = Capacidad para el recreo, que a su vez:

CR = AC + I donde,

AC = Accesibilidad: se establecen buffers en torno a las carreteras existentes, otorgando un valor de 3 a las zonas situadas a menos de 500 metros, 2 a las zonas localizadas entre 500 y 1.000 metros, 1 a espacios situados a menos de 500 m de caminos o senderos, y un valor nulo al resto.

I = Presencia de infraestructuras artificiales (miradores, pueblos, refugios y estaciones de esquí) y naturales (zonas de barranquismo, vías ferratas, cuevas, ibones y zonas de escalada), Bienes de Interés Cultural e hitos paisajísticos. En esta variable se asigna un 2 a zonas a menos de 500 m de alguna de estas infraestructuras, y un valor nulo al resto.

Respecto a la metodología original propuesta, se han adaptado ciertas variables debido a las circunstancias y la superficie del territorio analizado. En el índice de naturalidad (Santos & Martín et al., 2019), se han unificado las categorías “urbano, industrial y áreas extractivas” y “áreas verdes urbanas”, dada la escasa superficie que representan ambas categorías y otorgándole un valor de 0. Esto provoca el reajuste numérico de las siguientes categorías, por lo que en este caso el índice de naturalidad comprende valores entre 0 y 4.

En el caso de la presencia de masas de agua superficiales, dado al carácter continental y montañoso de la superficie valorada, se ha omitido la categoría “playa” y se ha asimilado la clase “masas de agua” (principalmente ibones y cursos hídricos) a un valor de 2.

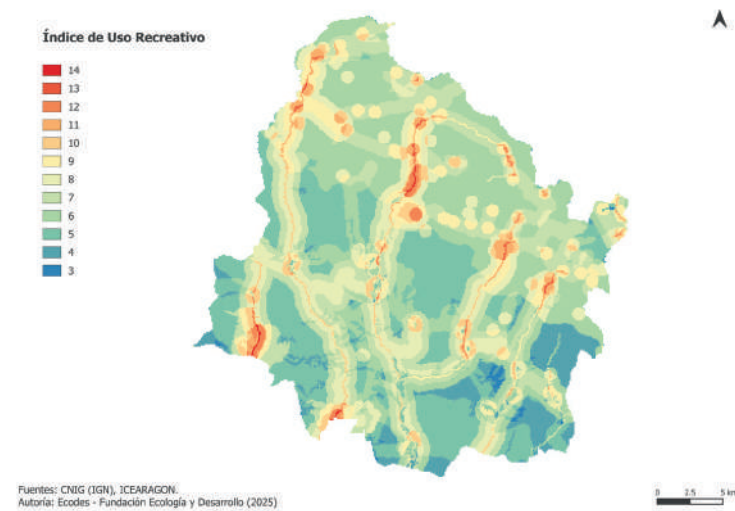
### Valoración del uso recreativo

De esta manera, la **Figura 11** refleja el análisis espacial ráster mediante QGIS de todas las variables categorizadas, obteniéndose valores para el índice de recreo entre 3 y 14, con un valor promedio de 6,66. A su vez, **la Tabla 13** recoge el porcentaje de superficie según su calificación en el índice de uso recreativo. Es destacable que más del 90% de la superficie analizada se encuentra en un rango medio-alto.

Tal y como se puede apreciar, las zonas próximas a los cascos urbanos, vías de comunicación y cursos fluviales son aquellas que mejores resultados obtienen, siendo generalmente superiores a 9. Esta representación se justifica dado que en estas zonas de alta montaña las vías de comunicación suelen coincidir con los cursos fluviales, discurriendo a través de la parte baja del valle, y obteniendo una gran valoración en ambas variables.

De igual manera, se distingue una clara divisoria en el tercio norte del mapa, obteniendo generalmente las zonas situadas al sur de esta frontera ficticia, y alejadas de las vías de comunicación y cursos fluviales, valoraciones entre 3 y 5. No obstante, esta superficie resulta poco significativa en relación a la superficie total analizada (7%). Mientras que el área localizada al norte, coincidente con los límites del Parque Natural, figura que otorga una mayor puntuación, obtienen resultados superiores a 5.

Por otro lado, aquellos parches que se sitúan principalmente en la zona norte del mapa de una forma claramente aislada e identificable respecto a la superficie colindante, corresponden de manera general con algún tipo de hito paisajístico de los valorados, representándose de esta forma por la aplicación de un buffer de 500 metros.



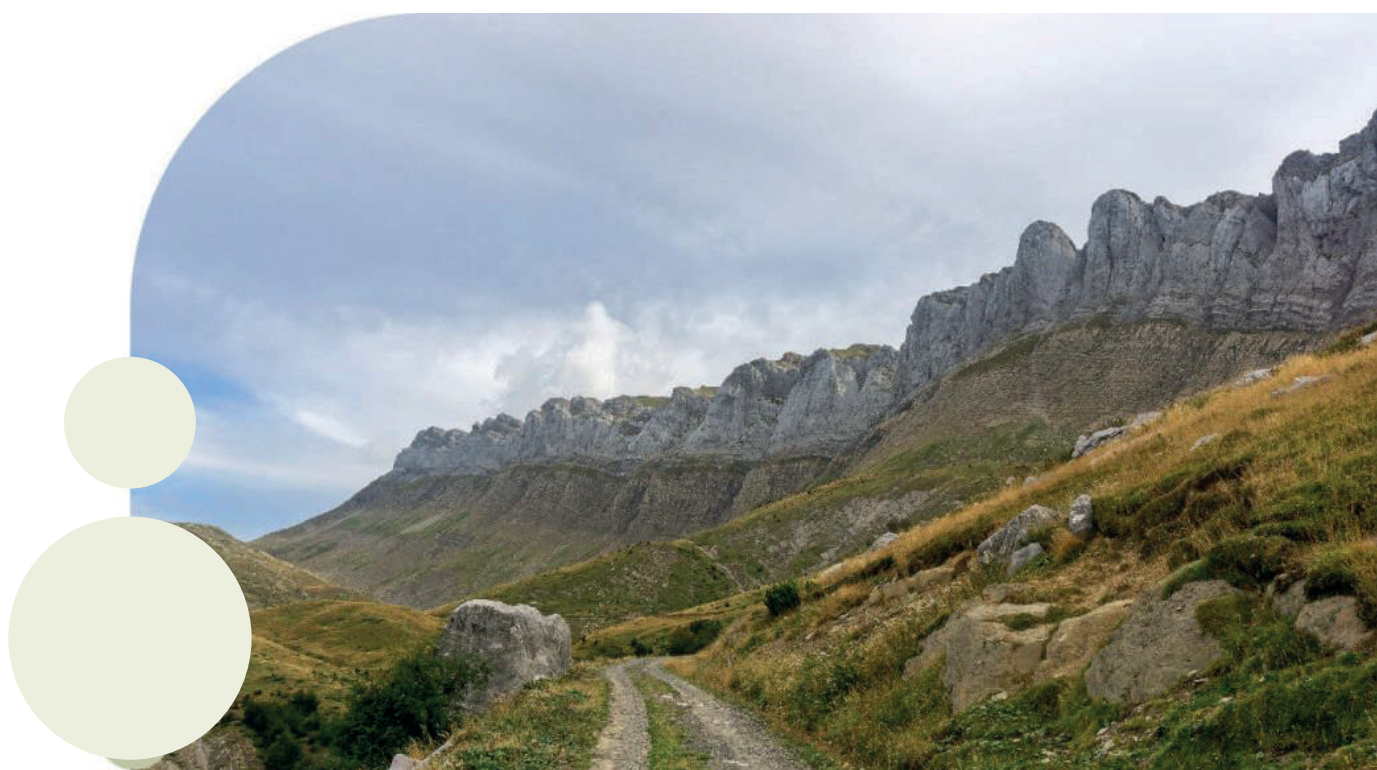
**FIGURA 11. ÍNDICE DE USO RECREATIVO EN LOS VALLES OCCIDENTALES Y SU ENTORNO.** FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL RÁSTER EN QGIS.

Índice de uso recreativo	Valores índice	Porcentaje VVOO
Muy alto	12 – 14	3%
Alto	9 – 11	25%
Medio	6 – 8	66%
Bajo	3 – 5	7%
Valor promedio	6,66	100%

**TABLA 13. SUPERFICIE DE LOS VALLES OCCIDENTALES SEGÚN SU ÍNDICE DE USO RECREATIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL RÁSTER EN QGIS. FUENTE: MITECO Y ELABORACIÓN PROPIA.**

Por último, se procede a cuantificar económicamente el índice de recreo existente en los Valles Occidentales de Huesca. Dado que hay una gran cantidad de enfoques válidos de valoración económica, se va a utilizar la información monetaria sobre los servicios ecosistémicos que facilita el Inventario Forestal Nacional 4 de la provincia de Huesca. Para esta evaluación, y dado que el IFN4 proporciona valores relativos anuales (€/ha.año) para todas las superficies forestales, tanto arboladas como desarboladas, se parte de las superficies reflejadas en la Tabla 1 para ampliar el alcance de monetización a la totalidad de la superficie forestal.

La **Tabla 14** refleja los resultados de esta evaluación económica. De nuevo, resulta fundamental la cantidad de superficie que posee cada grupo forestal, aunque en este caso las masas forestales mixtas y los abetales adquieren un importante protagonismo. Por este motivo, y pese a ser la superficie más escasa, su valor económico se encuentra muy próximo al de las frondosas, a pesar de suponer la mitad de su superficie aproximadamente. Por otro lado, las masas boscosas mixtas obtienen una valoración monetaria de en torno a la mitad respecto al terreno forestal desarbolado y a las coníferas, pese a abarcar aproximadamente siete veces menos área.



Tipo superficie	Masa forestal	Superficie V. Occidentales (ha)	VALOR (€/ha.año)	VALOR TOTAL (€)
<b>Forestal desarbolado</b>	Matorral	2.177,09	21,54	46.894,52
	Pasto-prado	15.407,66	23,73	365.623,77
	Pasto con arbolado disperso	175,90	19,69	3.463,47
	Roquedo/canchal/barrancos	8.626,30	23,73	204.702,10
	Cortafuegos	60,40	23,73	1.433,29
	<b>Total forestal desarbolado</b>	<b>26.447,35</b>	<b>-</b>	<b>622.117,15</b>
<b>Coníferas</b>	Abetal	563,70	101,37	57.142,27
	Pino negro	815,65	26,85	21.900,20
	Pino silvestre	26.394,74	23,26	613.941,65
	Pino laricio	741,60	0,49	363,38
	<b>Total coníferas</b>	<b>28.515,69</b>	<b>-</b>	<b>693.347,51</b>
<b>Fronosas</b>	Hayedo	4.318,35	43,81	189.186,91
	Encinar	24,32	0,95	23,10
	Robledal	3.101,23	42,84	132.856,69
	Fronosas mixto	36,20	32,90	1.190,98
	Vegetación de ribera	423,33	7,37	3.119,94
	<b>Total frondosas</b>	<b>7.903,43</b>	<b>-</b>	<b>326.377,63</b>
<b>Masas forestales mixtas</b>	Pinar-robledal	2.042,46	83,49	170.524,99
	Pinar-hayedo	1.503,08	90,12	135.457,57
	Pinar-frondosas	192,70	83,49	16.088,52
	<b>Total masas mixtas</b>	<b>3.738,24</b>	<b>-</b>	<b>322.071,08</b>
<b>Total forestal</b>		<b>66.604,71</b>	<b>-</b>	<b>1.963.913,37</b>

**TABLA 14. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DEL USO RECREATIVO QUE PROVEEN LAS MASAS FORESTALES DE LOS VALLES OCCIDENTALES.**  
 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL IFN4.

## Prevención de la erosión

### Introducción

---

La erosión del suelo se refiere comúnmente a la remoción de materiales de la superficie terrestre o de capas poco profundas, provocada por la acción del agua (erosión hídrica) o del viento (erosión eólica). En un sentido más amplio, también abarca el desplazamiento de capas más profundas del suelo debido a desequilibrios gravitacionales (MAPAMA, 2015).

El control de la erosión para evitar el deterioro edafológico está considerado como uno de los grandes desafíos para poder lograr una gestión sostenible de los suelos (Pennock, 2019). La erosión del suelo es un factor fundamental para el mantenimiento de funciones básicas como la fertilidad que determina la provisión de alimentos y madera, entre otros productos, la regulación de las reservas de agua freática, o evitar la colmatación prematura de infraestructuras hidráulicas.

Por estos motivos, resulta imprescindible mantener una cobertura vegetal adecuada que fije y estructure el suelo y evite su erosión. Estos fenómenos se ven incrementados en regiones montañosas con elevadas pendientes, que incrementan la velocidad de la escorrentía superficial y, por lo tanto, la capacidad erosiva. Es importante diferenciar entre la erosión geológica, un proceso natural que ocurre lentamente a lo largo del tiempo y contribuye al modelado del paisaje sin ser perceptible a escala humana, y la erosión antrópica o acelerada, causada por el uso inadecuado de los recursos naturales por parte del ser humano. Esta última tiene impactos ambientales, económicos y sociales significativos, por lo que debe considerarse cuidadosamente en la planificación y gestión del territorio (MAPAMA, 2015).

La erosión hídrica se encuentra íntimamente vinculada al ciclo hidrológico y puede presentarse de diversas formas. Se distinguen principalmente la erosión superficial, la erosión lineal

asociada a cauces fluviales o torrenciales, y la erosión en profundidad o movimientos en masa, en la que el agua actúa como factor desencadenante, pero no como agente erosivo ni de transporte (MAPAMA, 2015).

Dentro de la erosión superficial se reconocen tres tipos: la erosión laminar, la erosión en regueros y la erosión en cárcavas o barrancos. Este proceso ocurre en dos fases: primero, el desprendimiento o desintegración del suelo por el impacto de la lluvia; y segundo, el arrastre de las partículas desprendidas por el flujo del agua. Los principales factores que influyen en la erosión hídrica son la precipitación, las características del suelo, el relieve, la cobertura vegetal y el uso del suelo (MAPAMA, 2015).

En el caso de la erosión eólica, los factores determinantes son la velocidad y duración del viento, las propiedades del suelo, la vegetación, el uso del terreno y la topografía (MAPAMA, 2015).

### Metodología

---

Se procede a analizar el Inventario Nacional sobre Erosión de los Suelos (INES), publicado por el MAGRAMA en 2015 para la provincia de Huesca. En este informe se ponen a disposición las tasas de erosión modelizadas para todos los tipos anteriormente descritos. Los modelos expuestos se basan en el modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), el cual tiene en cuenta la erosividad pluvial, erosionabilidad edáfica, longitud y pendiente de la ladera, cubierta y manejo, y prácticas de conservación del suelo.

En el caso de la erosión laminar y en regueros, las más importantes cuantitativa y cualitativamente, también se dispone de información cartográfica sobre la erosión potencial. La erosión

## Valoración de la prevención de la erosión

potencial se define como aquella que ocurriría considerando únicamente las condiciones naturales del clima, la geología y el relieve, sin tener en cuenta la cobertura vegetal ni las alteraciones provocadas por la actividad humana. Por tanto, representa una estimación de lo que sucedería en una zona determinada si se eliminara por completo la vegetación. Sin embargo, esta estimación debe ajustarse en función de la capacidad de recuperación de la vegetación, la cual depende principalmente de factores climáticos como la sequía o el frío. La gravedad y duración de los efectos erosivos estarán determinados por el tiempo que tarde en regenerarse dicha cubierta vegetal.

De esta forma, es posible comparar la erosión potencial laminar y en regueros frente a la erosión modelizada. Así pues, se pone en valor el papel de la cobertura vegetal mediante los factores cubierta y manejo del suelo, así como de la variable de prácticas de conservación del suelo.

Asimismo, además de los valores y modelos reflejados en el INES, también se dispone de un mapa de estados erosivos desarrollado entre 1987 y 2001 elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente de España. En este estudio cartográfico se valora la dinámica de los procesos de pérdida de suelo por erosión hídrica laminar, con independencia de cómo haya podido ser el proceso erosivo anterior hasta desembocar en la situación presente del suelo.

La **Tabla 15** refleja los diferentes tipos de erosión y su incidencia en el área de estudio. Así pues, se puede apreciar que la erosión hídrica es el principal riesgo para la pérdida de suelo, dado que la erosión eólica se puede considerar despreciable debido a su riesgo casi inexistente. Por otro lado, la erosión ocasionada en cárcavas y barrancos tampoco resulta especialmente significativa, ya que menos del 3% de este tipo de superficie erosionable sufre esta circunstancia.

Sin embargo, existe un alto grado de potencialidad de que se generen movimientos en masa, obteniendo la gran mayoría de la superficie estudiada un grado alto o muy alto. Este aspecto refuerza la importancia de mantener una cobertura vegetal adecuada que favorezca la estabilización de laderas y desarrolle la estructura edáfica para limitar los deslizamientos.

Por último, la erosión laminar y en regueros supone la categoría con mayor incidencia en lo referente a la prevención de la erosión, ya que no se trata de un riesgo potencial si no de unas pérdidas anuales modelizadas de 7,46 toneladas de suelo movilizadas por hectárea cada año. De la misma manera que con los movimientos en masa, estos valores obtenidos ponen en valor la importancia de mantener una cobertura vegetal adecuada y saneada. Los datos desagregados por municipio se pueden apreciar en la **Tabla 16**.



<b>Laminar y regueros</b>	Pérdida de suelo	512.408,66 t/año
	Pérdidas medias	7,46 t/ha.año
<b>Cárcavas y barrancos</b>	Superficie erosionable	46.039 ha
	Superficie con erosión	1.304 ha (2,83%)
<b>Movimientos en masa</b>	Potencialidad muy alta	31.917 ha (46,44%)
	Potencialidad alta	34.443 ha (50,11%)
	Potencialidad media	2371 ha (3,45%)
<b>Erosión eólica</b>	Riesgo muy bajo	68.719 ha (99,98%) <sup>8</sup>
	Riesgo bajo	13 ha (0,02%)

**TABLA 15. PÉRDIDAS DE SUELO Y SUPERFICIE CON RIESGO DE EROSIÓN EN LOS VALLES OCCIDENTALES.**

FUENTE: MAPAMA, 2015.

Municipio	Pérdida de suelo (t/año)	Pérdidas medias (t/ha.año)
<b>Aísa</b>	65.727,71	8,18
<b>Ansó</b>	122.415,95	5,52
<b>Aragüés del Puerto</b>	56.667,56	8,86
<b>Borau</b>	35.884,19	8,63
<b>Comunero Ansó-Valle de Hecho</b>	6.670,58	6,86
<b>Fago</b>	16.633,21	5,79
<b>Jasa</b>	8.800,05	9,98
<b>Valle de Hecho</b>	199.609,41	8,59
<b>Total Valles Occidentales</b>	<b>512.408,66</b>	<b>7,46</b>

**TABLA 16. PÉRDIDAS DE SUELO POR EROSIÓN LAMINAR Y EN REGUEROS POR MUNICIPIO EN LOS VALLES OCCIDENTALES.**

FUENTE: MAPAMA, 2015.

<sup>8</sup> La superficie total aquí reflejada es diferente a las indicadas con anterioridad debido a las diferentes fuentes bibliográficas utilizadas. En este caso, ha sido obtenida según datos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (MAPAMA, 2015).

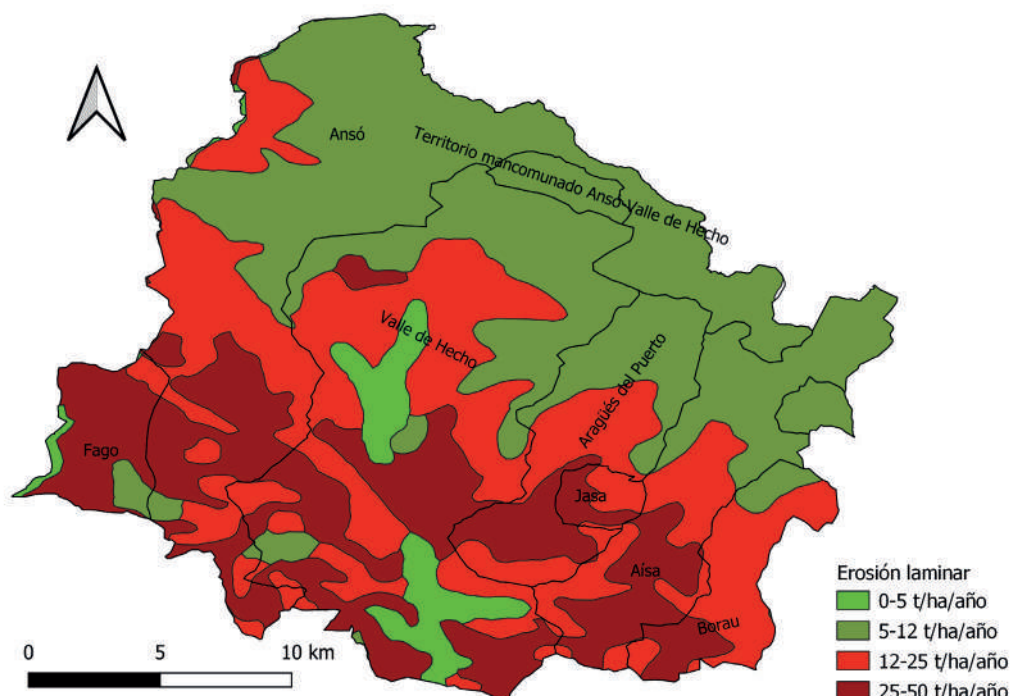
Por otro lado, la **Figura 12** muestra la representación cartográfica de la erosión hídrica laminar en la zona de estudio, según el Mapa de Estados Erosivos, realizado desde el Área de Hidrología y Zonas Desfavorecidas de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal entre 1987 y 2001, publicado por el MAPAMA.

Tal y como se puede apreciar, las tasas más elevadas de este tipo de erosión se concentran en las zonas bajas de los valles, obteniendo de manera general valores superiores a 12 t/ha.año. Por otro lado, las cabeceras de los valles obtienen unos valores inferiores prácticamente en la totalidad de la superficie.

Estos resultados muestran diferencias evidentes con los datos reflejados en la Tabla 15, exceptuando las zonas más al norte. Sin embargo, en las zonas intermedias y bajas de los valles, los valores proporcionados por el MAPAMA son significativamente superiores a los reflejados por el INES.

Estas divergencias pueden deberse a la diferencia temporal de los estudios (1987-2001 frente a 2015), pudiendo haberse afinado los modelos; al incremento de la cobertura vegetal en el territorio, que genera mayor prevención de la erosión; a la disminución de la actividad forestal, que genera la no apertura de viales y la revegetación de los ya existentes; o a una combinación de estos factores.

## Erosión laminar en los Valles Occidentales



**FIGURA 12. EROSIÓN LAMINAR MODELIZADA EN LOS VALLES OCCIDENTALES.**

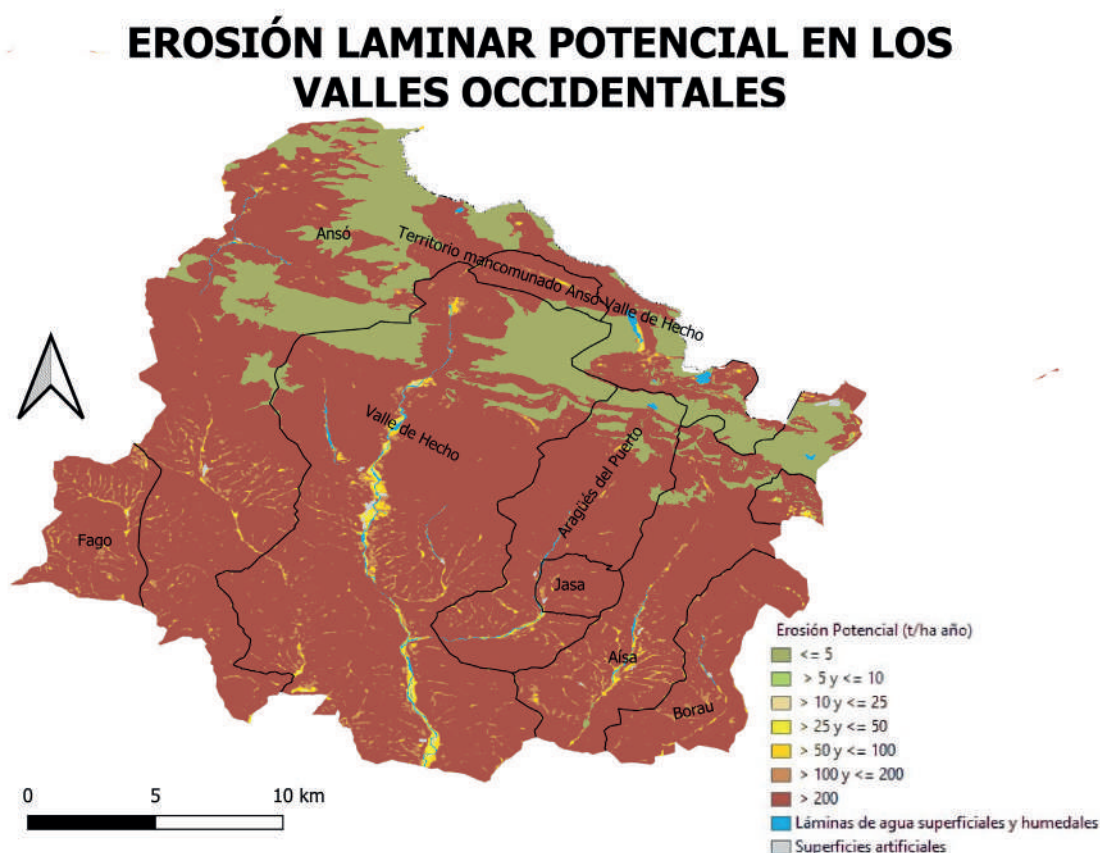
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL MAPA DE ESTADOS EROSIVOS DEL MAPAMA.

Por último, la **Figura 13** muestra la erosión potencial del área de estudio. Como ya se ha definido previamente, la erosión potencial es aquella que ocurriría considerando únicamente las condiciones naturales del clima, la geología y el relieve, sin tener en cuenta la cobertura vegetal ni las alteraciones provocadas por la actividad humana. Por tanto, representa una estimación de lo que sucedería en una zona determinada si se eliminara por completo la vegetación.

Tal y como se puede apreciar, las tasas de erosión laminar potencial resultan muy dispares, con valores muy bajos y correlativos a los reflejados en la **Figura 12**, que principalmente se corresponden con zonas de alta montaña escasamente vegetada, principalmente pastos de alta montaña y roquedos.

Sin embargo, en las zonas intermedias y bajas de cada valle, que generalmente se corresponden con superficies forestales arboladas, la erosión potencial obtiene unos resultados significativamente elevados, superiores a las 200 t/ha.año en muchos casos.

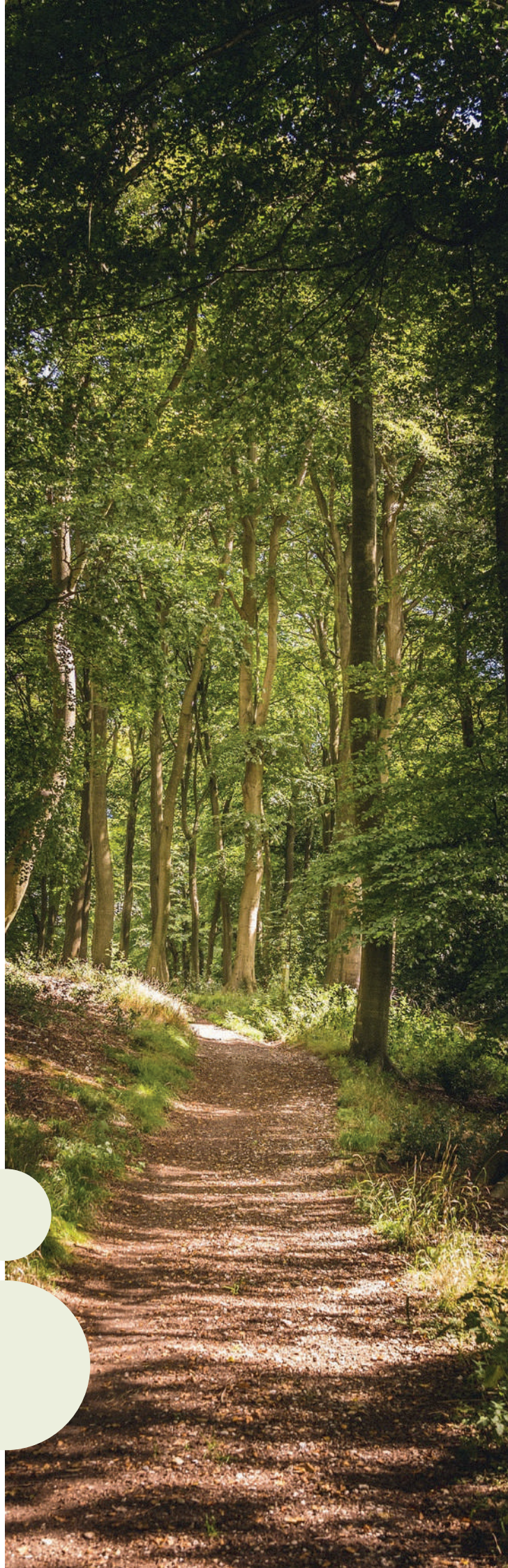
Teniendo en cuenta que según los estudios anteriores todo el territorio posee una tasa erosiva inferior a 50 t/ha.año según el estudio del MAPAMA, y una media de 7,46 t/ha.año en todo el territorio, se pone de manifiesto la importancia de conservar y gestionar de manera sostenible las masas boscosas, con el fin de que la vegetación fije y desarrolle la estructura edáfica y limite la erosión laminar.



**FIGURA 13. EROSIÓN LAMINAR Y EN REGUEROS POTENCIAL EN LOS VALLES OCCIDENTALES.**  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE MITECO

Por último, se procede a cuantificar económicamente la prevención de la erosión existente en los Valles Occidentales de Huesca. Dado que hay una gran cantidad de enfoques válidos de valoración económica, se va a utilizar la información monetaria sobre los servicios ecosistémicos que facilita el Inventario Forestal Nacional 4 de la provincia de Huesca. Para esta evaluación, y dado que el IFN4 proporciona valores relativos anuales (€/ha.año) para todas las superficies forestales, tanto arboladas como desarboladas, se parte de las superficies reflejadas en la Tabla 1 para ampliar el alcance de monetización a la totalidad de la superficie forestal.

La **Tabla 17** refleja los resultados de esta evaluación económica, según el parámetro del IFN4 de la sedimentación evitada en embalses, el cual es de gran importancia dado que aguas abajo del área de estudio se localiza el embalse de Yesa. De nuevo, resulta fundamental la cantidad de superficie que posee cada grupo forestal, aunque en este caso las masas forestales mixtas y los abetales adquieren un importante protagonismo. Por este motivo, y pese a ser la superficie más escasa, su valor económico se encuentra muy próximo al de las frondosas, a pesar de suponer la mitad de su superficie aproximadamente. Por otro lado, las masas boscosas mixtas obtienen una valoración monetaria de en torno a la mitad respecto al terreno forestal desarbolado y a las coníferas, pese a abarcar aproximadamente siete veces menos área.



Tipo superficie	Masa forestal	Superficie V. Occidentales (ha)	VALOR (€/ha.año)	VALOR TOTAL (€)
<b>Forestal desarbolado</b>	Matorral	2.177,09	80,64	175.560,54
	Pasto-prado	15.407,66	70,30	1.083.158,50
	Pasto con arbolado disperso	175,90	112,15	19.727,19
	Roquedo/canchal/barrancos	8.626,30	70,30	606.428,89
	Cortafuegos	60,40	70,30	4.246,12
	<b>Total forestal desarbolado</b>	<b>26.447,35</b>	<b>-</b>	<b>1.889.121,23</b>
<b>Coníferas</b>	Abetal	563,70	118,51	66.804,09
	Pino negro	815,65	158,02	128.889,01
	Pino silvestre	26.394,74	116,24	3.068.124,58
	Pino laricio	741,60	87,28	64.726,85
	<b>Total coníferas</b>	<b>28.515,69</b>	<b>-</b>	<b>3.328.544,53</b>
<b>Frondosas</b>	Hayedo	4.318,35	123,89	535.000,38
	Encinar	24,32	72,37	1.760,04
	Robledal	3.101,23	154,56	479.326,11
	Frondosas mixto	36,20	139,16	5.037,59
	Vegetación de ribera	423,33	128,61	54.444,47
	<b>Total frondosas</b>	<b>7.903,43</b>	<b>-</b>	<b>1.075.568,59</b>
<b>Masas forestales mixtas</b>	Pinar-robledal	2.042,46	175,53	358.513,00
	Pinar-hayedo	1.503,08	138,44	208.086,40
	Pinar-frondosas	192,70	175,53	33.824,63
	<b>Total masas mixtas</b>	<b>3.738,24</b>	<b>-</b>	<b>600.424,03</b>
<b>Total forestal</b>	<b>66.604,71</b>	<b>-</b>	<b>6.893.658,38</b>	

TABLA 17. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE LA PREVENCIÓN DE LA SEDIMENTACIÓN EVITADA EN EMBALSES QUE PROVEEN LAS MASAS FORESTALES DE LOS VALLES OCCIDENTALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL IFN4.

## Resumen global de los SE valorados en los Valles Occidentales

La **Tabla 18** resume y agrupa la valoración biofísica y económica de los servicios ecosistémicos analizados. Si atendemos a los enfoques financieros empleados, estos servicios que proveen los Valles Occidentales estarían valorados en cantidades que oscilan entre 60,72 y 510,65 millones de euros.

Sin embargo, el uso de las valoraciones generalistas del IFN4 para la provincia de Huesca, el elevado coste final de estos servicios, el hecho de que sean contribuciones ambientales que históricamente ha disfrutado la sociedad o el todavía escaso interés empresarial en este tipo de mercados, puede generar dudas en cuanto a la viabilidad de la comercialización de este escenario.

Servicio ecosistémico	Cuantificación biofísica	Cuantificación económica	
<b>Conservación de la diversidad biológica</b>	68 especies protegidas - 6,32 valor ponderado de biodiversidad	1.854.754 €	
<b>Sumidero de CO<sub>2</sub></b>	38.077.543 t CO <sub>2</sub> (INES)	4.513.286 € <sup>9</sup>	380.775.430 € <sup>10</sup>
	32.861.516 t CO <sub>2</sub> (MAGRAMA)		328.615.160 € <sup>10</sup>
<b>Aporte hídrico</b>	411,48 - 619,79 Hm <sup>3</sup> /año	52.392.520 €	
<b>Uso recreativo</b>	Índice recreativo 3-14 (media 6,7)	1.963.913 €	
<b>Erosión actual (pérdidas de suelo)</b>	7,46 t/ha.año (INES)	6.893.658 €	
	0-50 t/ha.año (MAPAMA)		
<b>Total</b>	-	<b>67,61 M€</b>	<b>451,39 - 517,54 M€</b>

**TABLA 18. RESUMEN DE LA CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA Y MONETARIA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPUESTOS.**

<sup>9</sup> Según valores monetarios del Inventario Forestal Nacional 4 para la provincia de Huesca.

<sup>10</sup> Según un valor promedio y estimado del precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> en el mercado voluntario del carbono de 10€.



**05**

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN**

# 05

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Tras haber valorado los servicios ecosistémicos propuestos en unidades biofísicas y valor económico según el Inventario Forestal Nacional 4 de la provincia de Huesca, parece evidente que su monetización general a nivel provincial resulta un tanto inexacta. En el caso concreto de la provincia de Huesca, podemos encontrar ecosistemas tan diversos que abarcan desde zonas semidesérticas como Monegros, hasta entornos de alta montaña en la zona pirenaica, siendo los servicios ecosistémicos que cada zona provee diferentes, y con una valoración cuantitativa también distinta. Es por estos motivos que la evaluación detallada de los servicios ambientales ha de ser realizada a escala local (MAGRAMA, 2014).

De igual manera, según la metodología de valorización económica escogida el propio valor de cada servicio puede abarcar un rango muy amplio, siendo complejo escoger y justificar la elección de un enfoque u otro, y siendo a su vez todos válidos (United Nations, 2021). Resulta inexacto monetizar los servicios ambientales valorados previamente mediante diferentes enfoques, a la vez que complica establecer criterios únicos de replicabilidad, dado que las circunstancias en otros ecosistemas pueden hacer más adecuadas otras perspectivas de monetización.

Estas dificultades, unidas a la ausencia de una metodología única reconocida institucionalmente tanto a nivel europeo como nacional, implica que no haya unos criterios únicos y eso dificulta poner en marcha sistemas de pagos por servicios ecosistémicos. En muchas situaciones de conservación de la naturaleza los modelos de PSE a nivel local son más eficientes si disponen de una ayuda adicional de la administración pública o de un fondo REDD internacional. Otros sistemas sólo son viables si cuentan con apoyo subsidiario de la sociedad ya que la capacidad de captar recursos locales es insuficiente (MAGRAMA, 2014).

De forma paralela, las diferencias en la escala temporal de los servicios ecosistémicos analizados, también complica establecer un modelo de pago por servicios ecosistémicos unificado de la situación actual. Esto se debe a que el suministro hídrico se renueva anualmente o el papel como sumidero de carbono es fruto de un desarrollo forestal durante décadas, mientras que servicios como el uso recreativo es atemporal. Por último, la biodiversidad soporta el resto de servicios existentes y también posee un carácter atemporal.

Por todas estas dificultades que conlleva la monetización y la temporalidad de los servicios ambientales, se considera que no es factible establecer sistemas de pago que se basen en comercializar la situación ecosistémica actual. No obstante, sí es viable financiar actuaciones o proyectos concretos que generen una adicionalidad en los propios servicios, la cual es cuantificable y monetizable (Terrassos, 2022) (World Economic Forum, 2023) (Biodiversity Credit Alliance, 2024). La necesidad de generar adicionalidad para poder establecer modelos de PSE ha sido corroborada mediante diferentes encuentros con investigadores, expertos y empresas del sector.

Este concepto de originar adicionalidad también refuerza la necesidad de que este tipo de modelos o de proyectos se desarrollen a escala local, dado que las actuaciones serán muy localizadas y la mejora de un determinado servicio será cuantificable en el escenario donde se ejecute la medida.

De manera complementaria, estos sistemas a escala local también podrían suponer una fuente extra de financiación para regiones rurales de montaña, principales zonas generadoras o proveedoras de servicios ecosistémicos. Esta financiación complementaria, a su vez, permitirá

a estas regiones poder afrontar financieramente actuaciones que conserven y mejoren los servicios ecosistémicos de su entorno.

Ya existen instrumentos financieros que permitirían desarrollar estos modelos de comercialización de servicios ambientales, como los denominados créditos de biodiversidad. Si bien no existe una definición normalizada, se podrían describir como un instrumento económico que puede utilizarse para financiar acciones que resulten en resultados positivos mensurables para la biodiversidad a través de la creación y venta de unidades de biodiversidad (World Economic Forum, 2023). Otra definición para un crédito de biodiversidad es aquel certificado que representa una unidad medida y basada en evidencia de resultado positivo de biodiversidad que es duradero y adicional a lo que habría ocurrido de otra manera (Biodiversity Credit Alliance, 2024).

El funcionamiento de los créditos de biodiversidad, o cualquier acepción similar con la misma finalidad, es similar al de los créditos de carbono. Sin embargo, los primeros abarcan una serie de parámetros ambientales que no se limitan al carbono, pese a que puede ser una variable también incluida (World Economic Forum, 2023).

Las características de los créditos derivados de actuaciones concretas pueden depender de diferentes variables, como el propio número de créditos, la superficie o el valor monetario. Es decir, en un conjunto de actuaciones que se van a ejecutar en un mismo entorno, cada proyecto puede poseer el mismo número de créditos (variando su superficie y valor), pueden abarcar una unidad fija de superficie (variando el total de créditos entre cada actuación y su precio), o puede mantener constante el valor económico (variando la superficie que abarca cada crédito y el total de los mismos).

Por otro lado, una vez definido el mecanismo para calcular la cantidad y las características de los créditos, a la hora de diseñar una plataforma de transacción se ha de tener en cuenta que debe ser un sistema transparente (certificado por un tercero), con reconocimiento jurídico, con una gobernanza definida, que responda a reglas comerciales y que reconozca responsabilidades en caso de incumplimiento (Biodiversity Credit Alliance, 2024).

Dado que a nivel nacional actualmente no existe ningún tipo de reconocimiento institucional para este tipo de mercados, y que por estos motivos no existe todavía un interés empresarial extendido por estos mecanismos de financiación de la naturaleza (a diferencia de lo que ocurre con el mercado del carbono), es evidente que como primer paso debe establecerse un modelo voluntario con pequeñas actuaciones, que pueda garantizar mayores posibilidades de éxito y así ir sentando las bases para desarrollar un sistema más evolucionado.

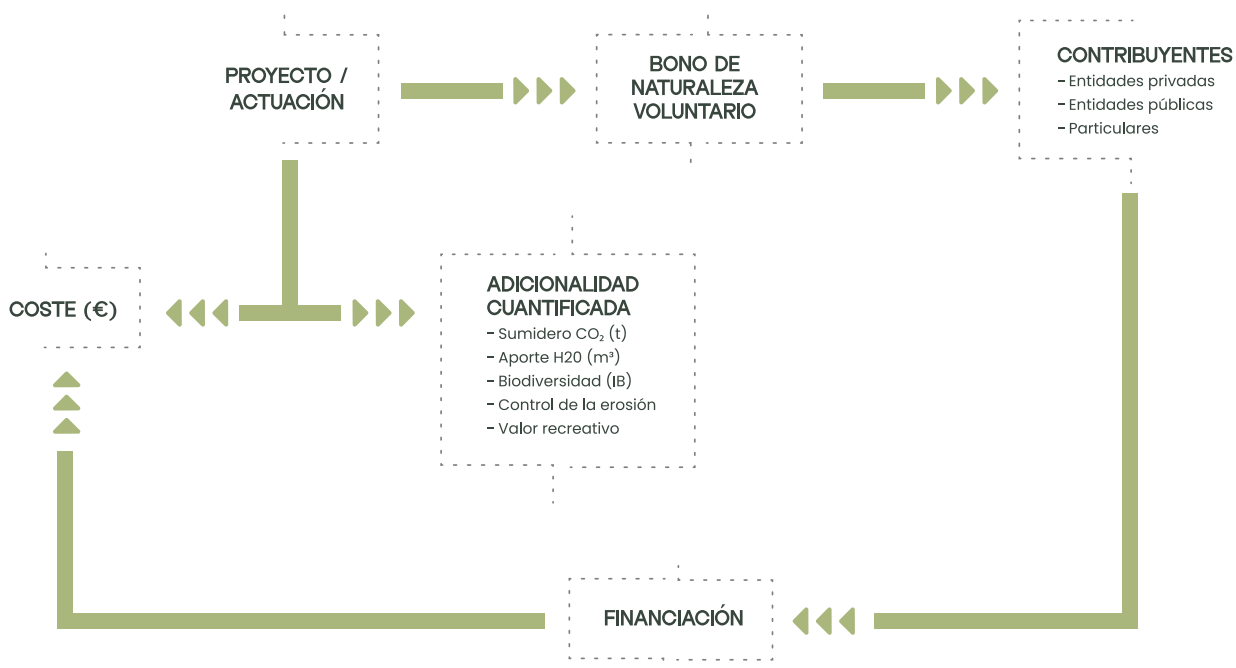
En este sentido, se propone crear como unidad de transacción el "Bono de Naturaleza Voluntario". El hecho de sustituir el término crédito por el de bono se realiza con la intención de rebajar la terminología financiera y que esto sea más atractivo para potenciales compradores, que a día de hoy es más factible que sean particulares de manera altruista. El hecho de sustituir el concepto de biodiversidad por naturaleza se efectúa con el objetivo de ampliar el espectro del bono a todos los servicios ecosistémicos contemplados, ya que el uso de la palabra biodiversidad puede llevar a equivocaciones y simplificaciones de los servicios incluidos.

En lo que se refiere a las variables para establecer las características de los bonos, valor monetario, superficie y número de bonos, se establece como variable fija el valor monetario. La intención es establecer un precio fijo muy asequible (3-5€) para facilitar la viabilidad de las actuaciones a través de los clientes potenciales que, según lo argumentado previamente, a día de hoy serían mayoritariamente aportaciones a título particular. Las otras dos variables, cantidad de bonos emitidos y superficie que engloba cada uno, dependerán de la tipología de la actuación específica.

De esta forma, el coste total que suponga el proyecto concreto determinará el número de bonos necesarios para alcanzar ese presupuesto, y las dimensiones de la actuación definirán la variable de superficie. Dentro del coste total del proyecto, se deben considerar los gastos de gestión y verificación de la plataforma, lo que a su vez también condicionará las dos variables móviles. En lo que respecta a los servicios ambientales, estas acciones generarán una adicionalidad en los servicios propuestos (no necesariamente en todos), la cual se cuantificará en unidades biofísicas. El modelo propuesto se refleja de manera simplificada en la **Figura 14**.

Tras haber diseñado este sistema de pago por servicios ecosistémicos, se realizaron encuestas entre junio y septiembre de 2024 para conocer la voluntad de contribución de particulares a este modelo, con pequeñas aportaciones de no más de 5€. Para ello, se dispusieron carteles con un código QR que derivaba a la encuesta en los establecimientos turísticos, y se contó con la colaboración de una guía turística local para promover la realización de la encuesta en sus actividades.

Los resultados obtenidos fueron bastante satisfactorios, teniendo un 86% de las personas encuestadas voluntad a contribuir con pequeños bonos a la mejora de los servicios ecosistémicos en el entorno. Destacan por sexo el masculino (90%), por edad las personas mayores de 60 años (96%) y por procedencia aquellas personas que provienen de regiones fuera de la Comunidad Autónoma de Aragón (>86%).



**FIGURA 14. FLUJOGRAMA DEL MODELO DE PAGO POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PLANTEADO.**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



# 06

## BIBLIOGRAFÍA

## 06

## BIBLIOGRAFÍA

- Alix-García, J.-M., Shapiro, E. N., & Sims, K. R. E. (2012). Forest conservation and slippage: evidence from Mexico's national payments for ecosystem services program. *Agricultural & Applied Economics*, 88(4), 613-638. doi: 10.3368/le.88.4.613
- Biodiversity Credit Alliance (2024). Definition of a Biodiversity Credit. Issue Paper nº3. 22 pp.
- Boletín Oficial de Aragón (BOA) (2006). BOA nº 29, del 10 de marzo de 2006. DECRETO 51/2006, de 21 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de los Valles, Fago, Aísa y Borau.
- Convention of the Biological Diversity (CBD) (2022). Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity 15/4. Kunming-montreal global biodiversity framework. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>.
- European Environment Agency, Haines-Young R, Potschin-Young M (2018) Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): A Policy Brief. *One Ecosystem* 3: e27108.
- Gobierno de Aragón (2023). Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LAESRPE). Disponible en: [https://www.aragon.es/documents/20127/3566658/LISTADO\\_ESPECIES\\_AMENAZADAS\\_ARAGON\\_2023.xlsx/43c2137f-a34c-5e06-f7d0-730c812f664c?t=1689160184383](https://www.aragon.es/documents/20127/3566658/LISTADO_ESPECIES_AMENAZADAS_ARAGON_2023.xlsx/43c2137f-a34c-5e06-f7d0-730c812f664c?t=1689160184383)
- Gómez-Baggethun (2010). *Ecologizar la economía o economizar la ecología. Controversias teóricas y desafíos prácticos en la valoración de los servicios de los ecosistemas*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Hartig, T., Staats, H. (2006). The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. *Journal of Environmental Psychology* 26: 215-226.
- Hu, H. and Wang, G.G. (2008). Changes in forest biomass carbon storage in the South Carolina Piedmont between 1936 and 2005. *Forest Ecology and Management* 255: 1400-1408. IPCC, 2003. Guía de Buenas Prácticas para las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Disponible en: <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.htm>.
- IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel*

on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

- Maes, J., Paracchini, M.J., Zulian, G. (2011). A European assessment of the provision of ecosystem services. Towards an atlas of ecosystem services. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. EUR 24750 EN – 2011.
- Maes, J., Hauck, J., Paracchini, M.L., Ratamäki, O., Termansen, M. (2012). A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis – phase 2. Synthesis report. PEER Report No 4. Ispra: Partnership for European Environmental Research. Se dice que las áreas naturales son más diversas, las áreas protegidas ayudan a tener más diversidad.
- Millennium Ecosystem Assessment - MEA (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, DC: World Resources Institute.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (2014). Diseño de sistemas privados y políticas públicas de pagos por servicios de los ecosistemas. Madrid. 239 pp.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (2015). Inventario Forestal Nacional. Cuarta edición. Huesca. Gobierno de España.
- Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2015). Inventario Nacional de Erosión de Suelos. Provincia de Huesca. Madrid. 264 pp.
- Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2018). Iniciativa 4 por mil: el carbono orgánico del suelo como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático en España. Madrid. 262 pp.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2021). Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Bogotá. 90pp.
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2008). Valoración de los activos naturales de España. Gobierno de España.
- Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) (2024a). Guía metodológica para la identificación de la Infraestructura Verde en España. Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas. Madrid. 1-201.
- Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) (2024b). Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en las tierras forestales que permanecen como tales. Sistema Español de Inventario de Emisiones. Metodologías de estimación de emisiones. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/4a1-csc-lb-lulucf\\_tcm30-449613.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/4a1-csc-lb-lulucf_tcm30-449613.pdf)
- Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) (2024c). Informe de

Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. España, Informe Inventarios GEI 1990–2022 (Edición 2024). 912 pp.

- MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R.; MUÑOZ M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. Monografías INIA. Serie forestal nº 13. Madrid, 270 pp.
- Natural Capital Coalition (2016). "Natural Capital Protocol". (Online) Available at: [www.naturalcapitalcoalition.org/protocol](http://www.naturalcapitalcoalition.org/protocol)
- Pennock, D. (2019). Soil Erosion: the greatest challenge for sustainable soil management. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Santos-Martín, F., Zorrilla-Miras, P., Palomo, I., Montes, C., Benayas, J., Maes, J. (2019). Protecting nature is necessary but not sufficient for conserving ecosystem services: A comprehensive assessment along a gradient of land-use intensity in Spain. *Ecosystem Services* 35: 43–51.
- Terrassos (2022). PROTOCOLO PARA LA EMISIÓN DE CRÉDITOS DE BIODIVERSIDAD VOLUNTARIOS, Versión 3.0. Disponible en: <https://www.terrasos.co/wp-content/uploads/20-protocolo-para-la-emision-de-creditos-de-biodiversidad-voluntarios-beta-espanol.pdf>
- United Nations (2021). System of Environmental Economic Accounting – Ecosystem Accounting. Disponible en <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.
- Willemen, L., Verburg, P.H., Hein, L., van Mensvoort, M.E.F. (2008). Spatial characterization of landscape functions. *Landscape and Urban Planning* 88: 34–43.
- Woodbury, P.B., Smith, J.E., Heath, L.S. (2007). Carbon sequestration in the U.S. forest sector from 1990 to 2010. *Forest Ecol. Manage.* 241: 14–27.
- World Economic Forum (2023). Biodiversity Credits: Demand Analysis and Market Outlook. 45 pp. Disponible en: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_2023\\_Biodiversity\\_Credits\\_Demand\\_Analysis\\_and\\_Market\\_Outlook.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_2023_Biodiversity_Credits_Demand_Analysis_and_Market_Outlook.pdf)
- Wunder, S. (2005). Payments for environmental services: some nuts and bolt. Occasional paper, 42. Cifor, Bogor.



**06**

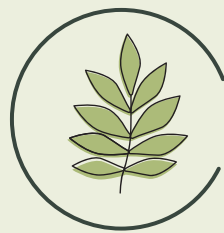
**ANEXO I – VALORACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE  
LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (CDB)**

Espece	Biotipo	Grado de amenaza regional	Papel ecológico	Información	Índice CDB
<b><i>Aconitum variegatum</i> ssp. <i>Pyrenaicum</i> (endémica)</b>	Geófito rizomatoso	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Allium pyrenaicum</i> (endémica)</b>	Geófito bulboso	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	6
<b><i>Buxbaumia viridis</i></b>	Briófito	EN: en peligro (5)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	7
<b><i>Callitriche palustris</i></b>	Terófito (hidrófito radicante)	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Lathyrus vivantii</i> (endémica)</b>	Geófito rizomatoso	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	6
<b><i>Orchis simia</i></b>	Geófito bulboso	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Orobanche laserpitii-sileris</i></b>	Terófito parásito	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Orthotrichum rogeri</i></b>	Briófito	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Saxifraga aretioides</i> (endémica)</b>	Caméfito pulvinular	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Saxifraga intricata</i> (endémica)</b>	Caméfito pulvinular	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Thalictrum macrocarpum</i> (endémica)</b>	Hemicriptófito escaposo	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Austropotamobius italicus</i></b>	Artrópodo crustáceo	EN: en peligro (5)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	7
<b><i>Agriades pyrenaicus</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Bombus mendax</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5

Especie	Biotipo	Grado de amenaza regional	Papel ecológico	Información	Índice CDB
<b><i>Carabus pyrenaicus</i></b> (endémica)	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Cerambyx cerdo</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Coenagrion caerulescens</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Erebia gorgone</i></b> (endémica)	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Eriogaster catax</i></b>	Artrópodo insecto	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	7
<b><i>Euplagia quadripunctaria</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Gnorimus variabilis</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Graellsia isabellae</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Lucanus cervus</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Parnassius apollo</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Parnassius mnemosyne</i></b>	Artrópodo insecto	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	7
<b><i>Phengaris alcon</i></b>	Artrópodo insecto	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	7
<b><i>Phengaris arion</i></b>	Artrópodo insecto	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	7
<b><i>Rosalia alpina</i></b>	Artrópodo insecto	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Alytes almogavarii</i></b>	Anfibio	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	7
<b><i>Bufo spinosus</i></b>	Anfibio	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Pelophylax perezi</i></b>	Anfibio	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6

Especie	Biotipo	Grado de amenaza regional	Papel ecológico	Información	Índice CDB
<b><i>Rana pyrenaica</i></b>	Anfibio	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Estimas totales periódicas (2)	9
<b><i>Salamandra salamandra</i></b>	Anfibio	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Aegolius funereus</i></b>	Ave	VU: vulnerable (4)	Especie clave (2)	Censos totales periódicos (3)	9
<b><i>Chloris chloris</i></b>	Ave	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Circus cyaneus</i></b>	Ave	NT: Casi amenazada (3)	Especie clave (2)	Revisión de trabajos parciales (1)	6
<b><i>Corvus corax</i></b>	Ave	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Dendrocopos leucotos</i></b>	Ave	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Estimas totales periódicas (2)	9
<b><i>Gypaetus barbatus</i></b>	Ave	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Seguimientos periódicos y detallados (4)	11
<b><i>Lagopus muta</i></b>	Ave	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	7
<b><i>Linaria cannabina</i></b>	Ave	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Milvus milvus</i></b>	Ave	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Estimas totales periódicas (2)	
<b><i>Neophron percnopterus</i></b>	Ave	VU: vulnerable (4)	Especie clave (2)	Estimas totales periódicas (2)	8
<b><i>Perdix perdix</i></b>	Ave	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Tetrao urogallus</i></b>	Ave	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Censos totales periódicos (3)	10
<b><i>Arvicola sapidus</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Chionomys nivalis</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Crocidura russula</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Erinaceus europaeus</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5

Especie	Biotipo	Grado de amenaza regional	Papel ecológico	Información	Índice CDB
<b><i>Galemys pyrenaicus</i></b>	Mamífero	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Censos totales periódicos (3)	10
<b><i>Genetta genetta</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Especie clave (2)	Revisión de trabajos parciales (1)	6
<b><i>Glis glis</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Lutra lutra</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Especie clave (2)	Censos totales periódicos (3)	8
<b><i>Martes foina</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Martes Martes</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Meles meles</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Estimas totales periódicas (2)	6
<b><i>Mustela lutreola</i></b>	Mamífero	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Censos totales periódicos (3)	10
<b><i>Mustela putorius</i></b>	Mamífero	VU: vulnerable (4)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	6
<b><i>Neomys fodiens</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Neomys anomalus</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Rhinolophus euryale</i></b>	Mamífero	VU: vulnerable (4)	Especie clave (2)	Estimas totales periódicas (2)	8
<b><i>Rhinolophus hipposideros</i></b>	Mamífero	VU: vulnerable (4)	Especie clave (2)	Revisión de trabajos parciales (1)	7
<b><i>Sorex minutus</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Sorex coronatus</i></b>	Mamífero	NT: Casi amenazada (3)	Resto (1)	Revisión de trabajos parciales (1)	5
<b><i>Ursus arctos</i></b>	Mamífero	EN: en peligro (5)	Especie clave (2)	Seguimientos periódicos y detallados (4)	11
<b><i>Vipera aspis</i></b>	Reptil	NT: Casi amenazada (3)	Especie clave (2)	Revisión de trabajos parciales (1)	6
<b><i>Achondrostoma arcasii</i></b>	Pez	VU: vulnerable (4)	Especie clave (2)	Revisión de trabajos parciales (1)	7
<b><i>Barbus haasi</i></b>	Pez	NT: Casi amenazada (3)	Especie clave (2)	Revisión de trabajos parciales (1)	6



# BioPirineo



VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO  
MINISTERIO  
DE LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



BioPirineo

BioPirineo cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.