



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal
basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes**

**ANÁLISIS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE
LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL
TÉRMINO MUNICIPAL DE AMPUDIA
(PALENCIA)**

MEMORIA

Alumno: Jorge López Fernández

**Tutor: Carlos Emilio del Peso Taranco
Cotutor: Almudena Ramos Gómez**

Junio 2019

MEMORIA

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1.1. Servicios Ecosistémicos	5
1.2. Ecosistemas productores de Servicios Ecosistémicos	6
1.3. Antecedentes.....	8
MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO.....	10
OBJETIVOS.....	11
MATERIAL Y MÉTODOS	12
1.4. Material	12
Medio físico.....	12
Medio socioeconómico	16
1.5. Metodología.....	18
RESULTADOS	59
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	74

INTRODUCCIÓN

Desde hace millones de años los seres vivos formamos parte del gran ecosistema que transformamos a partir de nuestras necesidades y preferencias para mantener una existencia en él. Un ecosistema es una combinación compleja y dinámica de plantas, animales, microorganismos y el entorno natural, que existen juntos como una unidad y que dependen unos de otros.

Los seres humanos obtenemos numerosos beneficios de los sistemas naturales que nos rodean, así como de la biodiversidad que estos albergan. Hemos transformado algunos de ellos en sistemas de producción intensiva de bienes; por ejemplo, bosques productores de madera, montes orientados a la producción micológica o pastizales naturales y otros han sido convertidos en sistemas agropecuarios para la producción de alimentos (agricultura y ganadería).

Estos cambios modifican la capacidad que tienen los ecosistemas para brindar otros beneficios de los cuales no siempre están reflejados en vista general de la sociedad (*Figura 1*); hemos intercambiado la elevada contribución de los bosques a la regulación del clima o al control de la erosión por la reducida contribución que hacen los sistemas agropecuarios. Así, en la búsqueda de satisfacer nuestras necesidades hemos minado la capacidad que tienen los sistemas naturales para mejorar la calidad de nuestras vidas. El balance es complejo: hemos privilegiado la posibilidad de obtener ciertos tipos de beneficios a costa de otros; hemos favorecido la satisfacción a corto plazo a costa de aquellos a mediano y largo plazo, así como enfatizado la obtención de bienes en nuestro entorno inmediato a costa de consecuencias en nuestro alrededor (Bennet y Balbanera, 2007; Caceres et al., 2007; Wunder et al., 2007).



Figura 1: Efecto sinérgico de los impulsores indirectos y directos de los cambios en los ecosistemas afectan al flujo de servicios que generan los ecosistemas, afectando esto a su vez al bienestar humano en diferentes escalas de espacio y tiempo. Sitúa bienestar humano en el foco central de la evaluación y todos sus componentes se dirigen a ese punto. FUENTE: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003.

Muchos de esos bienes y servicios que la naturaleza nos aporta han sido siempre de libre disposición (*bien público puro*), sin estar sujetos a mercados ni a precios, de manera que su auténtico valor a largo plazo no se incluye en las estimaciones económicas de la sociedad.

La salud y bienestar de los montes y ecosistemas naturales es un tema de gran preocupación en las últimas décadas. La creciente industrialización, éxodo rural y urbanización, así como el desapego de la sociedad hacia el mundo rural, está originando un abandono y pérdida del valor de muchos ecosistemas, entre ellos el sistema forestal.

El deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos (SE, de aquí en adelante) que proporciona el medio ambiente se puede relacionar con el crecimiento de las ciudades que carecen de modelos de ocupación regulados y coherentes con la funcionalidad ecosistémica. Ocupaciones que transforman la estructura ecológica principal (EEP) de los territorios y afectan la sustentabilidad de estos (Montero y García, 2017). Esto en concordancia con lo afirmado por Quintero, Castro, Garcés y Escobar (2017), quienes indican que la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos contribuyen directa o indirectamente al detrimento de aspectos del

bienestar humano como la salud y la seguridad alimentaria, incrementado la vulnerabilidad y riesgo de las ciudades (*Figura 2*).

Vínculos entre cambio climático y salud humana

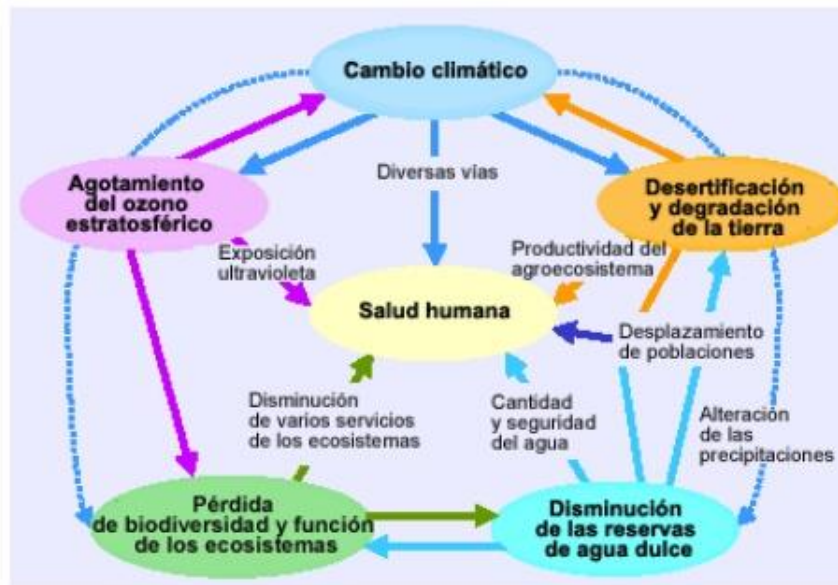


Figura 2: Influencia de los Servicios Ecosistémicos en la salud humana. FUENTE: Organización Mundial de la Salud- <https://www.who.int>

Esto ha producido un descenso en el valor de nuestros montes y ecosistemas como fuente de materias primas y de lugar para vivir, así como ha aumentado el valor como bien cultural (observación de aves, ecoturismo, trekking, etc.) de tipo temporal y vacacional. De ahí la importancia de definir como contribuyen los ecosistemas naturales a la provisión de bienes y servicios a la sociedad moderna.

Muchas organizaciones y administraciones públicas a nivel nacional y regional han tratado de evaluar la influencia de los servicios ecosistémicos en los últimos años (Chan et al., 2006; Raymond et al., 2009; Grêt-Regamey y Kytzia 2007; Serrat-Capdevila et al., 2009; Maynard et al., 2009), con el afán de evitar la pérdida de bienes y servicios generados por el medio ambiente sin mercado económico real.

El concepto de servicio ecosistémico empezó a conocerse a principios de los años 80, y posteriormente durante los años 90 este concepto ha sido introducido en el debate

científico debido a los múltiples autores que lo aplicaban a través de diferentes perspectivas de análisis (Rodríguez et al., 2006).

La perspectiva ambiental y conocimiento de los procesos e insumos que benefician o perjudican al ser humano y con ello al medio ambiente es una de las motivaciones de conocimiento que han impulsado a la investigación de los SE. Uno de los principales objetivos fue la integración de este conocimiento en la toma de decisiones políticas. Con ello se pretende evitar impactos y las consecuencias negativas sobre diferentes componentes ecosistémicos y sistemas económicos, analizando la construcción de escenarios futuros que permitan delimitar rangos de conservación y sostenibilidad.

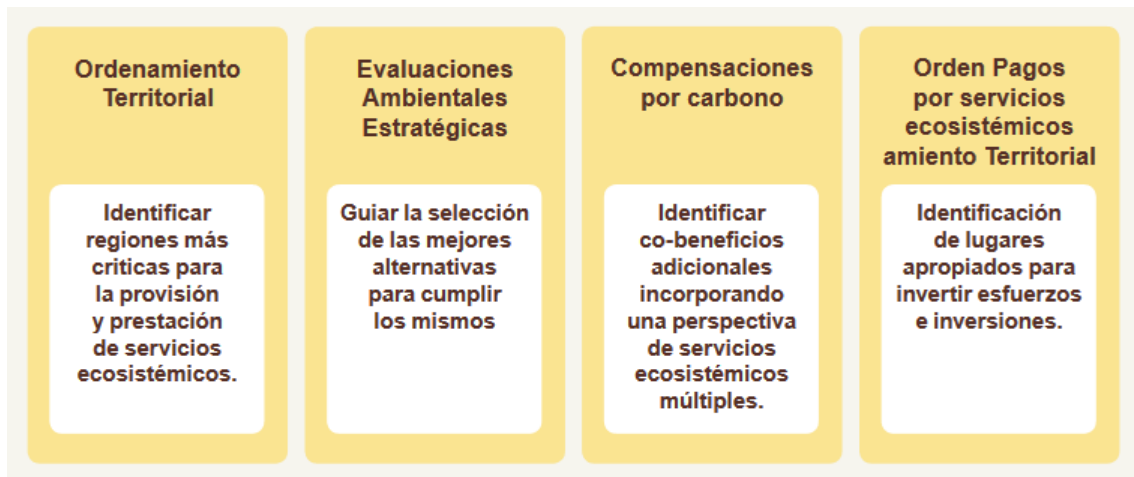


Figura 3: Distintos usos del enfoque sobre servicios ecosistémicos para la toma de decisiones en la gestión del territorio. FUENTE: WWF, 2014

En España se han desarrollado estudios de evaluación y cuantificación de los servicios ecosistémicos por grandes regiones, unidades ecosistémicas singulares tales como humedales o restauraciones forestales pero muy pocas o ninguna a escala local, con integración de las todas las unidades presentes en un municipio.

Los terrenos mediterráneos de la Península Ibérica se caracterizan por la multifuncionalidad en bienes y servicios que aportan, no solo al ser humano sino a la fauna y flora que viven en ellos. Es de vital importancia visualizar y valorar todos los servicios ecosistémicos que el medio ambiente aporta, ya que sin ellos la vida no sería posible.

Cuando se habla de economía del medio ambiente o de economía ambiental, se expresa la voluntad cierta de llevar el análisis económico y valorar monetariamente los recursos y servicios. La economía ambiental aborda los problemas de gestión de la naturaleza como externalidades a valorar desde el instrumental analítico de la economía, que razona en términos de precios, costes y beneficios reales o simulados.

El origen de la valoración medioambiental es la falta de precios de algunos recursos naturales, por lo que dar valores monetarios a las externalidades medioambientales y

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

recursos no renovables es uno de los mayores desafíos. Con la valoración económica de los SE se pretende incluir el análisis coste–beneficio como una herramienta más para decidir sobre la rentabilidad de su eliminación o conservación.

La razón por la que se usa el dinero a la hora de medir radica en que todos expresamos nuestras preferencias día a día en esos términos: al comprar bienes expresamos nuestra disposición a pagar intercambiando dinero por bienes y, en cambio, nuestra disposición a pagar debe reflejar nuestras preferencias.

Actualmente hay SE que cuentan con un mercado directo, como son la madera o los productos micológicos. Sin embargo, la mayoría de los bienes y servicios que aportan los ecosistemas naturales, al ser un bien público puro, carecen de mercado, por lo cual obliga a recurrir a valoraciones de costes evitados, precios hedónicos, etc.

1.1. Servicios Ecosistémicos

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) define los “Servicios Ecosistémicos” como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Esos beneficios pueden ser de dos tipos: directos e indirectos. A su vez hace una clasificación de los Servicios aportados según la naturaleza de cada uno, la cual se muestra a continuación:

- Servicios de provisión, también llamados bienes: son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, el suministro de alimentos, agua, fibras, madera y combustibles.
- Servicios de regulación: son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, por ejemplo, la regulación de la calidad del aire y la fertilidad de los suelos, el control de las inundaciones y las enfermedades y la polinización de los cultivos.
- Servicios culturales: que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos, por ejemplo, la fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas y las obras de ingeniería, la identidad cultural y el bienestar espiritual.
- Servicios de apoyo: son necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos, por ejemplo, ofreciendo espacios en los que viven las plantas y los animales, permitiendo la diversidad de especies y manteniendo la diversidad genética.

Hoy en día la cuantificación y definición de los servicios ecosistémicos es una tarea de vital importancia que la sociedad debe de llevar a cabo para poner en valor el medio natural frente al medio urbano, es especial los terrenos forestales de mayor provisión de servicios.

Además, dos nuevos términos son necesarios conocer para una correcta valoración e identificación de los SE que ofrecen los diferentes ecosistemas. El primer término, es

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Función Ecosistémica (FE, de aquí en adelante). Se definen las funciones ecosistémicas como los procesos biológicos, geoquímicos y físicos que tienen lugar en un ecosistema y producen un servicio, y servicios ecosistémicos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (modificado de Maynard et al., 2010). Por último, para este trabajo y siguiendo la metodología de definición de Maynard et al. (2010), se definen las Unidades Ecosistemas (UE de aquí en adelante) como terrenos cuyas características físicas, químicas y biológicas son homogéneas. Este estudio se basará sobre todo en la definición de las UE a través de los factores biológicos (fauna y flora) con el fin de conocer la influencia de las diferentes formaciones vegetales en el término municipal de Ampudia.

1.2. Ecosistemas productores de Servicios Ecosistémicos

Los ecosistemas naturales sustentan las actividades y la vida de los seres humanos. Los bienes y servicios que proporcionan son vitales para el bienestar y el desarrollo económico y social de la sociedad asegurando un futuro sostenible. Los ecosistemas proporcionan beneficios tales como alimentos, agua o madera, depuración del aire, formación del suelo, polinización, actividades de ocio y disfrute, etc. (MEA, 2005). Pese a ello, las actividades humanas están deteriorando y alterando la capacidad de los ecosistemas sanos de suministrar esta amplia gama de bienes y servicios.

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana, en gran parte para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimento, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esto ha generado una pérdida considerable y en gran medida irreversible de la diversidad de la vida sobre la Tierra.

De ahí viene la importancia de conocer los principales ecosistemas productores de servicios y bienes, con el fin de preservar y en la medida de lo posible fomentar la expansión de aquellos que más aporten al beneficio de la sociedad y conservación del medio ambiente. Según estudios a nivel nacional e internacional, las unidades ecosistémicas que más SE aportan son aquellas que poseen una estructura vegetal arbolada de especies autóctonas (Ding y Nunes, 2014; Martín-López et al., 2012; Costanza, R. et al., 1997; MEA, 2005). Los ecosistemas españoles sirven una cantidad de servicios y bienes a la población muy variada, desde la regulación de procesos hasta el soporte de actividades tanto industriales como de ocio y disfrute. Los SE que mayor percepción tienen por parte de la sociedad española son aquellos pertenecientes a los grupos de regulación seguido por los culturales (Santos-Martín et al., 2013; Martín-López et al., 2012) (*Tabla 1*).

Tabla 1: Importancia social de los servicios de los ecosistemas en España en porcentaje sobre la percepción total de la población encuestada a través de los servicios que más percibían como prioritarios a través de varias respuestas (EME tomado de Martín-López et al., 2012).

Servicios	%
Agricultura	26,8
Ganadería	23,3
Pesca	21,4
Producción forestales	12,7
Regulación Micro climática	31,7
Purificación aire	45
Regulación agua	38,4
Formación del suelo	27,8
Turismo naturaleza	41,2
Valores estéticos	17,9
Educación ambiental	26,8
LEK	27
Caza recreativa	10,6
Valor existencia	42

Esta percepción de los SE por la sociedad difiere de la que en el pasado las personas tenían, debido principalmente a la investigación ambiental de los últimos años y una mayor preocupación por parte de la sociedad de conservar los recursos naturales y evitar la degradación del planeta.

Los principales ecosistemas españoles son divididos en terrestres y acuáticos son: Alta montaña, Bosque Atlántico, Bosque Mediterráneo, Desierto, Estepa, Laurisilva, Agroecosistemas, Humedales, Ríos, Lagos y Zonas marinas. En este trabajo final de master, dada la escala local en la que se centra, todo el territorio pertenece a tres grandes ecosistemas principales: Bosque mediterráneo, Agroecosistemas y Humedales.

En España, con el fin de conocer y visualizar los diferentes ecosistemas nacionales y dar un servicio general a los usuarios del sector medioambiental y por extensión del forestal, se ha desarrollado el Mapa Forestal de España (MFE) cuya cartografía básica que recoge la distribución de los ecosistemas forestales españoles ampliamente definidos (estructura vegetal, especie principal, etc.) así como meramente descriptivos otras unidades agrícolas, urbanas, etc. (*Figura 4*).



Figura 4: Distribución de las superficies según la tipología general del Mapa Forestal Español. FUENTE: MFES0

Este servicio, con la aportación de información sobre tipología de masas arboladas, desarboladas y especie permite afinar en la división de las unidades medioambientales y con ello definir los SE aportados. Así, un mismo bosque mediterráneo de encinar-quejigar no produce los mismos SE que un pinar de piñonero u matorral xerófilo. Este punto de partida es de gran ayuda a la hora de valorar eficientemente los bienes y servicios que dan los bosques, praderas y lagunas que hay en un territorio y por extensión la definición de las Unidades Ecosistémicas (UE) en las que se ha basado el análisis de cada SE.

1.3. Antecedentes

La investigación sobre la importancia de los procesos fisicoquímicos y de los bienes y servicios que los ecosistemas dan a la sociedad no fueron tratados hasta finales del siglo pasado. El principal informe llevado a cabo ha sido de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, auspiciado por Naciones Unidas a principios de siglo cuya escala espacial se centró a nivel mundial. Este programa científico constituye el mayor esfuerzo internacional llevado a cabo para evaluar el estado y tendencias de los ecosistemas del planeta y analizar las consecuencias de sus cambios sobre el bienestar humano. Los resultados muestran la importancia que tienen la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano y destacan la urgencia de adoptar las políticas y medidas adecuadas para detener la degradación de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas.

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

En España, siguiendo la iniciativa de Naciones Unidas, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España fue un proyecto interdisciplinar impulsado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente con la Universidad Autónoma de Madrid que pretende proporcionar información científica validada sobre el estado y las tendencias de los servicios de los ecosistemas españoles y sobre la relevancia que éstos tienen para el bienestar de la sociedad española. Entre la valoración y análisis realizados incluyen servicios de abastecimiento (alimentos, agua, materias primas, acervo genético, etc.), servicios de regulación (hídrica, climática, de la calidad del aire, del control de la erosión, etc.) y servicios culturales (identidad cultural, conocimiento ecológico local, turismo de naturaleza o la educación ambiental).

A nivel más local y por otras entidades investigadoras, principalmente universidades y consejerías de las distintas comunidades autónomas, se han llevado a cabo informes y estudio para conocer como afectan la provisión de los distintos SE de los bosques y terrenos del medio ambiente. Gran parte de los esfuerzos en estudiar estos temas, se han llevado a cabo en Andalucía (*Figura 5*). Uno de los estudios mas pioneros fue la “Valoración de vienes y servicios ambientales de las dehesas”.

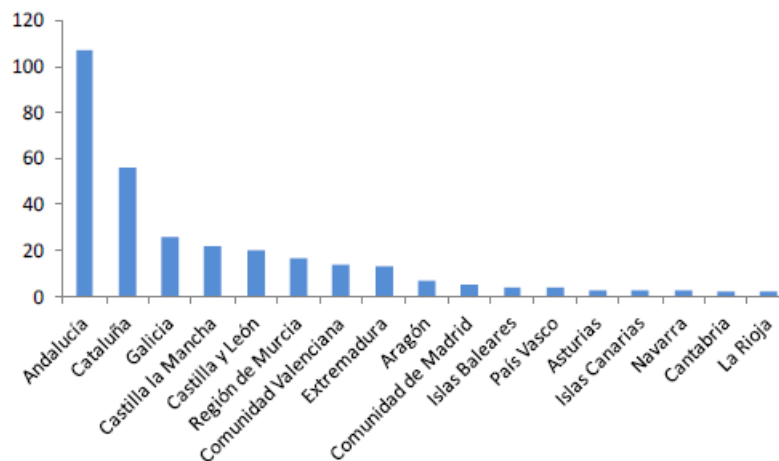


Figura 5: Numero de estudios realizados por Comunidad Autónoma de la temática de Servicios Ecosistémicos y Bienes ambientales. FUENTE: EME, 2014

Desde entonces se han llevado a cabo estudios orientados a la valoración ambiental y económica de los SE así como el desarrollo de Pagos por Servicios Ambientales por todo el territorio español sobre todo a nivel forestal (Onaindia et al., 2018; Rocés-Díaz et al., 2018; Oleagordia et al., 2016; Quintas-Soriano et al., 2016; De-la-Cruz et al., 2015; Martín-López et al., 2011; Russi et al., 2011).

Aunque hay gran cantidad de información sobre los SE, mayormente generada en los últimos años, muy pocos estudios han sido capaces de sintetizar las diferentes relaciones de las FE y los SE aportados, sino que se han basado en obras o unidades concretas (Oleagordia et al., 2016) o en mapear las valoraciones relativas (ponderaciones sociales) de la importancia como beneficios para el ser humano (Maynard et al., 2010).

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO

Los estudios sobre SE llevados a cabo hasta el momento se han centrado en evaluar la contribución absoluta o relativa de las funciones y bienes prestados por los ecosistemas a escalas mayormente regionales y estatales. Esto produce un sesgo en la contribución real entre las diferentes zonas que abarca la zona de estudio, lo que lleva a que no se le tome en serio, en ocasiones, por los gestores locales del medio natural. Bajo esa premisa, este estudio pretende llevar a cabo un análisis y valoración de los SE presentes en el municipio palentino de Ampudia, de manera que los gestores locales, tengan datos propios de su zona con la que decidir su manejo y gestión.

La zona del presente estudio es el término municipal de Ampudia, situado en la zona sur de Palencia (España). Es una zona de transición con zonas agrícolas y forestales mediterráneas, con importantes zonas de provisión de materias primas, alimento y de regulación de procesos fisicoquímicos. Hay que destacar que Ampudia, tiene una riqueza forestal de alto valor ecológico y que actualmente no se está explotando en toda su potencialidad a nivel económico ni social por falta de interés de la población. Gracias a las repoblaciones de laderas de los años 70 en las zonas de Valladolid y Palencia, el municipio cuenta con masas arboladas, entre otras, que lejos de producir grandes cantidades de dinero están llevando a cabo una función protectora y de regulación de vital importancia.

El problema de uso y valorización radica en la poca visualización que tiene la población de los SE aportados por el municipio, desde la depuración de las aguas hasta la producción de bellotas e insumos alimenticios. Con el estudio actual, se busca valorar económicamente los principales SE presentes, de manera que la visualización de los bienes y servicios poco visualizados por falta de mercado, sean tomados en cuenta por la sociedad.

OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio es conocer la valoración y contribución económica absoluta que tienen los SE aportados por las formaciones vegetales del municipio de Ampudia (Palencia). Esto implica la obtención de estimaciones objetivas de las unidades monetarias (€) que cada unidad ecosistémica aporta directa o indirectamente al municipio potencialmente (sea aprovechada o no). Los objetivos secundarios del estudio se resumen a continuación:

- Implementar una metodología aplicada a la zona de estudio que sea capaz de comparar, principalmente la aportación de SE para las formaciones vegetales presentes en el término municipal, bajo criterio y cuantificación económica.
- Identificar y visualizar los SE presentes en el municipio y relacionarlos con las unidades ecosistémicas o de vegetación que lo proveen.
- Informar a la población y los actores principales en la ordenación del territorio de las ventajas e inconvenientes en el cambio de usos del suelo y su afección con la provisión de SE.
- Puesta en valor de los SE catalogados como “bienes públicos puros”, de manera que se valore bajo criterios monetarios los procesos fisicoquímicos del medioambiente que aporta los terrenos del término municipal de estudio (Regulación de las aguas, erosión, almacenamiento de carbono, etc.).
- Destacar y sintetizar la importancia de los sistemas forestales, como ecosistemas fundamentales de servicios ecosistémicos de provisión, regulación, cultural y de apoyo, en sus múltiples funciones y procesos ecológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

1.4. Material

Medio físico

Ampudia es un municipio de la comarca de Tierra de Campos perteneciente a la provincia de Palencia, en la comunidad autónoma de Castilla y León, España ($41^{\circ}54'54''N$ $4^{\circ}46'45''O$) (Figura 6, 7 y 8).

El municipio delimita al norte con los municipios de Torremormojón (PA), Villerías de Campos (PA) y Pedraza del Campo (PA); al este con Santa Cecilia del Alcor (PA), Quintanilla de Trigueros (VA) y Trigueros del Valle (VA); al sur con los municipios de Corcos del Valle y Cigales (VA); y al oeste con Villalba de los Alcores (VA).

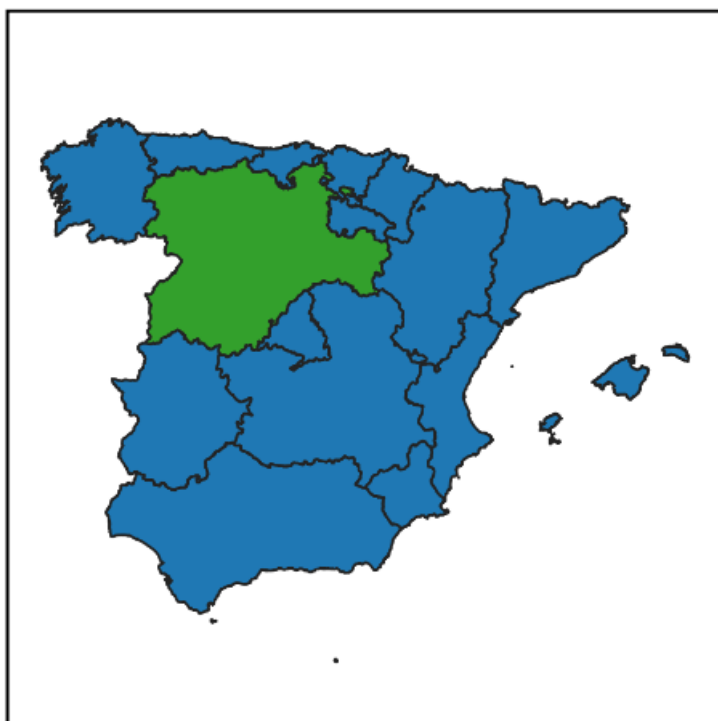


Figura 6: Localización de la Comunidad Autónoma de Castilla y León en España. FUENTE: Elaboración propia

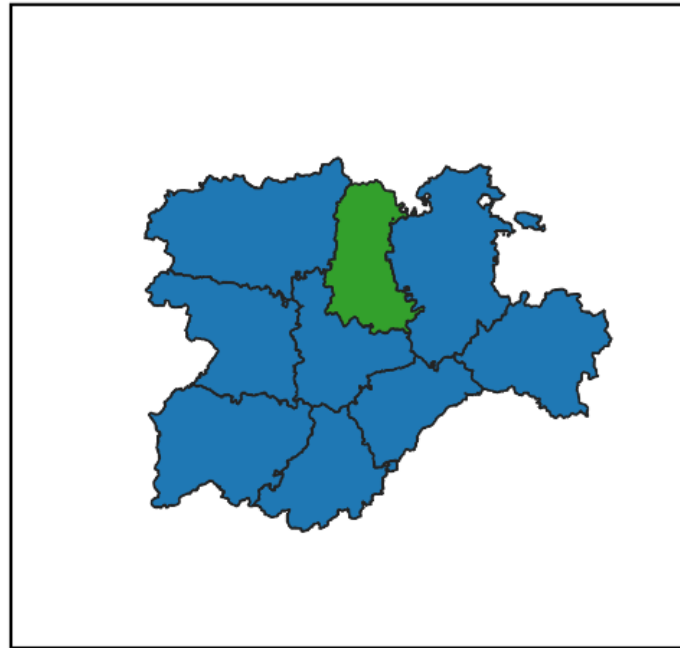


Figura 7: Localización de la provincia de Palencia en Comunidad Autónoma de Castilla y León. FUENTE: Elaboración propia

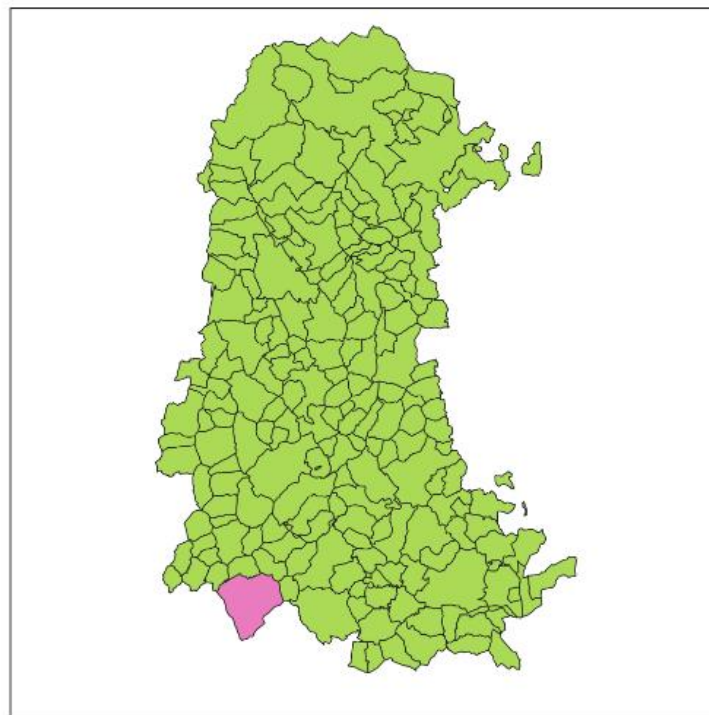


Figura 8: Localización del municipio de Ampudia en la provincia de Palencia. Se observa en rosa (zona sur del croquis) quedando los demás municipios de la provincia en verde. FUENTE: Elaboración propia.

Se extiende a lo largo de 137,17 km² (sexto término más grande de Palencia) en la zona sur de la provincia palentina, delimitando con la provincia de Valladolid, con terrenos principalmente agrícolas y forestales de naturaleza calcárea, pudiéndose observar tres sectores claramente diferenciados: uno al noroeste, propio de los paisajes y zonas de Tierra de Campos; otro al sur dominado por el páramo y otro al noreste caracterizado por las laderas calizas del Cerrato palentino, con las repoblaciones de coníferas.

Litología y Topografía

El término municipal de Ampudia se caracteriza por la predominancia de los materiales de naturaleza calcárea, fundamentalmente calizas y margas, con pequeñas extensiones de yesos y dolomías en las zonas de laderas y paramos, y aparición de niveles de areniscas, conglomerados y arcillas típicos de la facies wealdica en las zonas aledañas a Tierra de Campos.

Gran parte del municipio corresponde a la zona de transición entre Tierra de Campos y los Montes Torozos, donde abunda el matorral salpicado por pastizales y tierras de labor. En la comarca predomina el uso del territorio cerealista, con matorral en las laderas de los valles fluviales y llanuras.

Climatología

El clima de la zona es de carácter continental mediterráneo, típico de las penillanuras de la depresión del Duero, con veranos secos y cálidos e inviernos lluviosos y fríos. El clima es suave, y generalmente cálido en verano y frío en invierno (*Tabla 2 y Figura 9*). El periodo estiva se caracteriza por una época de bajas precipitaciones (menos de 20 mm por mes), siendo la época más lluviosa la primavera y finales de otoño. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Cfb. La temperatura media anual en Ampudia se encuentra a 11.8 °C. En un año, la precipitación anual es 443 mm.

Tabla 2: Tabla de datos de temperatura media, máxima y mínima, así como de la precipitación para cada mes del municipio de Ampudia. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos climáticos de es.climate-data.org

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Temperatura media (°C)	3,2	4,6	7,8	10,0	13,4	17,8	20,7	20,4	17,4	12,0	8,4	5,8	11,8
Temperatura min. (°C)	-0,7	-0,3	2,8	4,1	7,3	10,8	12,7	13,1	10,5	6,2	3,7	2,1	6,0
Temperatura máx. (°C)	7,1	9,5	12,9	16,0	19,5	24,8	28,7	27,8	24,3	17,9	13,2	9,6	17,6
Precipitación (mm)	38	34	34	42	50	40	18	17	29	44	51	46	443

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

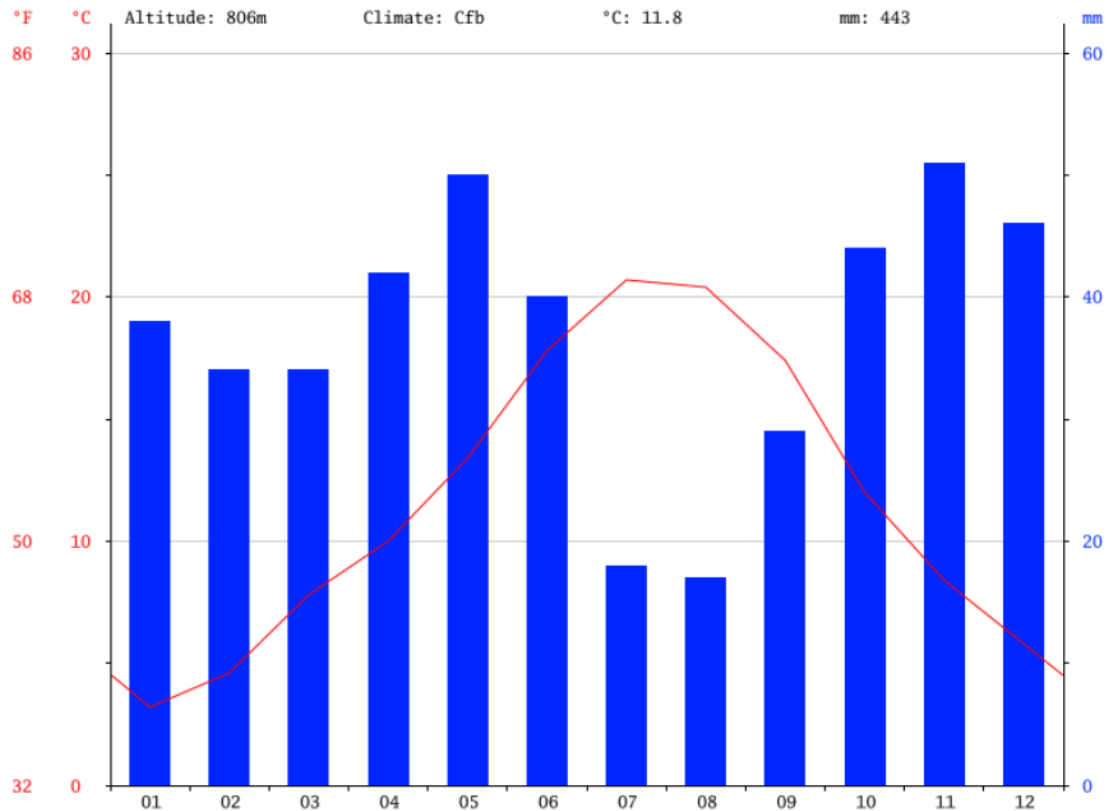


Figura 9: Climograma ombrotérmico del municipio de Ampudia. FUENTE: es.climate-data.org

La temperatura media del mes más caluroso del municipio es de 20,7 ° C, siendo julio es el mes más caluroso del año y enero con una temperatura promedio más baja de 3,2 ° C.

Hidrológicamente, la unidad se caracteriza por estar atravesada por varios arroyos de captación directa de las laderas y los páramos que lo circundan. Son característicos los relieves kársticos, donde la acción erosiva ha dado lugar a las típicas formas de hongo como testigos de un anterior nivel de erosión, los cuales forman los páramos tan icónicos del Cerrato y de parte del municipio.

Flora y Fauna

La vegetación natural ha quedado relegada a las zonas con peores condiciones topográficas y edáficas, Los bosques dominantes corresponden a quejigos (*Quercus faginea*) y encinas (*Quercus ilex subsp. ballota*), y las aulagas (*Genista scorpius*) son el matorral más abundante tras el abandono. Además, existe un estimable porcentaje de suelo repoblado con diversas especies de pinos, principalmente de carrasco y piñonero.

La mayor parte del territorio está dominado por cultivos de secano, llegando estos hasta las zonas mas pedregosas del páramo. Las especies principales que se cultivan en la zona son la avena trigo y algo de centeno, aunque también existen parcelas cultivadas de alfalfa, girasol y guisante.

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

La fauna de la zona corresponde principalmente a especies de distribución mediterránea. La zona de estudio presenta poblaciones estables de ungulados forestales como el jabalí y el corzo, además de otras especies de mamíferos como el zorro, ratones, musarañas o topillos.

Además, posee una variedad ornitológica de interés, sobre todo de aves esteparias y algunas acuáticas de interés por su cercanía a la Laguna de la Nave (Palencia).

Medio socioeconómico

Demografía

Al igual que la mayoría de los núcleos rurales distribuidos por la cuenca sedimentaria de la Submeseta Norte del Duero, el municipio de Ampudia así como su pedanía, Valoria de Alcor, están en un periodo de mantenimiento-decrecimiento de su densidad poblacional debido al éxodo rural originado en los años 50. Además, una masculinización de las zonas rurales ha contribuido al descenso poblacional de toda la zona a favor de la migración a los grandes núcleos de población (*Tabla 3*). Su población actual es de 621 personas censadas con datos del 2018 (*Figura 10*). En la siguiente gráfica podemos observar la evolución demográfica del municipio.

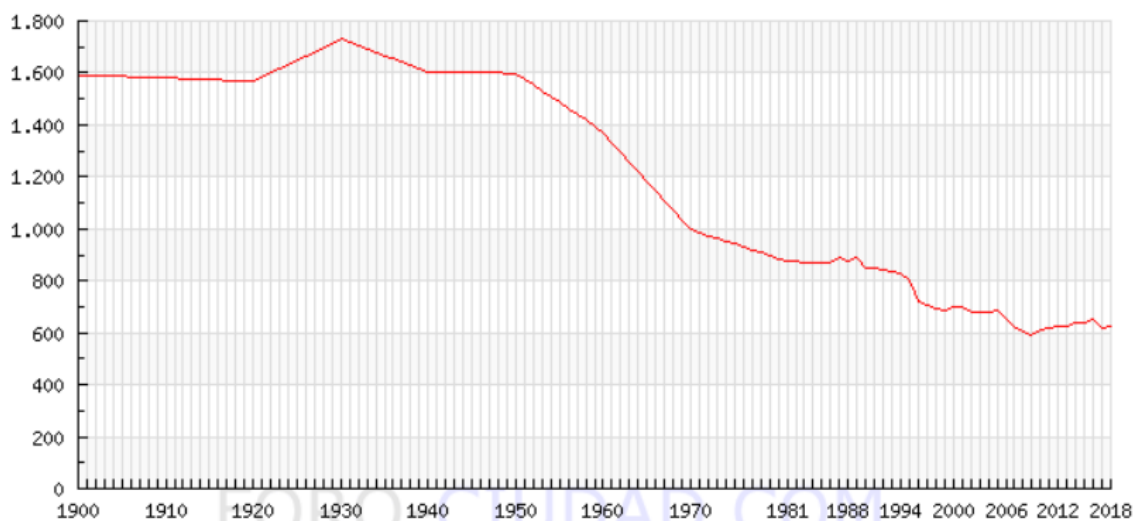


Figura 10: Gráfica de la evolución demográfica del municipio de Ampudia desde el año 1900 hasta el 2016. Se observa una caída hacia mediados de siglo pasado seguida de una estabilización poblacional. FUENTE: forociedad.com

Tabla 3: Población de Ampudia por sexos. FUENTE: INE

Población de Ampudia Censo 2018	
Total	621
Hombre	335

Alumno: Jorge López Fernández
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Población de Ampudia Censo 2018	
Mujeres	286

Actividad económica

La población actual del municipio se mantiene en las localidades citadas principalmente por la actividad empresarial de servicios de estos (Alojamientos turísticos, restaurantes, bares, etc.) y a la agricultura y actividades agrarias (*Tabla 4*). Por este motivo es de gran importancia definir en el proyecto la influencia e interacción de los ecosistemas y servicios aportados por los terrenos del término municipal a la propia.

Tabla 4: Datos referentes a las explotaciones agrarias registradas en el municipio, así como empresas (gran parte de ellas del sector servicios). FUENTE: INE

Datos económicos término municipal Ampudia	
Censo Agrario. Número de Explotaciones	67
DIRCE. Número de empresas	35

1.5. Metodología

La metodología llevada a cabo se ha desarrollado a partir de los requerimientos técnicos que el estudio ha necesitado. La zona de estudio cuenta con una gran variedad de de los ecosistemas o unidades vegetales que aportan servicios ecosistémicos diferentes en forma y cantidad. Dado esta premisa, gran parte del esfuerzo desarrollado ha sido la definición correcta de los SE, a partir de las funciones ecosistémicas que aportaban las propias unidades geográficas. Además, debido a la variación de las características físicas de los ecosistémicas, la valoración económica de cada unidad se ha hecho según las características tipo más comunes. Con ello se ha obtenido una valoración aproximada de la contribución por unidad de superficie de cada unidad ecosistémica para todos los SE analizados.

La valoración económica de los SE se llevará a cabo a través de los métodos de análisis de la economía ambiental y economía ecológica, según convenga al SE analizado. Es importante diferenciar la Economía Ambiental de la Economía Ecológica.

La Economía Ambiental analiza las problemáticas ambientales con herramientas económicas. Reconoce la falta de mercado para algunos productos o bienes, pero no cuestiona los fundamentos de la economía de mercado, sino que busca corregir las externalidades ambientales negativas al asignarles un valor económico.

La Economía Ecológica, en cambio, es un campo transdisciplinario que estudia la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico. Considera que la economía es parte de un sistema mayor, el ecosistema Tierra (o la biosfera), cuyos recursos naturales y capacidad para asimilar desechos son limitados. Partiendo de esta consideración, la Economía Ecológica cuestiona tanto el objetivo como la viabilidad del crecimiento económico ilimitado.

A pesar de estas diferencias, la Economía Ambiental y la Economía Ecológica suelen usar herramientas similares para la valoración económica de los servicios ambientales.

En la siguiente figura, se muestra el esquema, por fases, seguido en la metodología de análisis:

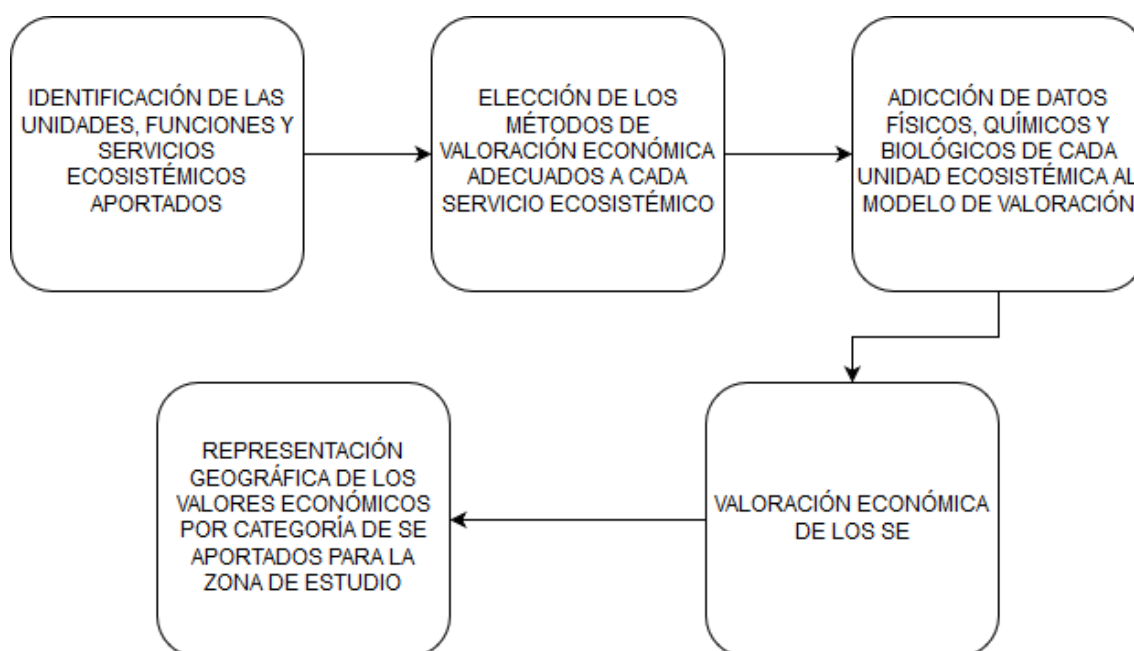


Figura 11: Metodología llevada a cabo en el estudio. FUENTE: Elaboración propio

1. Identificación de las Unidades, Funciones y Servicios Ecosistémicos aportados.

En la *Tabla 5*, se muestra un ejemplo de identificación de los posibles servicios ecosistémicos a partir de los procesos naturales que se están llevando a cabo en la zona de estudio (funciones ecosistémicas) y de cómo la sociedad percibe esos beneficios.

Tabla 5: Ejemplo de algunos Servicios Ecosistémicos (SE), Funciones Ecosistémicas (FE) y Unidades Ecosistémicas (UE) que aporta el medio ambiente. FUENTE: Elaboración propia a partir de Maynard et al., 2010.

Unidades Ecosistémicas	Funciones Ecosistémicas	Servicios Ecosistémicos
Océano profundo (marino)	Mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (equilibrio CO ² /O ² , capa de ozono, etc.)	Protección del ozono frente a los rayos UVA y prevención de enfermedades.
Aguas abiertas pelágicas (costeras)	Influencia sobre el clima ejercida por coberturas de suelo y procesos biológicos (ej. Producción dimetilsulfato)	Mantenimiento de la calidad del aire. Influencia en el clima.
Aguas abiertas bentónicas (costeras)	Influencia de las estructuras ecológicas en la amortiguación de perturbaciones naturales.	Mantenimiento de un clima adecuado (temperatura, precipitaciones) para la salud, la agricultura, etc.
Arrecifes de coral (costeros)	Papel de la cobertura del suelo en la regulación de la escorrentía mediante las cuencas de drenaje.	Protección frente a tormentas (ej. arrecifes de coral) o inundaciones (ej. Bosques y marismas).
Pastos marinos (costeros)		Drenaje e irrigación natural
Costas rocosas (costeras)		Disponibilidad de agua para consumo (bebida, riego, industria)
Playas (costeras)		
Dunas (costeras)		Mantenimiento de zonas roturadas.

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Unidades Ecosistémicas	Funciones Ecosistémicas	Servicios Ecosistémicos
Zona costera de humedales (costeros) Agua)	Percolación, filtrado y retención de agua dulce (ej. acuíferos)	Prevención de la erosión. Control del balance sedimentario
Humedales ribereños (I. Agua)	Papel de raíces y fauna edáfica en la retención de suelo.	Mantenimiento de la productividad natural de los suelos
Bosques Tropicales (Bosque)	Meteorización de la roca madre y acumulación de materia orgánica.	Mantenimiento de la salud del suelo y de los ecosistemas productivos.
Bosques de Quercineas (Bosque)	Papel de la biodiversidad en el almacenamiento y reciclado de nutrientes (ej. N, P y S)	Detoxificación y control de la contaminación. Filtrado de aerosoles (calidad del aire).
Plantaciones Nativas (Bosque)	Papel de la vegetación y la fauna en la eliminación y procesado de nutrientes y contaminantes orgánicos.	Atenuación de la contaminación acústica Polinización de especies silvestres.
Plantaciones exóticas (bosque)	Papel de la fauna en la dispersión de gametos florales	Polinización de cultivos y plantaciones
Recrecimiento (Bosque)	Papel de la fauna en la dispersión de gametos florales	Control de plagas y enfermedades.
Pastizales (tierras secas)	Control de poblaciones mediante relaciones tróficas dinámicas.	Reducción de la herbívora (control de daños a cultivos).
Arbustos / bosques (tierras secas)	Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestres.	Mantenimiento de la biodiversidad (y por tanto de la base de la mayoría defunciones).
Horticultura — cultivos pequeños (cultivados)	Hábitats adecuados para la reproducción.	Mantenimiento de especies de explotación comercial. Caza, recolección, pesca. Acuicultura y agricultura.
Horticultura — cultivos arbóreos (cultivados)	Conversión de energía solar en animales y plantas comestibles	Material para construcciones y manufacturas.
Otros cultivos irrigados (cultivados)	Conversión de energía solar en biomasa para la construcción y otros usos	Combustibles y energía. Piensos y fertilizantes naturales
Parques y jardines (urbanos)	Material genético y evolución en animales y plantas silvestres.	Mejora de los cultivos frente a plagas y agentes patógenos. Otras aplicaciones (ej. salud).
Jardines Residenciales (Urbanos)	Sustancias bio-geoquímicas.	Medicinas y otras drogas
	Especies y ecosistemas con usos decorativos potenciales.	Modelo y herramientas químicas materias para artesanía, joyería, adoración, decoración, pieles, etc.
	Oportunidades para el desarrollo cognitivo, características estéticas de los paisajes	Disfrute paisajístico
	Variedad de paisajes con uso recreativo potencial.	Ecoturismo. Expresión de la naturaleza en libros, películas, folclore, arquitectura Uso de la naturaleza con fines históricos o culturales (herencia cultural y memoria acumulada en los ecosistemas).

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Unidades Ecosistémicas	Funciones Ecosistémicas	Servicios Ecosistémicos
	Variedad de características naturales con valor artístico.	Naturaleza como lugar para la educación ambiental.
	Variedad de características naturales con valor histórico y espiritual.	Usos con fines científicos
	Variedad de características naturales con valor científico y educativo.	

La metodología de análisis requiere la identificación y valoración espacial de los servicios ecosistémicos y con ello de las funciones. Para llevar a cabo el estudio, en primer lugar, se definieron las unidades ecosistémicas del lugar de estudio. Cada tipología ecosistémica con características físicas y sobre todo biológicas (series de vegetación, composición de especies, tipología de bosques, etc.) fueron singularizadas a efectos de analizarlas de manera independiente entre sí. Como material cartográfico para el mapeo de los ecosistemas del municipio se utilizó el Mapa Forestal Nacional de España a escala 1:25.000 (MFE_25), que define unidades espaciales irregulares delineadas con información en sus campos de ocupación vegetal y uso actual del terreno. Este mapa, acotado a la zona de estudio y tratado con los diferentes campos que presentaba el mapa, representa un total de 13 ecosistemas naturales o unidades ecosistemas homogéneas con similar cobertura vegetal, suelo y topografía, en los que predominan diferentes procesos de modificación antrópica (*Tabla 6*).

Las unidades ecosistémicas obtenidas en el estudio fueron:

Tabla 6: UE definidas en la zona de estudio y superficie de cada una. FUENTE: Elaboración propia.

UE	Superficie en el municipio (ha)
Arbolado disperso de frondosas	27,62
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	474,41
Bosques ribereños	7,42
Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	2,9
Cultivos	10.210,69
Encinares	504,97
Matorral/Pastizal	430,51
Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas	292,59

UE	Superficie en el municipio (ha)
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	51,01
Pinares de pino carrasco	666,77
Pinares de pino piñonero	55,11
Quejigares	392,36

En la siguiente tabla, se describen de manera detallada cada unidad:

Tabla 7: Descripción de las Unidades ecosistémicas de Ampudia. FUENTE: Elaboración Propia

	Unidad Ecosistémica	Descripción
Casco Urbano	Artificial (no considerado a efectos de valoración ambiental)	Territorio o ecosistemas dominado por edificios, parques urbanos (aunque estén poblados de árboles), viveros fuera de los montes (aunque sean de especies forestales), carreteras (salvo las vías de servicio de los montes) u otras construcciones humanas que tengan superficies continuas. Son los cascos urbanos.
Cultivos	Cultivos	Es aquella superficie poblada con plantas procedentes de semilla o plantaciones de herbáceas o leñosas anuales o plurianuales que se laborean con una fuerte intervención humana; puede contener especies arbóreas o arbustivas forestales de fruto (flor, hojas, etc.), más se considera de uso agrícola siempre que la actuación humana sea importante; incluye las dehesas, montes huecos o montes adeshados cultivados intermitentemente cuando la fracción de cubierta de los árboles sea inferior al 10% así como los viveros fuera de los montes (aunque sean de especies forestales).
Matorral/ Pastizal	Matorral/ Pastizal	Masa forestal desarbolada, cuya ocupación vegetal está formada por especies herbáceas y arbustivas. Ecosistema considerado como de árboles fuera del monte, constituido por formaciones vegetales características de las orillas de las corrientes de agua con predominio de los árboles, clara separación de los bosques y poblado con especies autóctonas o asilvestradas de estructura irregular y gran biodiversidad. Su importancia directamente productiva suele ser limitada, más en cambio es grande a medioambiental, protectora y paisajística. Son zonas de chopera y dispersión de salicáceas. Destaca principalmente ella masa forestal de “Soto Caballo”.
Bosques de ribera	Bosques ribereños	
Bosques de Encina y Quejigo	Arbolado disperso de frondosas	Masa forestal arbolada, con mezcla de especies forestales de árboles y arbustos de naturaleza y regeneración natural, y propias de la zona geográfica, con fracciones de cubierta

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Unidad Ecosistémica	Descripción
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	<p>cubierta de entre el 10% y el 25%. En la zona de estudio se corresponde con encinares, quejigares o mezcla de estas dos, con dispersión entre los pies (individuos).</p> <p>Superficie forestal arbolada, cuya mezcla de especies coinciden con las definidas por la franja biogeográfica mediterránea, definida por las regiones biogeográficas <i>Natura 2000</i> y <i>Emerald</i>. En Ampudia, esta tipología de bosques son los bosques mixtos de encinas y quejigos, con pies dispersos de espino albar (<i>Crataegus monogyna</i>), rosál silvestre (<i>Rosa canina</i>), etc.</p>
Encinares	Masa forestal arbolada, en la cual el estrato superior está dominado por la encina (<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>)
Quejigares	Masa forestal arbolada, en la cual el estrato superior está dominado por el quejigo (<i>Quercus faginea</i>)
Coníferas autóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp., otros pinos, etc.)	<p>Ecosistema dentro del monte arbolado constituido por una estructura de árboles bien solos o acompañados de arbustos y otros vegetales, pero con predominio absoluto del estrato arbóreo. Su origen es artificial por plantación de especies no nativas con una actividad funcional bastante influida por el ser humano, pero con dominio de las características de bosque. En Ampudia, esta serie de vegetación se corresponde con las repoblaciones de cipreses de los años 50.</p>
Coníferas	Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas
	Masa forestal arbolada, cuya composición de especies viene formada por coníferas nativas de la zona e introducidas por el ser humano o las fuerzas de dispersión naturales. Bosques del municipio de pino piñonero con cipreses y especies coníferas no autóctonas en la zona.
	Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea
	Superficie forestal arbolada, cuya mezcla de especies coinciden con las definidas por la franja biogeográfica mediterránea, definida por las regiones biogeográficas <i>Natura 2000</i> y <i>Emerald</i> . La composición de especies está formada por coníferas en Ampudia, principalmente por pino piñonero y pino carrasco.
	Pinares de pino carrasco
	Masa forestal arbolada, en la cual el estrato superior está dominado por el pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)
	Pinares de pino piñonero
	Masa forestal arbolada, en la cual el estrato superior está dominado por el pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>)

Una vez conocidas las UE, los esfuerzos se basan en identificar y definición de las FE que aporta cada una y su relación con los SE. Esta definición de las funciones ecosistémicas a partir de los procesos naturales se ha llevado a cabo tras la identificación de los procesos de provisión, regulación, culturales o de soporte que proporcionaban. De esta manera, se han tenido en cuenta procesos de provisión de biomasa vegetal y animal, procesos de regulación de contaminantes y efluentes, de soporte para hábitats y actividades, etc. Las funciones obtenidas fueron:

- Provisión de leñas
- Provisión materias primas maderables
- Provisión de productos micológicos
- Provisión de frutos/as y cereales
- Provisión de fauna cinegética
- Regulación de flujos de aguas
- Control de la erosión y pérdida de suelo
- Secuestro y almacenamiento de carbono
- Paisaje, fauna y flora

A continuación, se explica las funciones ecosistémicas anteriormente citadas (*Tabla 8*):

Tabla 8: Definición de las funciones ecosistémicas encontradas en el municipio. FUENTE: Elaboración propia

TIPO DE FUNCIÓN ECOSITÉMICA	DESCRIPCIÓN
Provisión de leñas	Es la capacidad que tiene el medio de transformar la materia y energía en combustibles de uso térmico principalmente, que los habitantes usan para la climatización de sus hogares, tratamiento de los alimentos, etc. Principalmente en el municipio se obtienen las quercíneas (quejigo y encina), restos de coníferas o raberones y algunos arbustos.
Provisión materias primas maderables	Corresponde a los troncos o fustes de árboles de interés para el tratamiento industrial, bien para la obtención de tablas, papel, fibras o partículas para tableros o incluso biomasa.
Provisión de productos micológicos	Se engloban todas las especies de hongos comestibles o no, que aportan a la sociedad un determinado uso, bien sea alimentario, medicinal o industrial. En el municipio principalmente su recolección se lleva a cabo con fines alimentarios, presentando una dominancia la seta de cardo (<i>Pleurotus eryngii</i> y <i>Tuber aestivum</i>).
Provisión de frutos/as y cereales	Capacidad de transformar materia inorgánica en productos comestibles por el ser humano. En este SE destaca la producción de los terrenos agrícolas por la cantidad de alimento que aporta a la sociedad.
Provisión de fauna cinegética	Corresponde a la capacidad que tiene el sistema de aportar especies cinegéticas a la sociedad, para que de una manera regulada y respaldada tras planes de gestión cinegética sean aprovechadas cinegéticamente, asegurando el desarrollo correcto del ecosistema.
Regulación de flujos de aguas	Capacidad del suelo y la vegetación de aminorar y retener el agua en los territorios que ocupan (se considera más relevante en las partes altas por su aporte al funcionamiento de la cuenca hidrográfica), resultado del balance entre los procesos de infiltración, escurrimiento y evaporación que ocurren en el territorio que el ecosistema ocupa.
Control de la erosión y pérdida de suelo	Capacidad de retener el suelo que forma al ecosistema tras fenómenos climatológicos que producen el transporte de estos, disminuyendo y transportando nutrientes desde unas zonas a otras, desertificando laderas y terrenos con pendientes.

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

TIPO DE FUNCIÓN ECOSITÉMICA	DESCRIPCIÓN
Secuestro y almacenamiento de carbono	Capacidad de almacenar e inmovilizar cantidades de carbono mediante la síntesis de productos orgánicos a través de la fotosíntesis. Corresponde a uno de los problemas más importantes de estos años por el papel que cumple en el cambio climático.
Paisaje, fauna y flora (Recreación)	Capacidad de aportar elementos singulares de admiración por el ser humano y que despierten un interés en las personas.

Finalmente, a efectos de valorar los principales Servicios Ecosistémicos (SE) presentes en el término municipal de Ampudia, se identificaron los beneficios que la sociedad y en especial la población del municipio obtiene de los terrenos. Tras este estudio y conociendo las FE de las unidades, se obtuvieron los siguientes SE:

- Alimentos: procesos necesarios para generar las condiciones necesarias para la producción de alimentos
- Materiales para construcciones y fibras: procesos necesarios para generar las condiciones necesarias para la producción de fibras y materiales para construcciones
- Recursos energéticos: procesos necesarios la producción de biomasa (madera y otros materiales combustibles no fósiles) que puede ser usada como fuente de energía
- Conservación climática y edáfica: procesos necesarios para mantener condiciones climáticas favorables para el desarrollo de las sociedad humana así como de la calidad del suelo que permita el sustento para las actividades humanas.
- Agua de buena calidad y suministro: procesos necesarios para mantener la calidad del agua accesible para el consumo humano
- Amortiguación de eventos extremos: procesos necesarios para evitar condiciones climáticas o hidrológicas (por exceso o deficiencia) que afectan negativamente la salud, las actividades productivas, y en general el desarrollo de las sociedades humanas
- Actividades de ocio y recreo: procesos que desencadenan en beneficios inmateriales, que las personas obtienen de los ecosistemas y ayudan al desarrollo cognitivo, mejora de la salud, tales como, la fuente de inspiración, la identidad cultural, etc.

2. Elección de los métodos de valoración económica más adecuados a cada SE.

Tabla 9: Clasificación de los principales métodos de valoración ambiental. FUENTE: Elaboración propia

	Comportamiento observado	Comportamiento hipotético
Directos, basados en preferencias expresadas	Precios de mercado Mercados simulados (experimentales)	Valoración contingente
Indirectos basados en preferencias reveladas	Método del coste del viaje Precios o salarios hedónicos Costes evitados	Métodos basados en atributos

A continuación, se muestran los métodos de valoración económica (Tabla 10), tanto directa como indirecta, usados en la metodología, y explicados:

Tabla 10: Métodos de valoración usados para cada SE de la zona de estudio, así como las unidades de cálculo y la metodología de toma de datos necesarios para la valoración. FUENTE: Elaboración propia.

Tipología del SE	SE	FE	Unidad medida	Método de cálculo	Método de valoración económica
Provisión	SE alimentos	Provisión de cereales y frutos	kg/ha	Tablas de producción	Precio de mercado
		Provisión productos micológicos	kg/ha	Tablas de producción (Bibliografía)	Precio de mercado
		Provisión de productos cinegéticos	capturas/h a	Bibliografía y Plan cinegético	Precio de mercado
		Provisión de productos apícolas	kg/ha	Entrevista personal apicultores	Precio de mercado
Regulación	SE materiales construcción y fibras	Provisión de madera industrial	m ³ /ha	IFN3	Precio de mercado
	SE recursos energéticos	Provisión de madera	m ³ /ha	IFN3	Precio de mercado
	SE regulación de clima	Regulación de la erosión y pérdida de suelo	kg/ha	Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo	Método de costes evitados

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Tipología del SE	SE	FE	Unidad medida	Método de cálculo	Método de valoración económica
		Secuestro de carbono	tn/ha	Modelos	Precio de mercado de emisiones
	SE amortiguación fenómenos extremos ambientales	Laminación de flujos de agua	m ³ /s	Modelado hidráulico. Numero de curva. HEC-HMS	Método de costes evitados
	SE calidad del aire y agua	Laminación de flujos de agua	mm/ha. hora aguacero	Modelos infiltración	Precio de mercado del agua
Cultural	SE actividades culturales	Soporte de actividades de ocio y recreo		Encuesta aportación	Método de transferencia de beneficios

Precios de mercado: El primero de los métodos es el más sencillo, aunque también es el más inusual en la valoración ambiental por la falta de mercado de la mayoría de los procesos físicos, químicos o biológicos aportados por los territorios. En este método de valoración sólo hace falta observar los precios del mercado para obtener una estimación del valor de dicho bien. Evidentemente, es inusual porque los bienes ambientales no se suelen intercambiar en los mercados, que al fin y al cabo es la razón de que exista este capítulo que nos ocupa. Por otra parte, hay que tener en cuenta que las cosas no son tan fáciles como parecen: aunque el bien se intercambie en un mercado, su precio no tiene por qué corresponder con su valor marginal (valor que una persona da a un bien por incrementar una unidad d su ya existente estado del bien y que depende de muchos factores que el mercado normalmente no detecta). Esto sólo ocurriría en un mercado perfecto: en competencia perfecta, sin intervención de los reguladores, y sin fallos de mercado. Desgraciadamente, ésta no es la situación habitual, por lo que aun en estos casos, será necesario realizar un análisis más profundo acerca de la correspondencia entre precio de mercado y valor marginal del bien ambiental (Azqueta, 2007).

Costes evitados: El método de los costes evitados se utiliza cuando el bien ambiental y el bien de mercado son sustitutivos. Se suele utilizar no tanto para valoración de recursos naturales, sino más bien para efectos sobre la vida humana. Un ejemplo es el ocurrido ante un empeoramiento en la calidad del agua potable, la población puede comenzar a equipar sus viviendas con depuradores de agua. De nuevo, se sustituye un coste monetario por un coste ambiental. La premisa fundamental, como vemos, es que los individuos están dispuestos a cambiar su comportamiento, e invierten dinero para evitar consecuencias

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

negativas de una degradación ambiental o de un mayor riesgo. Su aplicación por tanto está limitada a los casos en que los servicios provistos por los recursos ambientales tienen una influencia directa en los individuos, que por otra parte son conscientes de la degradación del ecosistema y de su influencia en los servicios que provee, y que además pueden adoptar medidas defensivas para evitar o reducir los impactos negativos resultantes de la degradación. Es importante no confundir este método de los costes evitados con el método de los costes de reemplazamiento o sustitución. En el caso de los costes de reemplazamiento los consumidores no han incurrido en estos gastos, y por tanto no sabemos hasta qué punto reflejan su disposición a pagar.

Transferencia de beneficios: La llamada transferencia de beneficios (benefit transfer), se conoce el proceso de tomar un valor existente y trasladarlo a una nueva aplicación o bien ambiental distinto del original. Hay dos posibilidades: la transferencia del valor y la transferencia de la función de valoración. La transferencia del valor toma una estimación puntual, o una media de estimaciones de distintos estudios, y las traslada al caso en estudio. La transferencia de la función de valoración utiliza una ecuación estimada a partir de datos previos para predecir el valor de la nueva aplicación. Una técnica utilizada para esto es el meta-análisis: el análisis conjunto de varios estudios, para identificar los determinantes del valor (Azqueta, 2007).

Los métodos basados en atributos presentan características muy interesantes para esta transferencia de beneficios, ya que directamente obtienen la valoración de los determinantes o atributos. La transferencia de beneficios se utiliza mucho, por sus evidentes ventajas económicas. Esto ha llevado a que la *Environmental Protection Agency* de EEUU haya desarrollado unas líneas recomendadas de actuación para estos casos (EPA, 2000). Sin embargo, ello no quiere decir que ésta deba ser siempre la elección a la hora de valorar bienes ambientales. Más bien, la opinión generalizada es que debe ser un último recurso, dada su evidente falta de precisión.

El método de Transferencia de Beneficios debe afrontar, entre otras, dos grandes dificultades: La primera de ellas es que, en la mayoría de los casos, la Transferencia de Beneficios implica la aplicación de un estudio primario a un contexto en el que el lugar y la población son distintos. Por lo tanto, tan sólo algunos estudios primarios responden a criterios similares. Por otro lado, no existen protocolos que sean claros respecto a cómo se debe actuar en los casos en los que la condición no se cumple plenamente. A pesar de los intentos de elaboración de guías metodológicas, aún no se ha llegado a un consenso al respecto.

3. Valoración de los SE

La valoración y cuantificación de los SE se ha llevado a cabo a través del estudio de las funciones ecosistémicas (FE) proporcionadas por la unidad ecosistémica (*Figura 12*). Estas FE proporcionadas por las unidades definidas de la zona, influyen en uno o más de

los SE aportados. En la figura siguiente, se muestra la interacción de las FE con la aportación de los diferentes SE:

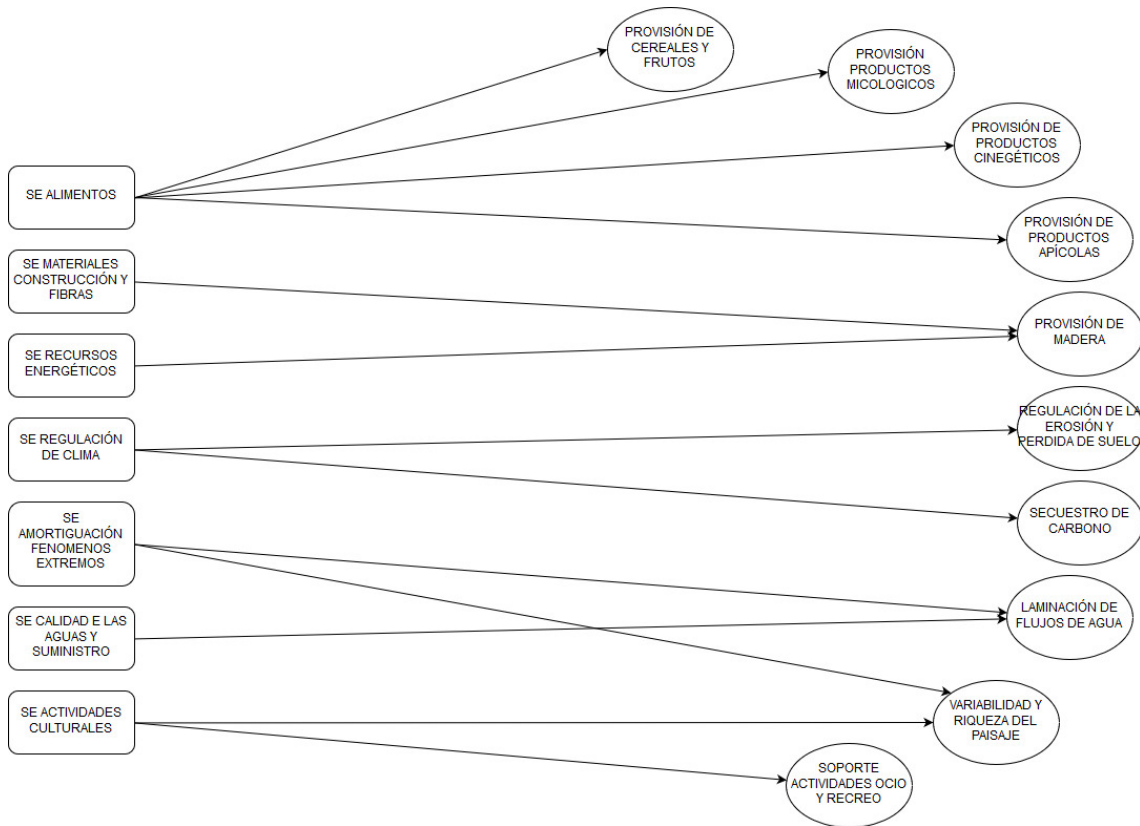


Figura 12: Relación entre las FE y la aportación de los SE. FUENTE: Elaboración propia

Servicios ecosistémicos de provisión

Estos servicios ecosistémicos proporcionados por el área de estudio se han valorado a través del método de precio de mercado. En principio para todos los SE de esta categoría existe un producto comercializable en los mercados económicos ordinarios, tales como la madera, las setas, la miel, propóleo o cera, etc. La cuantificación de los recursos naturales se ha realizado mediante la revisión bibliográfica, así como de entrevistas personales con productores de la zona.

A continuación, se resume la valoración llevada a cabo para cada FE:

1. Frutos y cereales

Una de las aportaciones más importante para la zona de estudio es la provisión de cereales y frutos por las unidades del ecosistema. La población asentada, mayormente desarrolla su actividad forestal en el laboreo de la tierra y la obtención de productos agrícolas (cereal en su mayoría) y en menor medida de productos forestales (biomasa). Gran parte del

cereal que se cultiva es cebada (*Hordeum vulgare*), aunque también se siembran y recogen otros cultivos cerealistas como el trigo o el centeno y en menor medida algunos cultivos de secano como el guisante, alfalfa y algo de regadío (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2018). En relación a la producción de frutos, el principal insumo son las bellotas proporcionadas por las masas forestales de la zona, las cuales en la actualidad no son gestionadas. Estos frutos son altamente valorados en zonas donde el motor económico es la ganadería extensiva de porcino ibérico, por su uso como montanera para los animales. Tal es el impacto, que en las zonas y épocas donde la producción de este insumo es baja, surge un mercado de bellotas que se comercializan para suplir las necesidades del ganado (Allá et al., 2012).

Además de estos frutos silvestres, en las unidades vegetales pertenecientes a esta tipología de bosque esclerófilo mediterráneo, se producen otros tipos de bayas que en la valoración no se han tenido en cuenta por dificultad de cuantificación o falta de mercado. Finalmente, se ha tenido en cuenta la provisión de un último fruto muy importante y valorado en la zona, el piñón (Gonçalves et al., 2017). Este insumo, tiene una productividad en la zona aceptable (hábitat favorable para su desarrollo). En la actualidad, el área estudiada cuenta con algunas masas jóvenes y maduras de pino piñonero (*Pinus pinea*), cuya aportación futura será considerable.

La metodología de cálculo se basa en la aplicación de la siguiente formula:

$$\text{Aportación en } \text{€}/(\text{ha. año}) = \frac{\text{Precio insumo (€)/(Unidad valoración)}}{\text{Producción ((unidad valoración)/ha)}} \times$$

En el cálculo de las producciones de bellotas y del piñón, se ha recurrido a estudios, lo mas cercanos a la zona de estudio, dados en producción por árbol individual. A partir de estos datos y conociendo las densidades y coberturas de las masas forestales existentes (datos cedidos por la JCyL a través de la gestión de los Montes de Utilidad Pública (MUP)), se ha calculado la producción de estos insumos para una hectárea tipo de la zona a través de la fórmula:

$$\text{Producción (fruto/ha)} = \text{Producción árbol individual} \times \text{densidad en pies/ha}$$

Para algunos frutos, como la bellota, se ha utilizado la cobertura de copa en m² proyectada por el árbol, ya que es una medida más aplicable a las diferentes masas de quercíneas del municipio.

Los datos bibliográficos, así como los artículos o informes consultados se muestran a continuación:

Tabla 11: Estudios bibliográficos consultados y valores tomados para la valoración económica de los cereales y frutos.
FUENTE: Elaboración propia

Artículo/Estudio	Valor producción tomado	Precio
Alla, A. <i>et al.</i> (2012) ‘Acorn production is linked to secondary growth but not to declining carbohydrate concentrations in current-year shoots of two oak species’, <i>Trees - Structure and Function</i> , 26(3), pp. 841–850.	Encina: 53,54 kg/m ² copa	0,4 €/kg recogido
	Quejigo: 83,26 kg/m ²	
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018). Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos.	Avena: 4212 kg/ha	0,18 €/kg
Gonçalves A. <i>et al.</i> (2017) ‘Influence of umbrella pine (<i>Pinus pinea</i> L.) stand type and tree characteristics on cone production.’, <i>Agroforestry Systems</i> , 91 (6), pp 1019–1030	Piña verde: 10,6 kg por árbol	0,86 €/kg piña verde

*Precios obtenidos de las lonjas agrícolas y ganaderas a fecha 26/04/2019

2. Productos micológicos

El consumo de setas es antiquísimo, aunque hasta hace algo más de cuatro siglos no se cultivaban, sino que se recolectaban en bosques. Hoy en día, los productos micológicos han adquirido un valor muy importante en la dieta humana, así como en otras industrias de producción (fibras, medicinas, etc.). En los sistemas agrario hay multitud de productos micológicos con diferentes propiedades tanto gastronómicas, medicinales y tóxicas. Esto ha llevado, sobre todo en el último siglo a la aparición de un mercado emergente dedicado a la comercialización de estos productos.

Existe un gran número de variedades comestibles de setas en todo el mundo y en el área de estudio. Debido a la imposibilidad de estudio, recogida de datos y cuantificación de la producción se ha optado por la valoración económica de las principales especies productoras del municipio según la UE que se analice. Tras entrevistas personales con gente de la zona y expertos de la Universidad de Valladolid (D^o Juan Andrés Oria de Rueda), se han identificado las especies más valoradas económicamente que fructifican en los terrenos agrarios de la zona. Dada la complejidad de obtención de los datos para todas las especies y cuantificación, se ha identificado para cada UE la especie micológica más valorada económicamente.

A continuación, se resumen las especies valoradas por UE:

Tabla 12: Principales especies micológicas valoradas del municipio clasificadas por la unidad ecosistémica de soporte.

Unidad Ecosistémica (UE)	Tipo de aportación
Arbolado disperso de frondosas	<i>Tuber aestivum</i>
Artificial	-
Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica mediterranea	<i>Tuber aestivum</i>
Bosques ribereños	-
Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus sp</i> , otros pinos, etc.)	-
Cultivos	-
Encinares	<i>Tuber aestivum</i>
Matorral/Pastizal	<i>Pleurotus eryngii</i>
Mezclas de coníferas autoctonas con alóctonas	<i>Lactarius deliciosus</i>
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	<i>Lactarius deliciosus</i>
Pinares de pino carrasco	<i>Hygrophorus latitabundus</i>
Pinares de pino piñonero	<i>Lactarius deliciosus</i>
Quejigares	<i>Tuber aestivum</i>

*En los bordes de los caminos y cambio entre UE se produce una importante producción de *Pleurotus eryngii* que en este estudio no se ha cuantificado por falta de definición de estas zonas, que a priori solo tendrían esta diferencia productora.

A continuación, se muestran los datos de producciones y precios tomados como referencia para la valoración económica de los productos micológicos:

Tabla 13: Producciones y artículos consultados para la valoración económica de los productos micológicos. FUENTE: Elaboración propia.

Artículo/Estudio	Valor producción tomado *	Precio**
García-Montero, L. G. <i>et al.</i> (2014) ‘Natural production of <i>Tuber aestivum</i> in central Spain: <i>Pinus spp.</i> versus <i>Quercus spp.</i> brûles’, <i>Forest Systems</i> , 23(2), pp. 394–399.	<i>Tuber aestivum</i> en Encina: 0,823 kg/pie	70 €/kg
	<i>Tuber aestivum</i> en Quejigo: 0,63 kg/pie	
Ágreda, T. <i>et al.</i> (2016) ‘Long-term monitoring reveals a highly structured interspecific variability	<i>Lactarius deliciosus</i> en	25 €/kg

Alumno: Jorge López Fernández
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Artículo/Estudio	Valor producción tomado *	Precio**
in climatic control of sporocarp production', <i>Agricultural and Forest Meteorology</i> , 223(1), pp. 39–47.	Pinares mediterráneo: 6,3 kg/ha.año	
Oria-de-Rueda, J. A. <i>et al.</i> (1991) (- Ecología y productividad de <i>Pleurotus eryngii</i> (DC.:Fr.) Quél, y <i>Cantharellus Cibarius</i> Fr., en España. <i>Bol. Soc. Micol.</i> Madrid, 15: 5-12.	<i>Pleurotus eryngii</i> : 10,58 kg/ha.año	22,65 €/kg
Armada, F. (2015) 'Some rare or interesting mushrooms harvested in the south-east of France in 2008, 2009 and 2010 (part 3).', <i>Bulletin Mycologique et Botanique Dauphiné-Savoie</i> , 55(219), pp. 33–62.	<i>Hygrophorus latitabundus</i> : 7,3 kg/ha	17,5 €/kg

*Media de pies micorrizados (influencia en la producción total de *Tuber aestivum*) por hectárea de un 3% con producción. Entrevista personal Dr. Ingeniero de Montes Juan Andrés Oria de Rueda.

**Precio de los productos micológicos obtenidos de las lonjas de productos micológicos de Madrid y Barcelona

3. Provisión de productos cinegéticos.

La actividad cinegética en la zona de estudio es uno de los mercados potenciales, junto con la agricultura, que más unidades monetarias aporta a la población. Tal es la implicación, que los terrenos municipales soportan tres cotos de caza, uno de ellos intensivo "Finca Montecillo". En estos espacios con aprovechamiento cinegético se lleva a cabo tanto caza tradicional de especies silvestres como caza social de sueltas de aves migratorias, sobre todo de paloma.

Además de la caza menor practicada por los socios o propietarios de los terrenos cinegéticos, existe una pequeña emergente capacidad cinegética de caza mayor, de ungulados (principalmente jabalí y corzo), cuyas poblaciones están viéndose incrementadas.

Para la valoración y cuantificación de los recursos cinegéticos se ha recurrido a los planes cinegéticos vigentes del municipio con la finalidad de conocer las actuales poblaciones y cupos de las especies, así como de la distribución de estas. Además, se ha contrastado la información con la publicación de Buxade et al., (1997) titulado "Producciones cinegéticas, apícolas y otras. Zootecnia Tomo XII" (1997).

Basando los cálculos en las publicaciones e informes anteriormente citados se ha aplicado la siguiente expresión matemática para la extracción de las unidades monetarias dadas por cada UE.

Producción cinegética (€/ha. año)

$$= \sum_{i=0}^j (\text{cupo de capturas especie } i \text{ (individuos/100ha)} \\ \times \text{precio especie } i \text{ en cacería o repoblación})/100$$

El cupo de capturas de las especies se ha tomado del plan cinegético del coto P-10.768 del M.U.P. 232-B “El Montecillo”. En el caso de la definición de hábitats se ha extraído la información de la publicación de Buxade et al., (1997), con el fin de definir la aportación económica de cada especie a las unidades ecosistémicas o vegetales. Así una perdiz (*Alectoris rufa*), debido a que su hábitat principal es de terrenos agrícolas y de pastizal/matorral, la aportación económica la hará en estas unidades de definición (*Tabla 14*).

Tabla 14: Especies principales con aprovechamiento cinegético de la zona de estudio, así como su presencia en el hábitat, traducidas a unidades ecosistémicas, para cada una de ellas. FUENTE: elaboración propia

Unidad ecosistémica (UE)	Perdiz roja	Conejo	Liebre	Paloma	Jabalí
Arbolado disperso de frondosas	X	X		X	
Artificial					
Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica mediterranea		X			X
Bosques ribereños					
Coníferas alóctonas de gestión (Cupressus sp, otros pinos, etc.)					
Cultivos	X	X	X	X	
Encinares		X			X
Matorral/Pastizal	X	X	X		
Mezclas de coníferas autoctonas con alóctonas					
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea				X	
Pinares de pino carrasco				X	
Pinares de pino piñonero				X	

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Unidad ecosistémica (UE)	Perdiz roja	Conejo	Liebre	Paloma	Jabalí
Quejigares		X			X

Existen otras especies que sufren aprovechamiento cinegético, aunque principalmente su gestión está orientada al control poblacional (depredadores) para asegurar poblaciones estables. Además, no se han tenido en cuenta las sueltas de palomas realizadas por el propietario cinegético del coto intensivo por dos razones principales: (1) desconocimiento de las cantidades reales de las sueltas llevadas a cabo y (2) no aplicabilidad a toda la zona de estudios, debido que es una actividad propia de la finca privada.

Las cantidades de capturas contempladas en el plan cinegético se han tomado como referencia para el cálculo de las aportaciones económicas de esta función (Tabla 15).

Tabla 15: Especies cinegéticas consideradas en el estudio, capturas por temporada cinegética y precio medio del individuo. FUENTE: Elaboración propia a través del Plan cinegético del MUT 232-B y Buxade (1997)

Especie	Capturas por temporada (individuos/100 ha)	Precio medio por individuo en cacería o repoblación
Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)	2,17	120 € (individuo de peso medio 80-90 kg)
Conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	19,68	23 €
Liebre (<i>Lepus granatensis</i>)	7,87	32 €
Perdiz roja (<i>Alectoris rufa</i>)	7,87	29 €
Palomas (<i>Columba palumbus</i>)	12,36	13-15 €

*Precios medios por especie recogidos de bibliografía y empresas de repoblación de terrenos cinegéticos (22/05/2019)

4. Provisión de productos apícolas

Los productos apícolas son aquellos que proceden del trabajo y producción de las abejas melíferas (*Apis mellifera*). El producto estrella y más comercializado en el mundo es la miel, principalmente por sus características medicinales como sustancia antiinflamatoria, digestiva y cicatrizante). La miel es una sustancia espesa y dulce que elaboran las abejas a partir del néctar de las flores en las que liban y que transforman en miel en unos sacos situados en su esófago. Luego es almacenado en los panales dentro de las colmenas y

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

sirve para alimentar a sus larvas y junto con el polen es con lo que se nutre toda la colonia. Existe una gran variedad de mieles dependiendo del color y sabor de la flor de la que procede el néctar. Se puede distinguir dos grandes grupos de clasificación de miel.

- Miel poliflorales que son las que proceden de una flora variada que hace imposible identificar su procedencia exacta, como la miel de mil flores (color ámbar oscuro y sabor intenso).
- Miel monoflorales que son las que provienen de una especie vegetal determinada y poseen, por lo tanto, características organolépticas específicas. Por ejemplo, la miel de azahar o de romero.

La metodología de valoración para este producto natural se ha obtenido a partir de las características vegetales (formaciones vegetales, tipo de floración, especies presentes, etc.) de las unidades ecosistémicas definidas según la publicación de Carlos Buxade “Producciones cinegéticas, apícolas y otras. Zootecnia Tomo XII” (1997) anteriormente también usada. A partir de ella, se han definido las zonas del municipio donde previsiblemente mayor producción de polen y néctar hay, orientada a la producción de estos productos. Además, se ha realizado una entrevista personal con una apicultora de la zona para contrastar la información y conocer la producción media (20 kg por colmena) y precio de la miel de producida (media de 5 €/kg miel milflores).

En la entrevista, así como en la revisión bibliográfica, se identificó las unidades ecosistémicas de matorral/pastizal como los principales terrenos productivos de este insumo (presencia de flores silvestres, tomillo, genistas, tomillos, etc.) En menor medida los encinares y quejigares por la melaza que producen hacia mediados del verano, debido a la fructificación de la bellota y al ataque de algunos insectos.

Además de este producto estrella y muy valorado por la sociedad, existen otros productos apícolas tales como el propóleo, la cera, el polen o la jalea real, que, aunque tienen mucha importancia incluso mayor precio que la miel, en la zona de estudio no es un producto explotado actualmente. Debido a esto y a la falta de estudios que cuantifiquen estos bienes, se ha excluido de la valoración económica.

5. Provisión de madera para uso industrial

La madera ha sido usada desde tiempos pasados como material polivalente para la construcción, aprovechamiento energético, elaboración de papel para escribir, etc. En los últimos años, este material ha ganado fuerza en el mercado económico y en el sector de la construcción debido a sus características fisicoquímicas y principalmente a que es un recurso renovable.

Los bosques españoles producen anualmente una importante cantidad de madera destinada a diferentes usos industriales, tales como fabricación de tableros, papel o para madera estructural. En la zona de estudio se encuentran zonas de producción maderera,

que aportan económicamente unidades monetarias, recogidas en los turnos de corta y claras llevados a cabo por la administración o propietarios privados.

Para la valoración económica de la madera de uso industrial se han tenido en cuenta, con especial atención, las masas forestales de coníferas presentes en el municipio como principales unidades productoras. De ellas se extraen, por lo general, los productos maderables para la industria maderera, con destino a la trituración para tableros.

La cuantificación se ha llevado a cabo a través de los crecimientos anuales experimentados por las especies consideradas según el Inventario Forestal Nacional (IFN3) para la provincia de Palencia. Según bibliografía cercana a la zona y con las tarifas de cubicación y cálculo del Incremento Anual de Volumen con Corteza (IAVC), así como con la densidad de las masas, se ha sacado el incremento en volumen que sufre una hectárea de masa productora.

Según los anuarios de estadística forestal se muestra que el porcentaje de corta, en incremento o crecimiento vegetativo de las especies presentes en España, actualmente se encuentra en torno al 40%. Según el principio forestal básico de cortas y claras, las masas forestales soportan un aprovechamiento forestal de cortas y claras del 100%, es decir, todo el crecimiento se podría cortar y la masa seguiría con las mismas existencias y desarrollándose. En Europa, la tasa de corta sobre el crecimiento se sitúa sobre el 80% asegurando el desarrollo sostenible (previniendo posibles desajustes en las masas por enfermedades o plagas, etc.) y realizando una cosecha eficiente de los recursos forestales maderables (ISFE, 2013). Estos datos muestran una información valiosa para la valoración económica de este bien, debido a que se puede obtener potencialmente la cantidad de madera en m³ susceptible de aprovechamiento de las masas. En este estudio, se usará el valor Europeo como porcentaje adecuado para la zona de estudio, por la gran tasa de eficiencia en el manejo de las masas y la tasa de reservorio para posibles catástrofes no planeadas.

Otra metodología de valoración comúnmente usado es la capitalización de los procesos de claras y corta final al periodo de análisis. El inconveniente de esta metodología radica en que las tablas de tratamientos selvícolas que se usan están elaboradas para zonas muy productivas y específicas de la especie.

Este hecho produce una sobrestimación del producto si se aplican a zonas con usos protectoras, las cuales su vocación principal no es la producción de madera o productos sino de control de la erosión o formación de hábitat para las especies. Por el contrario, el método elegido para el cálculo está basado en incrementos anuales maderables. Esto estima mejor las existencias reales debido a la mayor representación en el Inventario Forestal Nacional de estas masas. En la zona de estudio existen masas de coníferas protectoras de laderas y páramos, reforestadas en el plan de repoblaciones para la provincia de Palencia de mediados del siglo pasado.

La fórmula usada en esta valoración queda con la siguiente expresión:

Alumno: Jorge López Fernández
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

$Producción(€/ha.año) = \sum_{x=i}^j IAVC \text{ especie } i \times \text{numero de } \frac{\text{pies}}{\text{ha}} \text{ de cada CD de la especie } i \times \text{Precio madera para uso en trituración (tableros) de la especie } i \times \text{tasa de aprovechamiento}$

Donde:

IAVC= incremento anual de volumen con corteza (IAVC)

Pinus halepensis (14) IAVC = p (D.n.)^q

Pinus pinea (13) IAVC = a + b (D.n. - D.n.m.)

Otras coníferas (*Cupressus Arizonica*) (14) IAVC = p (D.n.)^q

Tasa de aprovechamiento = 0,8

Precio de la madera para trituración = 19,1 €/m³ para todas las especies (gran variabilidad en el mercado) (Maderea, consultado 11/05/2019)

Los resultados de los incrementos en volumen calculados se muestran en la *Tabla 16* acompañados de las características de masa consideradas para el cálculo de este producto forestal.

Tabla 16: Características de masa tomadas para la valoración de la producción de madera y resultado del cálculo mediante las tarifas de cubicación del IFN3. FUENTE: Elaboración propia.

UE productoras de madera para la industria	Tipo industria	Características de la masa considerada	Producción m ³ /ha
Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas		Masas arboladas de pinares de <i>P. halepensis</i> , <i>P. pinea</i> mezclado con <i>C. arizonica</i> de clase diamétrica 25 y mezcla de pie/ha del 40-40-20	9,73
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Madera para uso industrial de tablas y tableros	Pinares mixtos 50-50 de <i>P. halepensis</i> y <i>P. pinea</i> , de clase diamétrica media 25	19,83
Pinares de pino carrasco		Pinares monoespecíficos de <i>P. halepensis</i> de clase diamétrica 25	30,9
Pinares de pino piñonero		Piñones monoespecíficos de <i>P. pinea</i> de densidad de clase diamétrica media 25	14,8

*Las características de las masas se han realizado tras visitas de campo al municipio y por información suministrada por la JCyL sobre la ordenación de las masas gestionadas por ellos (MUP y Montes consorciados)

Alumno: Jorge López Fernández
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

6. Provisión de recursos energéticos

Los recursos energéticos son aquellos productos o subproductos que la sociedad usa para la producción de los diferentes tipos de energía. Una de ellas y la que justifica este apartado es la energía térmica para la aclimatación de hogares y edificios principalmente.

Desde hace millones de años la sociedad utiliza la biomasa, especialmente la forestal para la producción de esta energía en sus casas a través de la combustión. En la zona de estudio la situación es la misma. Históricamente lo han usado para cocinar, calentarse incluso para la producción de bienes y servicios. Aunque en los últimos años se ha abandonado el aprovechamiento de la biomasa, actualmente con el desarrollo de las nuevas calderas y de la tipología de procesado de la propia biomasa (pellets, briquetas, etc.) su uso se ha visto incrementado por la zona. Principalmente la biomasa utilizada son las leñas de quercíneas, encinares y quejigares del municipio.

La metodología seguida para la valoración de las leñas o productos energéticos en la zona ha sido similar a la anterior explicada para la producción de madera para uso industrial. Se ha valorado el incremento anual de las existencias de las masas forestales y se ha aplicado la tasa de aprovechamiento de corta de 0.8. La única diferencia ha sido la expresión y parámetros utilizados para el cálculo, ya que varían por especie. Finalmente, y gracias al IFN3, se han extraído los volúmenes de corta que se estiman para la zona de estudio (*Tabla 17*).

Tabla 17: Producción de las principales UE productoras de recursos energéticos. FUENTE: Elaboración propia

UE productoras de madera para la industria	Producto	Características de la masa considerada	Producción m ³ /ha
Arbolado disperso de frondosas		Monte adhesionado de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ballota</i> y <i>Q. faginea</i> con una densidad de 30 pies/ha	0,23
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Leñas	Monte de mezcla de frondosas del género <i>Quercus</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Prunus</i> , <i>Rosa</i> , etc. Principalmente productor de bellotas y bayas	0,56
Encinares		Monte de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ballota</i> con densidades medias de 150 pies/ha	1,1
Quejigares		Monte de <i>Q. faginea</i> con densidades medias de 150 pies/ha	0,78

Servicios ecosistémicos de regulación

Los Servicios ecosistémicos de regulación se ven reflejados por la sociedad a partir de beneficios potenciales asociados a las funciones de los ecosistemas, que se concretan en servicios reales una vez son demandados, usados o disfrutados; es decir, en cuanto la sociedad les asigna valores instrumentales. La sociedad se beneficia a partir de los procesos fisicoquímicos o biológicos que el medio ambiente regula por ejemplo mediante la laminación de avenidas y prevención de inundaciones, pérdidas de suelo que provoquen desertificación, secuestro de carbono, etc.

A continuación, se muestra la metodología de análisis usada para la valoración de las principales funciones ecosistémicas que aporta la zona de estudio. Existen algunas FE no analizadas que influyen en la regulación y soporte biológico que no se han valorado por inexistencia de estudios y falta de cuantificación de los procesos.

1. Pérdidas de suelo y control de la Erosión

El clima, el suelo, la topografía, y las prácticas de conservación y manejo de cultivos, afectan la erosión del suelo. La habilidad para predecir estos efectos es una clave para el planeamiento de la conservación. Existen varios modelos simples y complicados para predecir la erosión a nivel de suelo, parcelas, campo y cuencas. Estos modelos varían en sus requerimientos de insumos y en su habilidad de predecir otros procesos agrícolas tales como hidrología, nutrientes, pérdidas por lixiviación u otros procesos y producción de cultivos. Para el cálculo de las pérdidas de suelo, se ha usado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos de la USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Este método se basa en el cálculo mediante las siguiente expresión y parámetros

$$A = K \times R \times C \times P \times L \times S$$

Donde:

A =Es la pérdida de suelos calculada por unidad de superficie, expresada en las unidades seleccionadas para K y el período seleccionado para R, generalmente toneladas (t) hectárea (ha)⁻¹ año⁻¹.

R =El factor lluvia y escurrimiento, es el número de unidades de índice de erosión pluvial (EI), más un factor para escurrimiento por derretimiento de nieve o aplicación de agua. El EI para una tormenta es el producto de la energía total de la tormenta (E) y su máxima intensidad en 30 minutos (I).

K =El factor susceptibilidad de erosión del suelo, es la tasa de pérdida de suelos por unidad EI para un suelo específico, medido en una porción de terreno estándar (22.13 m de largo, 9% pendiente, en barbecho y labranza continua).

L =El factor de largo de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos en el largo de la pendiente específica con respecto a un largo de pendiente estándar (22,13 m).

S =El factor de magnitud de la pendiente, es la proporción de pérdida de suelos de una superficie con una pendiente específica con respecto a aquella en la pendiente estándar de 9%, con todos los otros factores idénticos.

C =El factor cubierta y manejo, es la proporción de pérdida de suelo en una superficie con cubierta y manejo específico con respecto a una superficie idéntica en barbecho, con labranza continua.

P =El factor de prácticas de apoyo de conservación, es la proporción de pérdida de suelo con una práctica de apoyo como cultivo en contorno, barreras vivas, o cultivo en terrazas, con respecto a aquella labranza en el sentido de la pendiente.

Para la cuantificación de los factores influyentes, se ha realizado una revisión bibliográfica, así como solicitados datos tanto al Ayuntamiento del término municipal como al ITAGRA.

El factor K de susceptibilidad de erosión del suelo se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$K = 10^{-6} \times 2'71 \times M^{1,14} \times (12 - a) + 0'042 \times (b - 2) + 0'0323 \cdot (c - 3)$$

Donde:

M =parámetro que queda definido por la notación:(% de arena fina + % de limo* 100 - % de arcilla).

a =porcentaje de materia orgánica en el horizonte superficial.

b =tipo de estructura, que toma los valores: 1 (gránulo muy fino y grumo fino); 2(gránulo fino y grumo fino); 3 (gránulo medio y grueso, grumo medio); 4(gránulo liso, prismático, columnar y muy grueso).

c =tipo de permeabilidad, que toma los valores: 1 (muy rápida a rápida); 2(medianamente rápida); 3 (moderada); 4 (moderadamente lenta); 5 (lenta); 6(muy lenta).

En el cálculo de la K se necesitan análisis de suelos de la zona. Para ello se han pedido estudios completos de suelo al Ayuntamiento del municipio, así como al ITAGRA, con el fin de obtener una cuantificación real media de los terrenos de la zona de estudio (media de las muestras analizadas y cedidas). A continuación, se resumen las muestras de suelos y resultados de su análisis.

Tabla 18: Muestras de suelo utilizadas para el cálculo del factor K de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo de la USLE

Muestra	% arena*	% limo*	% arcilla*	MO**	b	c
Los corrales	53,32	19,64	27,04	1,24		
Corral del perro	61,32	15,64	23,04	1,75	3	3
Pastizales	53,32	23,64	23,04	1,76		
La Dehesilla	49,32	19,64	31,04	1,57		

*Los porcentajes de limo, arcilla y arena se han calculado por el método densimétrico de Bouyoucos

**La materia orgánica se ha calculado mediante la determinación de la MO oxidable por el método redox. PNT-S-05.

El factor R se ha consultado a través de la plataforma del MAPAMA (<https://www.mapama.gob.es/ide/metadatos/srv/spa/metadatos.show?uuid=520a6944-2e0d-4910-af5c-8ac006f89a89>) donde muestra la información espacial georreferenciada del Factor R (índice de erosividad de la lluvia) de la ecuación universal de pérdidas de suelo para todo el territorio nacional. A través de ella, se ha obtenido un valor para el municipio de 61,59.

El factor C de cubierta y manejo del suelo, se ha extraído de los ábacos utilizados en la Ecuación Universal. Este parámetro es el principal factor cambiante de las diferentes unidades ecosistémicas del municipio. Con esta premisa se ha valorado cada UE para la vegetación y cobertura vegetal que posee. A continuación, se muestra las tablas con los valores posibles del factor:

Tabla 19: Factor C para las diferentes formaciones vegetales y características de cobertura vegetal de las unidades ecosistémicas que se analizarán. FUENTE: López Cadenas et al., 1990

FACTOR C								
VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS								
Cubierta vegetal			Cubierta en contacto con el suelo					
Tipo y altura de la cubierta	Recubrimiento (%)	Tipo	Porcentaje de cubrimiento del suelo					
			0	20	40	60	80	95-100
Columna núm.	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	.45	.20	.10	.042	.013	.003
		W	.45	.24	.15	.090	.043	.011
Plantas herbáceas y matorros (0,5 m.)	25	G	.36	.17	.09	.038	.012	.003
		W	.36	.20	.13	.082	.041	.011
	50	G	.26	.13	.07	.035	.012	.003
		W	.26	.16	.11	.075	.039	.011
	75	G	.17	.10	.06	.031	.011	.003
		W	.17	.12	.09	.067	.038	.011
Matorral (2 m.)	25	G	.40	.18	.09	.040	.013	.003
		W	.40	.22	.14	.085	.042	.011
	50	G	.34	.16	.085	.038	.012	.003
		W	.34	.19	.13	.081	.041	.011
	75	G	.28	.14	.08	.036	.012	.003
		W	.28	.17	.12	.077	.040	.011
Arbolado sin matorral pequeño apreciable (4 m.)	25	G	.42	.19	.10	.041	.013	.003
		W	.42	.23	.14	.087	.042	.011
	50	G	.39	.18	.09	.040	.013	.003
		W	.39	.21	.14	.085	.042	.011
	75	G	.36	.17	.09	.039	.012	.003
		W	.36	.20	.13	.083	.041	.011

G = cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5 cm. de humus.
W = ídem por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Tabla 20: Factor C para las formaciones vegetales de bosque arbolado. FUENTE: López Cadenas et al., 1990

FACTOR C PARA BOSQUES			
% de cubierta cubierta	% de cubierta en contacto con el suelo (1)	Tipo de ordenación (2)	
		C	NC
100-75	100-90	0,001	0,003-0,011
75-40	90-75	0,002-0,004	0,01-0,04
40-20 (3)	70-40	0,003-0,009	0,02-0,09

(1) Formada por al menos 5 cm. de restos vegetales o plantas herbáceas.
(2) C = montes con control estricto de pastoreo. NC = montes sin control de pastoreo.

Factor P de prácticas de conservación de los suelos. Es otro de los parámetros junto a la cobertura vegetal que cambia en función de las unidades ecosistémicas de la zona. En la siguiente tabla, se muestra el valor de este factor para los diferentes manejos que contempla la Ecuación Universal de pérdidas de Suelo.

Tabla 21: Valores de Factor P aplicables a la zona de estudio. FUENTE: López Cadenas et al., 1990

FACTOR P DE PRACTICAS DE CONSERVACION					
Pendiente (%)	Cultivo a nivel	Cultivo en fajas	Cultivo en terrazas (1)		
			a	b	
1-2	0,60	0,30	0,12	0,05	
3-8	0,50	0,25	0,10	0,05	
9-12	0,60	0,30	0,12	0,05	
13-16	0,70	0,35	0,14	0,05	
17-20	0,80	0,40	0,16	0,06	
21-25	0,90	0,45	0,18	0,06	

(1) a = terrazas de desagüe encespedadas; b = terrazas de infiltración con contrapendiente.

Para la elección de este parámetro se ha realizado una estimación media de la pendiente en cada unidad ecosistémica con el fin de una mejor representación de la realidad y mayor calidad en los resultados.

Para el cálculo del Factor LxS, factor topográfico del terreno, se han usado las expresiones siguientes atendiendo al valor de L (largo de la pendiente) y S (magnitud de la pendiente en %):

$$\text{- Para } \lambda < 350 \text{ m y } s \leq 20\% \quad \mathbf{L \cdot S = \lambda^{0'5} \cdot (0'0138 + 0'00965 \cdot s + 0'00138 \cdot s^2)}$$

$$\text{- Para } \lambda < 350 \text{ m y } s > 20\% \quad \mathbf{L \cdot S = \left(\frac{\lambda}{22'13}\right)^{0'6} \cdot \left(\frac{s}{9}\right)^{1'4}}$$

$$\text{- Para } \lambda > 350 \text{ m y } s \leq 9\% \quad \mathbf{L \cdot S = \left(\frac{\lambda}{22'13}\right)^{0'3} \cdot \left(\frac{0'43 + 0'3 \cdot s + 0'043 \cdot s^2}{6'613}\right)}$$

$$\text{- Para } \lambda > 350 \text{ m y } s > 9\% \quad \mathbf{L \cdot S = \left(\frac{\lambda}{22'13}\right)^{0'3} \cdot \left(\frac{s}{9}\right)^{1'3}}$$

Figura 13: Principales expresiones para el cálculo del factor LxS para la expresión de pérdidas de suelo, según la pendiente y el largo de esta. FUENTE: Apuntes Hidrología. ETSIIAA. UVa

El método de valoración económica que se ha llevado a cabo para evaluar la cuantificación monetaria de las pérdidas de suelo ha sido el método de costes evitados. Se ha elegido esta metodología debido a la directa cuantificación de los costes que anualmente son evitados por las unidades ecosistémicas más protectoras de la zona (masas arboladas) frente a otras unidades que en las mismas condiciones estarían

sufriendo una mayor pérdida de los recursos edáficos (cultivos). Su cuantificación se ha realizado a través de obras de ingeniería que previnieran esas pérdidas.

Tabla 22: Coste de diferentes obras de ingeniería para la prevención de pérdidas de suelo y movimientos de tierra. FUENTE: Rodríguez et al., 2016

Obras de ingeniería	Costo unitario (€ m ⁻²)	Vida útil (años)
Hidrosiembra	3,82	15
Geotextiles	14,65	20
Emparrillado vivo	92,56	25
Estructura en forma de rastrillo para retener la nieve	265,30	25

Para la valoración en este estudio, se ha valorado como obra mas ajustada a la zona y más económica la hidrosiembra modificando los parámetros de aplicación (adaptación a la zona con mezcla de mulching y semillas y remolque esparcidor, con el fin de abaratar la obra), para las unidades ecosistémicas que tenían pérdidas de suelo por encima del límite de tolerancia (>10 tn/ha.año) (FAO, 1981). El precio medio del tratamiento con paja (63 €/tn) como mulching y gramíneas como siembra se ha estimado en 1,93 €/m² con una vida útil de 15 años. Para ello se aplicó la siguiente expresión:

$$\text{Valoración económica} \frac{\text{€}}{\text{ha. año}} = \frac{\text{Precio obra ingeniería} \left(\frac{\text{€}}{\text{m}_2}\right) \times 10000 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{ha}}\right)}{\text{vida util de la obra}}$$

Donde:

El precio de la obra de ingeniería para cumplir con la conservación del suelo y controlar la erosión se ha llevado a través de la actualización de la inversión inicial:

$$\begin{aligned} \text{Capitalización de la inversión } \text{€} &= \text{Capital inicial inversión} + \text{intereses} \\ &= \frac{K}{(1+i)^n} = \frac{1,93\text{€}}{(1+0,03)^{15}} = 1,24 \text{€} \end{aligned}$$

Finalmente, aplicando el método de costes evitados se ha calculado como valor económico evitado el dinero que las UE con erosión menor de la admisible (en algunas unidades mucho más bajo 1 tn/ha.año) ahorran al cumplir su función como reguladores de las pérdidas de suelo.

Tabla 23: Pérdidas de suelo para cada UE, así como los parámetros usados para cada unidad. FUENTE: Elaboración propia

Unidad ecosistémica (UE)	K	R	C	P	LxS	Perdida de suelo tn/ha.año
Arbolado disperso de frondosas			0,18	0,05		1,046
Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica mediterranea			0,17	0,05		0,988
Bosques ribereños			0,1	0,05		0,581
Coníferas alóctonas de gestión (Cupressus sp, otros pinos, etc.)	0,52	61,59	0,17	0,05	3,66	0,988
Cultivos	(mismo valor para todas las UE)	(mismo valor para todas las UE)	0,24	0,5	(mismo valor para todas las UE)	13,95
Encinares			0,17	0,05		0,988
Matorral/Pastizal			0,2	0,05		1,162
Mezclas de coníferas autoctonas con alóctonas			0,17	0,05		0,988
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea			0,17	0,05		0,988
Pinares de pino carrasco			0,17	0,05		0,988
Pinares de pino piñonero			0,17	0,05		0,988
Quejigares			0,17	0,05		0,988

Con el fin de representar mejor el valor del tratamiento protector del suelo se ha capitalizado la inversión al momento actual de una supuesta actuación protectora para las UE con pérdidas de suelo anuales mayores de 10 tn/ha.año.

2. Secuestro de carbono

El secuestro de carbono es un servicio ambiental basado en la capacidad de la vegetación, principalmente de especies vegetales leñosas, para absorber y almacenar el carbono atmosférico en forma de biomasa. Los niveles de absorción pueden ser mejorados con el manejo adecuado de los ecosistemas forestales, evitando su conversión en fuentes emisoras de gases de efecto invernadero. El área de estudio posee masas forestales de

diferentes especies que anualmente están captando y secuestrando importantes cantidades de carbono en sus tejidos contribuyendo a la prevención o al menos minoración del calentamiento global y cambio climático.

Existe multitud de estudios de valoración y cuantificación de las existencias y modelización de las cantidades de carbono que la vegetación capta. En este estudio, se ha tomado de referencia la publicación de Montero et al. (2005) sobre la “Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles”.

La metodología de valoración cuantitativa del carbono fijado se ha centrado en conocer en primer lugar los incrementos de carbono por árbol individual de cada especie, con la finalidad de aplicar dicho valor a las características de las masas forestales del área de estudio. Para ello, se ha recurrido al apartado de la propia publicación sobre las existencias medidas del Incremento total de Biomosas para cada una de las especies forestales de las unidades ecosistémicas y por clase diamétrica (CD).

Tabla 24: Ejemplo de la tabla de Incremento de CO₂ (toneladas) en España para *Quercus ilex L.* por clase diamétrica (CD). FUENTE: Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles (2005)

CD (cm)	N.º pies	Biomasa aérea						Biomasa radical	Biomasa total
		Fuste	Ramas			Hojas	Total aérea		
			R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm				
5	2.388.902.862	1.543.816	—	1.041.506	764.853	175.392	3.525.566	3.897.222	7.422.788
10	457.366.355	814.037	—	543.798	391.819	89.737	1.839.391	1.274.790	3.114.181
15	117.143.595	171.732	164.162	114.063	81.274	18.600	549.832	289.952	839.784
20	41.745.958	69.377	88.863	45.889	32.437	7.420	243.986	105.737	349.723
25	20.649.782	52.715	84.883	34.756	24.414	5.582	202.349	75.217	277.567
30	14.145.718	48.880	94.876	32.142	22.463	5.134	203.496	66.736	270.232
35	11.442.246	37.317	84.751	24.484	17.038	3.893	167.483	49.434	216.918
40	8.325.279	44.667	116.419	29.250	20.278	4.632	215.246	57.927	273.173
45	5.721.303	39.448	116.034	25.788	17.819	4.070	203.159	50.415	253.574
50	3.930.514	15.199	49.722	9.921	6.835	1.561	83.238	19.234	102.473
55	2.598.983	14.248	51.415	9.288	6.382	1.457	82.790	17.913	100.703
60	1.553.048	8.275	32.638	5.387	3.692	843	50.835	10.362	61.196
65	969.160	4.924	21.079	3.202	2.190	500	31.894	6.154	38.048
70	2.393.578	17.137	79.179	11.132	7.597	1.734	116.779	21.407	138.186
INCREMENTO TOTAL (t)		2.881.771	984.021	1.930.605	1.399.092	320.556	7.516.045	5.942.501	13.458.547

Con la información de incrementos anuales totales del CO₂ para cada especie y con la finalidad de obtener el incremento en dióxido de carbono por árbol individual, se ha procedido al cálculo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Incremento de CO}_2 \text{ de la especie } i \left(\frac{tn}{\text{año} \cdot CD} \right) =$$

$$\frac{\text{Incremento total para la CD de la especie } i \text{ en el periodo de muestreo}}{\text{Número de pies de la especie } i \text{ para la CD cuantificada} \times \text{periodo de muestreo}}$$

Una vez conocido la cantidad de CO₂ almacenado por cada una de las especies presentes en las unidades ecosistémicas de la zona, la cuantificación se ha completado con la

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

multiplicación de los pies/ha que tiene cada una de ellas, obteniendo el secuestro de carbono realizado por cada hectárea de la UE.

Finalmente, se ha calculado el precio de la tonelada de CO₂ a partir del mercado de compraventa de emisiones a nivel mundial. Según este mercado la tonelada de CO se paga a una cantidad de 23,37 €/tn CO₂ (Media de las últimas 30 sesiones-SENDECO, consultado 11/06/2019).

Con este valor y multiplicando por las existencias de CO₂ secuestradas anualmente por cada unidad ecosistémica analizada (*Tabla 25*), se obtiene la cantidad de dióxido de carbono almacenado anualmente por cada hectárea.

Tabla 25: Cantidad de dióxido de carbono secuestrado por las UE definidas en tn/ha.año, así como información de masa forestal para el cálculo de las mismas. FUENTE: Elaboración propia

UE	Características vegetales UE	Secuestro CO ₂ (tn/ha)
Arbolado disperso de frondosas	Monte adhesionado de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ballota</i> y <i>Q. faginea</i> con una densidad de 30 pies/ha de CD 25	1,64
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Monte de mezcla de frondosas del género <i>Quercus</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Prunus</i> , <i>Rosa</i> , etc. Principalmente productor de bellotas y bayas	3,89
Bosques ribereños	Bosque principalmente poblado por especies de salicáceas del género <i>Populus</i> y <i>Salix</i> , acompañadas de algún aliso (<i>Alnus glutinosa</i>). Densidad 50 pies/ha CD 35	3,17
Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	Repoblaciones de <i>Cupressus arizonica</i> . Densidad 150 pies/ha CD 25	6,81
Cultivos	Cultivos de cebada común (<i>Hordeum vulgare</i>) principal especie productora, aunque existen cultivos de trigo	0,00
Encinares	Monte de <i>Q. ilex</i> subsp. <i>ballota</i> con densidades medias de 150 pies/ha	10,22
Matorral/Pastizal	Eriales, pastos y pequeños matorrales del ámbito mediterráneo	0,00
Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas	Pinares de piñonero con mezcla de <i>Cupressus</i> sp. Densidad 170 pies/ha CD 30	7,53
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Pinares de piñonero con mezcla de <i>Cupressus</i> sp. Densidad 150 pies/ha CD 25	6,23
Pinares de pino carrasco	Mezcla de <i>P. pinea</i> y <i>P. halepensis</i> Densidad 150 pies/ha CD 25	4,57
Pinares de pino piñonero	Piñones procedentes del <i>P. pinea</i> Densidad 150 pies/ha CD 25	7,89
Quejigares	Monte de <i>Q. faginea</i> con densidades medias de 150 pies/ha	6,18

3. Laminación de avenidas

La laminación de avenidas o flujos de agua es un fenómeno natural que se produce en los arroyos o ríos, a través de la acción principal de los embalses y la cual está condicionada principalmente por los parámetros físicos de la cuenca. Si no hay aportaciones o detracciones significativas de caudal en un tramo, se comprueba que las variaciones, tanto en sentido creciente como en decreciente, son menores en la sección aguas abajo que aguas arriba, es decir, se produce una atenuación en las desviaciones respecto al caudal medio.

Esto se traduce en una disminución de los caudales máximos y un incremento de los mínimos al pasar a través del recorrido del río. Así, una avenida con una única punta se convierte en otra con un caudal máximo menor, que se retrasa en el tiempo (tiempo de retardo) y como el volumen total del agua circulante es constante, tiene una mayor duración.

Físicamente, cuando los caudales son crecientes, parte del agua que entra sale por el otro extremo y parte se almacena en el ramal. El agua almacenada incrementará los caudales de salida cuando estos estén ya en disminución.

Debido a la complejidad del análisis hidrológico que sufre la zona de estudio y centrando los esfuerzos en calcular la aportación singular de las unidades ecosistémicas y principalmente la acción de la vegetación, se ha propuesto el siguiente modelado:

El efecto de la tipología de vegetación sobre la laminación de avenidas se va a realizar a través del cálculo de un aguacero tipo de la zona, con el programa informático HEC-HMS desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (*Hydrologic Engineering Center*) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (*US Army Corps of Engineers*). Para ello, se realizará un análisis del hidrograma básico a través del método del número de curva, con las siguientes características físicas (elegida de la zona de estudio, laderas-páramo del municipio de Ampudia) (*Figura 14*):

Tabla 26: Parámetros de la cuenca simulada para el análisis de la laminación de avenidas ocasionada por cada UE.
FUENTE: Elaboración propia

Área de la Cuenca (ha)	36,4
Longitud del cauce (m)	1076
Desnivel (m)	57,5
Numero de curva (parámetro hidrológico)	Variable según la UE
T lag (horas)	0,23

*El número de curva es un parámetro cambiante según la vegetación y UE que estemos valorando, de manera que un encinar (bosque esclerófilo) no posee el mismo valor que un pastizal o terreno agrícola desnudo. T lag calculado por el método de Temez.



Figura 14: Cuenca simple elegida del municipio de Ampudia para la realización del modelado hidráulico. En la esquina derecha-abajo, se observa la zona de la Virgen de Alconada del municipio. FUENTE: Elaboración propia.

En las siguientes tablas se muestran los principales números de curva que se han usado para el modelado del aguacero y la respuesta de la cuenca en el tiempo de retardo y caudal máximo (principal causante de las inundaciones y daños tanto materiales como humanos).

Tabla 27: Tipos de suelo en función de la textura. FUENTE: Problemas de Hidrología. NOEMÍ ACUÑA MONTAÑEZ

SUELO	VEGETACIÓN		
	BOSQUE NATURAL 33%	SIN CULTIVO 33%	PRADERA 33%
Arenas con poco limo (A) 10%	36	77	30
Arenas finas (B) 60%	60	86	58
Arenas muy finas (C) 15%	70	91	71
Arcillas (D) 15%	77	94	78

Tabla 28: Valores de N (número de curva) para diferentes usos de la tierra, coberturas vegetales, pendiente y tratamientos del suelo. FENTE: Problemas de Hidrología. NOEMÍ ACUÑA MONTAÑEZ

Uso de la tierra y cobertura	Tratamiento del suelo	Pendiente del terreno	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Sin cultivo	Surcos rectos	--	77	86	91	94
Cultivos en surco	Surcos rectos	> 1 %	72	81	88	91
	Surcos rectos	< 1 %	67	78	85	89
	Contorneo	> 1 %	70	79	84	88
	Contorneo	< 1 %	65	75	82	86
	Terrazas	> 1 %	66	74	80	82
	Terrazas	< 1 %	62	71	78	81
Cereales	Surcos rectos	> 1 %	65	76	84	88
	Surcos rectos	< 1 %	63	75	83	87
	Contorneo	> 1 %	63	74	82	85
	Contorneo	< 1 %	61	73	81	84
	Terrazas	> 1 %	61	72	79	82
	Terrazas	< 1 %	59	70	78	81
Leguminosas o praderas con rotación	Surcos rectos	> 1 %	66	77	85	89
	Surcos rectos	< 1 %	58	72	81	85
	Contorneo	> 1 %	64	75	83	85
	Contorneo	< 1 %	55	69	78	83
	Terrazas	> 1 %	63	73	80	83
	Terrazas	< 1 %	51	67	76	80
Pastizales		> 1 %	68	79	86	89
		< 1 %	39	61	74	80
	Contorneo	> 1 %	47	67	81	88
	Contorneo	< 1 %	6	35	70	79
Pradera permanente		< 1 %	30	58	71	78
Bosques naturales:						
Muy ralo			56	75	86	91
Ralo			46	68	78	84
Normal			36	60	70	77
Espeso			26	52	62	69
Muy espeso			15	44	54	61
Caminos:						
De terracería			72	82	87	89
Con superficie dura			74	84	90	92

La valoración económica se ha realizado a través del método de costes evitados. Para ello, una vez realizado el cálculo y observando el retardo en el caudal punta y el tiempo de retardo, se ha calculado los costes que supondría una obra hidráulica que realizara tal función (dique). En el modelado de la cuenca, se han observado cambios no muy significativos debido principalmente a la pequeña superficie de esta, aunque se prevé que a escala completa de la zona de estudio el aporte fuese mucho mayor (Tabla 29).

Tabla 29: Resultados del modelado hidrológico de la cuenca tipo, mostrando para cada UE la respuesta en caudal punta y tiempo de retardo de la descarga máxima con respecto a la UE más baja (cultivos). FUENTE: Elaboración propia.

Unidad ecosistémica (UE)	Numero de curva	Caudal punta (m ³ /s) (Calculado por HEC-HMS)	Tiempo retardo (min) (Calculado por HEC-HMS)
Arbolado disperso de frondosas	75	0,5	8
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	55	0,1	51
Bosques ribereños	48	0,1	51
Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	60	0,2	18
Cultivos	81	0,8	0
Encinares	52	0,1	51
Matorral/Pastizal	61	0,2	18
Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas	55	0,1	51
Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	55	0,1	51
Pinares de pino carrasco	52	0,1	58
Pinares de pino piñonero	53	0,1	58
Quejigares	52	0,1	58

Por último, consultando bibliografía y más concretamente el informe “LOS DIQUES DE CORRECCIÓN HIDROLÓGICA COMO MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN DE LA EROSIÓN” de Romero Diaz (2008), se ha estimado un coste medio de construcción de 12.322,62 € por dique y vida útil de 15 años. El cálculo de la necesidad de altura del dique se ha realizado a través del almacenamiento de las aguas dejando un caudal medio de 0,2 m³/s para el aguacero de cálculo (valor mínimo dado por bosques densos) a partir de los datos de las simulaciones de los modelos (HEC-HMS). Con el fin de una mejor valoración, se ha capitalizado el valor de la inversión inicial al momento actual de la construcción de las obras necesarias. Esto permite valorar económicamente el capital que realmente las UE arboladas aportan frente a las no arbolada. Para ello se ha usado la fórmula de capitalización:

$$\begin{aligned} \text{Capitalización de la inversión } \text{€} &= \text{Capital inicial inversión} + \text{intereses} \\ &= \frac{K}{(1+i)^n} = \frac{12.322,62\text{€}}{(1+0,03)^{15}} = 7.904,42 \text{€} \end{aligned}$$

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

4. Infiltración e interceptación del agua

La Infiltración es el proceso a través del cual el agua penetra desde la superficie de la Cuenca Hidrográfica en el suelo. En términos sencillos, se puede entender que es la velocidad con la que el agua penetra en el perfil del suelo, empezando esta penetración prácticamente desde el mismo momento en que empieza la lluvia en consideración, manteniéndose inclusive tiempo después de que ésta cesa.

De esta manera, dependiendo de las características del suelo, así como del tipo de cobertura superficial en la Cuenca Hidrográfica, las Pérdidas por Infiltración serán mayores o menores en la misma medida que las condiciones de dicho suelo faciliten o dificulten la capacidad de infiltración, respectivamente.

Específicamente se puede decir que la Velocidad de Infiltración dependerá de factores tales como:

- La Cobertura del Suelo (con vegetación, sin vegetación, etc.)
- Tipo de suelo (arcillas, arenas, etc.), lo cual establecerá el nivel de permeabilidad de éste.
- Condición de Humedad del Suelo antes del inicio de la lluvia: es de esperarse que si el suelo está seco, las Pérdidas por Infiltración iniciales sean mayores a que si la condición de humedad antecedente es alta, en la cual el suelo no estará susceptible a recibir mucha agua desde la superficie.

Otros factores, quizá de menor significancia, podrían ser la compactación del suelo (debido a la misma lluvia o al paso de animales, por ejemplo), pendiente de la cuenca la cual, en la medida que tiende a ser de baja a nula, tenderá a favorecer el proceso de Infiltración.

La capacidad de infiltración es la capacidad máxima con que un suelo, en una condición dada, puede absorber agua. Se denota con la letra F y se expresa normalmente en mm/hr.

La restricción principal del Fenómeno de infiltración está condicionada a que la Capacidad de infiltración no podrá ser mayor que la Intensidad de la Precipitación sobre la superficie del suelo, pues de ser éste el caso (en el que toda el agua se infiltrará) no se puede estimar las Pérdidas por Infiltración de forma matemática.

La estimación de la Capacidad de Infiltración se va a realizar mediante la expresión de Horton quien estableció que, para cualquier suelo bajo lluvia constante, la Velocidad de Infiltración decrece en el tiempo de acuerdo a la siguiente ley:

$$F = fc + (fo - fc) \times e^{-kt}$$

Donde:

F: Capacidad de infiltración en un tiempo t (mm/hr).

f_c : Capacidad de infiltración para un tiempo t muy grande (mm/hr). Es la capacidad de equilibrio, obtenida cuando el suelo está completamente saturado.

f_0 : Capacidad de infiltración inicial, $t=0$. (mm/hr).

t : Tiempo transcurrido desde el inicio de la lluvia (min).

K : Constante para un suelo y superficie particulares. (min^{-1})

La constante K es una función de las condiciones de la superficie del suelo (cobertura vegetal, por ejemplo). Un suelo recubierto de vegetación tendrá valores de K pequeños, mientras que los suelos sin vegetación (desnudos) tendrán valores mayores. f_c y f_0 dependen igualmente del tipo de suelo y su cobertura.

La bibliografía del tema presenta, para estos coeficientes, los valores representativos siguientes:

Tabla 30: Parámetros predefinidos de la bibliografía sobre el modelo de infiltración de Horton. FUENTE: Apuntes de hidrología-UVa. Profesor Juan Manuel Díez

Tipo de Suelo	f_0 (mm/hr)	f_c (mm/hr)	K (min^{-1})
Desnudo	280	6-220	1,6
Agrícola estándar con materia orgánica.	900	20-290	0,8
Pantanosos	325	2-20	1,8
Arenoso fino desnudo	210	2-25	2
Arcilloso con materia orgánica.	670	10-30	1,4

El valor de f_c es función de la pendiente hasta un valor límite en el orden del 16 a 24%. A partir de allí la variación es despreciable.

En el caso de K y f_0 , se tiene que son prácticamente constantes para un suelo determinado, variando muy poco con la pendiente de la cuenca y/o la intensidad de la lluvia. En la *Tabla 31* se muestra los valores de infiltración obtenidos por unidad de tiempo t y tipo de vegetación recogido en las tablas bibliográficas.

Tabla 31: Datos para formar la curva de infiltración según el método de Horton y bajo dos datos que más se ajustaban a la zona de estudio. FUENTE: Elaboración propia

T (min)	Agrícola	Matorral	Bosques
1	1,4543	1,3637	3,1178
2	1,1223	1,0601	3,2281
3	1,0469	1,0099	3,2464
4	0,9983	1,0016	3,2494
5	0,9997	1,0003	3,2499
6	0,9999	1,0000	3,2500
7	1,0000	1,0000	3,2500
8	1,0000	1,0000	3,2500

Para la valoración económica, a partir de los cálculos de las capacidades de infiltración, se ha obtenido una cantidad de agua que se infiltra hacia capas profundas (rellenando acuíferos y proporcionando agua de calidad), con el fin de obtener una cantidad de recursos hídricos que la población pueda aprovechar. El cálculo económico se ha realizado mediante el valor económico que tiene la cantidad de agua como recurso en el mercado actual (0,00083 €/litro de media en Palencia; Dato de Aquona 2018) aplicando un factor de reducción debido al coste de tratamiento que no se contempla para esta valoración (procesos ETAP). La estimación, al ser un valor puntual para un momento del tiempo t, se ha calculado mediante una sucesión de puntos con el fin de poder hacer una gráfica para cada SE. Finalmente, la cantidad infiltrada se ha valorado para un año a través de una estimación de episodios de lluvia según los datos climáticos (Precipitación anual del municipio / número de días con lluvia).

Servicios ecosistémicos culturales

Los beneficios no materiales de los ecosistemas que contribuyen al bienestar humano y al mantenimiento de la cultura, se denominan Servicios Ecosistémicos Culturales. Estos tienen que ver con las posibilidades de recreación, de inspiración para el arte, de conocimiento, de sentimiento de pertenencia, herencia cultural y otros beneficios que contribuyen al bienestar mental y físico y desarrollo cognitivo entre otros.

Uno de los SE culturales más estudiados es el del potencial recreativo. Esto se debe tanto a su importancia para el bienestar, en términos de salud mental, reducción de stress y fortalecimiento de relaciones humanas, como a su asociación a circuitos comerciales por lo que resultan en fuentes de trabajo para muchas personas (hostelería, empresas recreativas de la naturaleza, etc.).

En este estudio, aún conociendo que hay decenas de beneficios de este tipo que la sociedad reporta de la naturaleza, se valorará únicamente el valor de la recreación y actividades de ocio.

1. Actividades de ocio y recreación

La valoración económica de las actividades de ocio y recreo que se producen en la zona de estudio se han llevado a cabo a través del método de valoración de transferencia de beneficios. Como se ha explicado anteriormente, se valorará la cantidad de ingresos medios que la hostelería del municipio de Ampudia y Valoria del Alcor poseen, así como su posible procedencia de los terrenos naturales de la zona. Para conocer el porcentaje de aportación de los espacios naturales, se ha realizado una encuesta a varias personas, a través de la pregunta:

¿Cuántas personas que acuden a Ampudia para hacer turismo os preguntan acerca de destinos naturales o actividades relacionadas con el medio ambiente, tipo avistamiento de aves, rutas en bicicleta, espacios naturales, etc.?

A través de la encuesta a 7 personas, principalmente de hosteleros y representantes del Ayuntamiento, se ha concluido que de media la aportación se acercaría al 5%.

Con el fin de diferenciar la contribución económica de cada UE y dada la escasa información sobre las preferencias turísticas de los visitantes con implicación en los destinos naturales de la zona, se han valorado las unidades vegetales con mayor presencia de aves más positivamente (ya que la mayor parte de los visitantes preguntan por esta actividad de ecoturismo).

A continuación, se muestra un resumen de las UE valoradas frente a este criterio (*Tabla 32*):

Tabla 32: Valoración en porcentaje de hábitat de importancia para la avifauna. FUENTE: Elaboración propia

Tipología vegetal UE	Representación como soporte de hábitat de avifauna (%)
Zonas Arboladas	20
Cultivos y zonas Esteparias	30
Zonas acuáticas	40

Los datos de ocupación media de las plazas hoteleras se han obtenido del Boletín de coyuntura para el Turismo en Castilla y León, elaborado por la propia Junta de CyL para el año 2018. Consultando el informe, se ha extraído el valor de una ocupación de plazas hoteleras del 18,24% con una estancia media de 2,21 días.

Aplicando la siguiente expresión se ha obtenido los ingresos teóricos que el término municipal tiene en un año medio, como el 2018:

$$\begin{aligned} & \text{Contribución económica total del municipio} \left(\frac{\text{€}}{\text{año}} \right) \\ & = \text{Hostales en la zona de estudio} \times \text{Habitaciones por hotel rural} \\ & \times \text{Precio medio por habitación (€)} \\ & \times \text{Ocupación media de la provincia} \\ & \times \text{Numero de periodos turísticos por año} \times \text{estancia media} \end{aligned}$$

Donde:

- Hostales en la zona de estudio =
 - Casas rurales de Valoria del Alcor: 8 plazas
 - Casa del Abad: 55 plazas
 - Hotel Villa y Corte: 21 plaza
 - Casa Rural la Tienza: 12 personas
 - Las Casitas de Papel: 22 plazas
 - La poza de Ampudia: 8 plazas
- Precio medio de la plaza: 32,56 €/noche (precio medio consultado el 11/06/2019)
- Ocupación media de la provincia: 18,24 %
- Numero de periodos turísticos anuales: Entre 10 y 14 dependiendo del año (puentes y fines de semana de alta ocupación)
- Numero de pernoctaciones por estancia: 2,21 días

Finalmente, se ha aplicado el porcentaje de aportación al hábitat con el fin de acercar el valor a cada UE, según la tipología vegetal que tiene cada una y dividido por las hectáreas

de cada tipología de UE. La siguiente expresión muestra las operaciones matemáticas realizadas una vez conocida la contribución total del municipio:

Valoración económica del UE

$$= \frac{\text{Contribución económica total del municipio} \frac{\text{€}}{\text{há}} \times \text{Porcentaje por tipología de UE}}{\text{Hectáreas de tipología de UE}}$$

RESULTADOS

En relación a los Servicios de provisión se han valorado tres SE principalmente: la provisión de alimentos, de madera y de recursos energéticos. El SE que mas aporta ha sido el relacionado con la provisión de alimentos, cuya aportación máxima corresponde a la unidad ecosistémica de “cultivos” con una valoración económica de 769,34 €/ha.año principalmente por la producción de cereales que tienen los terrenos pertenecientes a la misma (*Tabla 33*). Seguido de cerca la UE de pinar de piñonero tiene una aportación muy considerable por el alto precio del piñón en el mercado, así como de hábitat para el desarrollo de hongos comestibles de interés (722,06 €/ha.año).

En especial, la zona de estudio cuenta con varias UE que proveen a la población de materiales para la construcción y de fibras. El recurso que se ha valorado ha sido la madera con destino industrial para la fabricación de tableros en una industria de transformación. Se ha elegido este destino como el mas adecuado a las características de las masas forestales productoras. Las UE que aportan este bien son las pertenecientes a masas arboladas de coníferas, siendo de especial interés los pinares de pino carrasco (*P. halepensis*) por su mayor crecimiento anual con una aportación de 541,9 €/ha.año. En ocasiones estas masas son menos productoras, sobre todo las laderas de la zona, debido a las malas características del índice de sitio (condiciones edáficas desfavorables y pendientes elevadas que dificultan la infiltración y captación del agua). Con los mismos principios metodológicos la valoración de los recursos energéticos (biomasa) ha concluido con una valoración de 618,36 €/ha.año para la UE de encinares.

Destaca una importante contribución de los terrenos de matorral/pastizal a los productos apícolas con un valor económico de 200 €/ha.año. Según entrevistas personales con población local, este valor es bastante ajustado debido a la gran producción de néctar y polen de especies silvestres de tomillos, salvia, pequeñas genistas y romeros, así como herbáceas anuales que extienden la etapa de floración durante casi toda la primavera y parte del verano.

Globalmente la UE que más valoración económica de SE de provisión ha sido los pinares de pino piñonero y los encinares. Este valor se debe principalmente a la variabilidad de recursos que aporta, así como al alto precio del piñón y la importante producción de esta especie en estas zonas. En el caso de los encinares, la multiplicidad de recursos y el precio de la trufa ha sido la determinante en la valoración, aunque la provisión de recursos energéticos es también considerable.

SE de regulación: La regulación de los procesos fisicoquímicos de los ecosistemas es la función principal que el medio ambiente. Como es lógico, la mayor contribución de las UE en general se centra en los beneficios que la sociedad obtiene de este tipo de servicios (regulación de pérdidas de suelo, laminación de las avenidas, etc.) (*Tabla 34*). La única unidad que no obtiene una mayor valoración económica en esta categoría de servicios en comparación con los SE de provisión son los cultivos. Esto se debe a la fuerte

modificación de la cobertura vegetal y estructura del suelo con el fin de maximizar los SE de aportación, en especial de alimentos, reduciendo los de regulación. En general, todos las unidades ecosistémicas arboladas tienen una valoración muy positiva (>700 €/ha.año).

Entre todos los SE y UE, destacan las formaciones vegetales de masas arboladas autóctonas, principalmente de encinares-quejigares y los pinares autóctonos, las cuales tienen una valoración importante de funciones de regulación hidrológica y de mantenimiento de las propiedades edáficas. Estas funciones, en ocasiones están enmascaradas y poco visualizadas por la sociedad a nivel económico, pero son un servicio imprescindible en la naturaleza.

SE culturales: La valoración económica de los SE culturales, como se esperaba a priori en relación con las actividades de recreo y ocio, tiene un valor alto. La mayor contribución la hacen los terrenos cercanos a masas de agua por la cantidad de aves que tienen, principalmente de la familia Anatidae propias de zonas de lagunaje. Si importancia, se debe principalmente a la cercanía del municipio a la Laguna de la Nava, principal destino ornitológico de la provincia palentina. En segundo y tercer lugar se encuentran las zonas de cultivos y arbolado, con muy poca aportación, 3 y 9 céntimos respectivamente (*Tabla 35*).

Existen otras actividades y SE culturales que no se han valorado por falta de bases de datos, aunque tienen una fuerte implicación en el bienestar de la sociedad y población de la zona.

Finalmente se concluye con la *Tabla 36* donde se recoge el valor total de todos los SE por UE aportados por el término municipal de Ampudia.

Tabla 33: Valoración económica del SE de provisión (Alimentos, Madera para la Industria y recursos energéticos para todas las Unidades ecosistémicas analizadas expresados en €/ha.año.
FUENTE: Elaboración propia

		Arbolado disperso de frondosas	Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Bosques ribereños	Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	Cultivos	Encinares	Matorral/Pastizal	Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas	Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Pinares de pino carrasco	Pinares de pino piñonero	Quejigares
SE ALIMENTOS	FE CEREALES Y FRUTOS	43,54	87,08	0	0	758,16	170,89	0	0	0	0	546,96	269,76
	FE PRODUCTOS MICOLÓGICOS	45,80	61,06	0	0	0	259,56	121	86,625	173,25	122,5	173,25	198,45
	FE PRODUCTOS APÍCOLAS	70	160	0	0	0	70	200	0	0	0	0	70
	FE RECURSOS CINEGÉTICOS	11,18	7,13	0	1,85	11,18	7,13	9,32	1,85	1,85	1,85	1,85	7,13

Alumno: Jorge López Fernández
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

	Arbolado disperso de frondosas	Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Bosques ribereños	Coníferas autóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	Cultivos	Encinares	Matorral/Pastizal	Mezclas de coníferas autóctonas con autóctonas	Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Pinares de pino carrasco	Pinares de pino piñonero	Quejigares
TOTAL	170,52	315,28	0	1,85	769,34	507,58	330,32	88,479	175,10	124,35	722,06	545,34
SE MATERIALES CONSTRUCCIÓN Y FIBRAS	0	0	0	0	0	0	0	185,07	377,08	540,91	281,5	0
SE RECURSOS ENERGÉTICOS	132,19	317,10	0	0	0	618,36	0	0	0	0	0	438,48
TOTAL SE PROVISIÓN	302,72	632,38	0	0	769,34	1125,94	330,32	273,55	552,18	665,26	1003,56	983,83

Alumno: Jorge López Fernández
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Tabla 34: Valoración económica de los SE de regulación para cada UE expresados en €/ha.año. FUENTE: Elaboración propia

		Arbolado disperso de frondosas	Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Bosques ribereños	Coníferas alóctonas de gestión (Cupressus sp, otros pinos, etc.)	Cultivos	Encinares	Matorral/Pastizal	Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas	Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Pinares de pino carrasco	Pinares de pino piñonero	Quejigares
SE REGULACIÓN DEL CLIMA	FE PÉRDIDAS DE SUELO	413,33	413,33	413,33	413,33	0	413,33	413,33	413,33	413,33	413,33	413,33	413,33
	FE SECUESTRO DE CARBONO	37,71	89,46	73,01	156,60	0	235,07	0	173,10	143,20	105,04	181,35	142,07
SE AMORTIGUACIÓN DE FENÓMENOS EXTREMOS CLIMÁTICOS	FE LAMINACIÓN DE AVENIDAS	0	246,4	246,43	246,43	0	246,43	246,43	246,43	246,43	246,43	246,43	246,43

Alumno: Jorge López Fernández
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

	Arbolado disperso de frondosas	Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Bosques ribereños	Coníferas autóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	Cultivos	Encinares	Matorral/Pastizal	Mezclas de coníferas autóctonas con autóctonas	Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Pinares de pino carrasco	Pinares de pino piñonero	Quejigares
SE CALIDAD DE AGUAS Y SUMINISTRO	285,18	482,23	482,23	482,23	297,17	482,23	285,18	285,18	482,23	482,23	482,23	482,23
FE INFILTRACIÓN E INTERCEPTACIÓN												
TOTAL SE REGULACIÓN	736,22	1231,45	1215,0	1298,59	297,17	1377,068	944,948	1118,04	1285,19	1247,03	1323,34	1284,06

Alumno: Jorge López Fernández
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Tabla 35: Valoración económica de los SE culturales para cada UE expresados en €/ha.año. FUENTE: Elaboración propia

	Arbolado disperso de frondosas	Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Bosques ribereños	Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	Cultivos	Encinares	Matorral/Pastizal	Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas	Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Pinares de pino carrasco	Pinares de pino piñonero	Quejigares
SE ACTIVIDADES CULTURALES												
FE OCIO Y ACTIVIDADES RECREATIVAS	0,09	0,09	30,87	0,09	0,03	0,09	0	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
TOTAL SE CULTURALES	0,09	0,09	30,87	0,09	0,03	0,09	0	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09

Alumno: Jorge López Fernández
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

Tabla 36: Valoración económica total de los SE que la población recibe del medio ambiente en (€/ha.año) clasificada por las UE analizadas en el presente estudio. FUENTE: Elaboración propia

	Arbolado disperso de frondosas	Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	Bosques ribereños	Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, otros pinos, etc.)	Cultivos	Encinares	Matorral/Pastizal	Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas	Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea	Pinares de pino carrasco	Pinares de pino piñonero	Quejigares
TOTAL SE PROVISIÓN	302,72	632,38	0	0	769,34	1125,94	330,32	273,55	552,18	665,26	1003,56	983,83
TOTAL SE REGULACIÓN	736,22	1231,45	1215,0	1298,59	297,17	1377,06	944,94	1118,04	1285,19	1247,03	1323,34	1284,06
TOTAL SE CULTURALES	0,09	0,09	30,87	0,09	0,03	0,09	0	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
TOTAL SE	1039,03	1863,92	1245,87	1298,68	1066,54	2503,09	1274,26	1391,68	1837,46	1912,38	2326,99	2267,98

Con el fin de obtener una mejor visión espacial y de la importancia de los SE de municipio se ha optado por representar espacialmente la información analizada de estudio (Ver Anejo I: Planos). Inicialmente se muestran las Unidades Ecosistémicas o vegetales, extraídas del Mapa Forestal Español (*Figura 15 y 16*).

Los resultados de la valoración económica se representaron espacialmente por unidad ecosistémica del municipio, separado por los grandes grupos de los Servicios Ecosistémicos valorados (provisión, regulación y culturales) según la escala espectral cromática (colores más apagados poca aportación y colores intensos alta aportación) (*Figura 17, 18 y 19*).

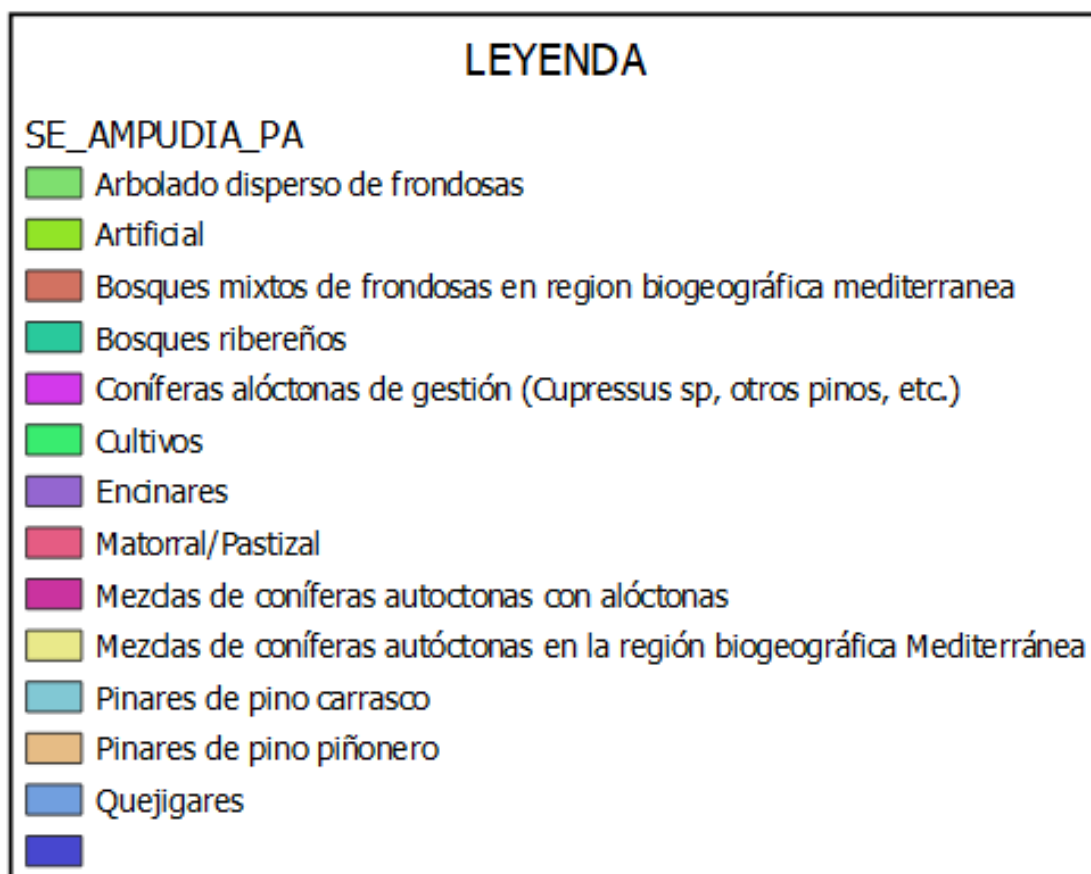


Figura 15: Leyenda con las UE definidas en la valoración económica del municipio. FUENTE: Elaboración propia.

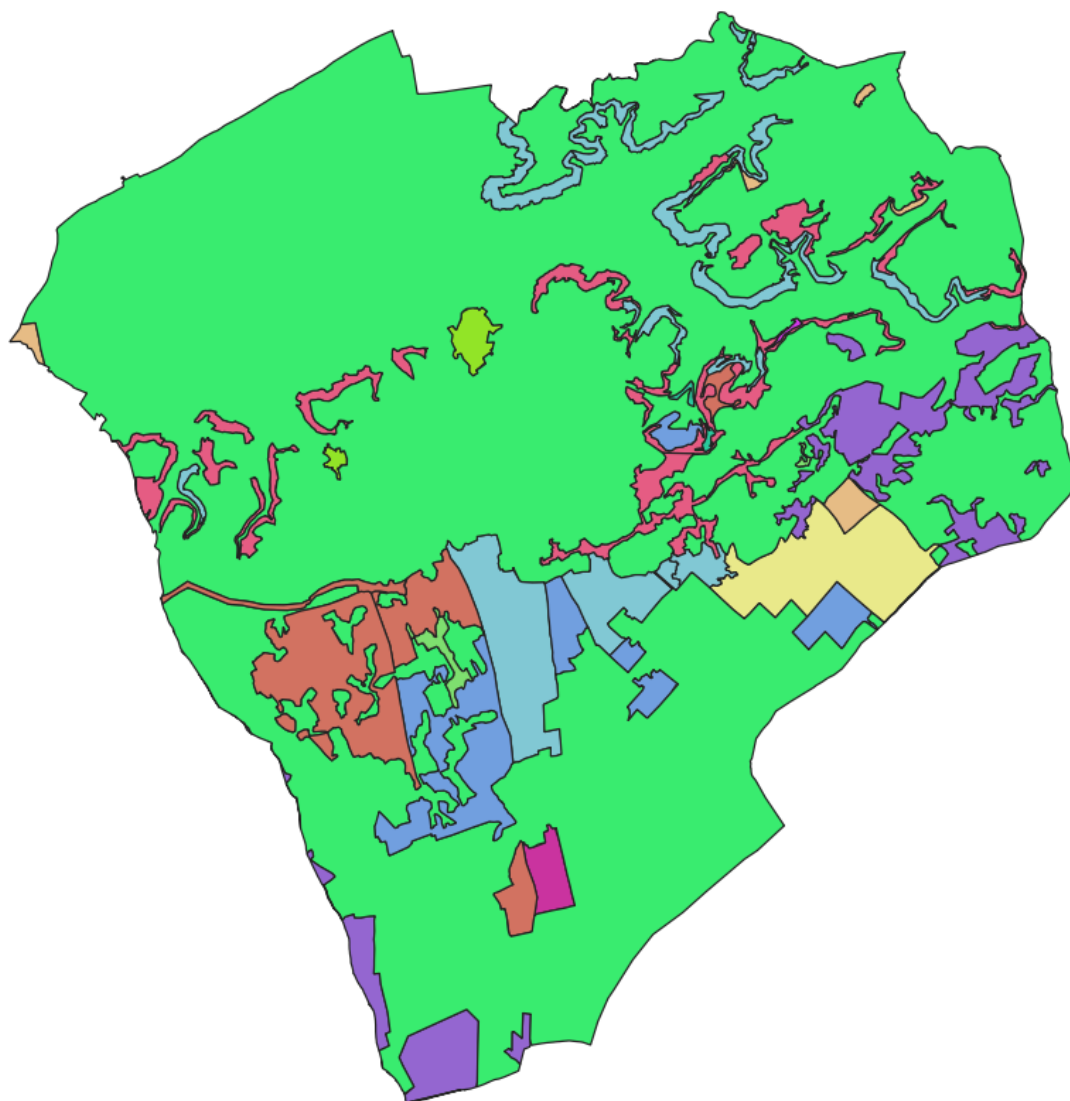


Figura 16: Representación de las Unidades Ecosistémicas distribuidas por el término municipal de Ampudia (Plano 1). FUENTE: Elaboración propia a partir del MFE

La información gráfica se muestra como una representación ficticia de los SE a través del municipio, ya que factores topográficos, densidades vegetales o parámetros fisicoquímicos del suelo varían a través del territorio y con ello las funciones ecosistémicas valoradas. En el Anejo I: Información espacial se muestran los mapas escalados y realizados con el programa de QuantumGIS (QGIS).

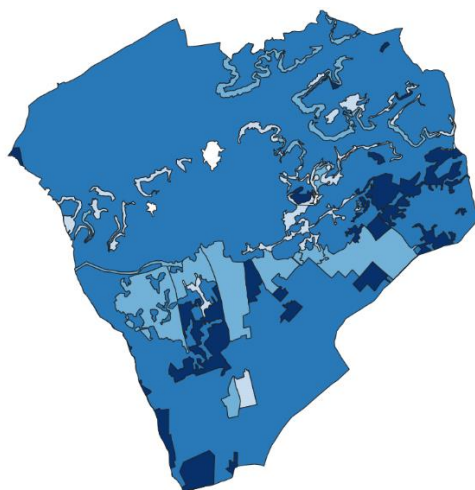


Figura 17: Representación de la valoración económica de los SE de provisión (Plano 2). FUENTE: Elaboración propia.

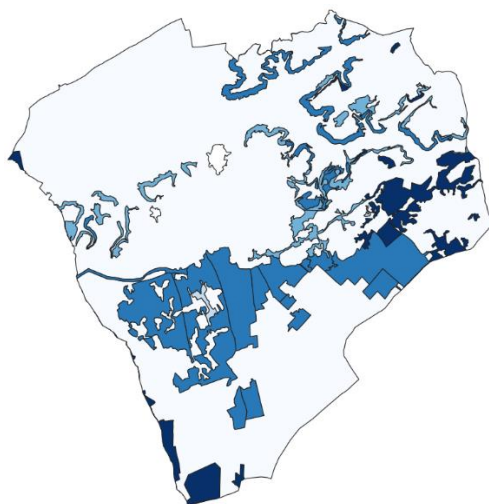


Figura 18: Representación de la valoración económica de los SE de regulación. (Plano 3) FUENTE: Elaboración propia.



Figura 19: Representación de la valoración económica de los SE culturales. (Plano 4) FUENTE: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los servicios de provisión, tales como la madera para construcción y los recursos energéticos procedentes del bosque (como leña para combustible o astillas de madera) han tenido una considerable valoración económica en el área de estudio. En el caso de los materiales de construcción, las masas de pinares y coníferas en general han alcanzado un valor mayor de 150 €/ha.año en todas las UE. Centrándose en los recursos energéticos (biomasa) el valor alcanzado (>130 €/ha.año) es importante como recurso forestal para uso principalmente doméstico de la población de Ampudia y Valoria del Alcor. Este recurso potencialmente proviene de los bosques de quercíneas que dominan en las zonas arboladas. Además, la morfología de la zona (páramos) facilita en la mayor parte de los casos la extracción de biomasa forestal y aprovechamiento en podas y raleos.

Por otra parte, el valor económico del suministro de alimentos ha sido el SE de provisión con mayor aportación (máximo de 769,34 €/ha.año). El valor económico de este servicio está estrechamente relacionado con la vocación agrícola del municipio, cuya actividad económica principal es la agricultura. De hecho, gran parte de los montes de utilidad pública (MUP) fueron roturados y aún hoy en día parte de ellos siguen como terrenos agrícolas activamente en producción. Los terrenos de roturos actualmente se arriendan a agricultores del municipio, los cuales pagan una renta por periodo de concesión que deriva en el MUP perteneciente.

Los resultados del presente estudio confirman la gran importancia que tienen los bosques en lo que concierne a servicios de regulación. En áreas de laderas y pendientes, la protección de los bosques contra los riesgos naturales es considerada como el servicio ecosistémico más importante desde un punto de vista tanto económico como ecológico (Merlo y Rojas Briales, 2000). El SE más valorado económicamente ha sido la Regulación del clima y sistemas naturales, regido por las FE de control de la erosión y secuestro de carbono. Para este SE, y como a priori se esperaba, el control de la erosión es uno de las FE más relevantes en esta zona (413,33 €/ha.año) para las UE con erosión admisible). Esta función no es usualmente percibida, ya que la población no es afectada a corto plazo, sino que es a largo plazo cuando las pérdidas de suelo ocasionan pérdida de fertilidad y en los peores casos pérdida total del suelo (aparición de cárcavas y *badlands*). Siguiendo con las funciones reguladoras hidrológicas, la infiltración ha sido altamente valorada por su implicación en el suministro de agua tanto para consumo directo por la población como indirecto para riego, recreación, etc. (media ± 370 €/ha.año). Finalmente, la regulación de las avenidas y capacidad de amortiguación de fenómenos extremos climáticos (principalmente inundaciones) ha concluido con una valoración muy positiva sobre todo en los terrenos arbolados densos, con una reducción del caudal máximo de casi una hora (58 min) y reduciendo el caudal máximo en un 87,5% frente a terrenos agrícolas. La valoración económica, mediante el método de costes

evitados de construcción de diques que hagan esta regulación, ha retornado en un valor de 243 €/ha. año como media según bibliografía consultada.

Las diferencias en los valores de las funciones de protección no están relacionadas con los tipos concretos de masas forestales (UE) ya que la metodología de valoración se ha centrado en el estado vegetal (Tipología vegetal de la UE, grupos morfológicos). En este aspecto, habría que realizar un esfuerzo importante en la caracterización futura de estas masas forestales en la regulación de los diferentes fenómenos físicos, químicos y biológicos que suceden en la naturaleza. Con esto, sería posible conocer como por ejemplo una masa de encinas (*Q. ilex* subsp. *ballota*) regula la erosión frente a un pinar (*Pinus* sp.) o un quejigar (*Q. faginea*). Además, es importante destacar que los valores económicos, que hacen referencia a la protección hidrogeológica del municipio, se han basado en ábacos y tablas de valores medios de otras áreas de estudio con resultados comparables a los del presente estudio (Números de curva hidrológica, valores de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo, etc.). Por último, se ha destacado que la evaluación de estos servicios ecosistémicos está sumamente influenciada por el método de valoración económica que ha sido utilizado.

El valor promedio de almacenamiento de carbono es similar al estimado en otros casos de estudio europeos donde los valores de biomasa aérea varían entre 6 y 40 €/ha.año (para el precio de 2008-11) (Goio et al. 2008, Hein 2011).

En este estudio, el valor promedio de los SE culturales, basados en la práctica de turismo rural ligado al medio ambiente se encuentra muy por debajo del rango de los valores evidenciados por otros estudios en Europa y de España. Este hecho recae en la baja vocación de los terrenos naturales del municipio como espacios naturales singulares, así como de un desconocimiento casi total de los mismos por parte de los turista y habitantes de los propios municipios.

Esta elevada variabilidad de los resultados se encuentra dentro de otros factores relacionados con los métodos de valoración económica utilizados (por ejemplo, la valoración contingente mediante la encuesta, el método de costes evitados o el de precios de mercado) así como por los métodos de búsqueda y cuantificación de los indicadores naturales. Todo esto sumado a una baja cantidad de datos y estudio sobre los factores y productos suministrados por el municipio, ha llevado a realizar una revisión bibliográfica intensa y minuciosa con el fin de poder cuantificar los SE aportados.

Además, el conocimiento de la valoración económica de los SE y las FE por cada UE, permite llevar a cabo una gestión de territorio y de los cambios en el uso del suelo con conocimiento aproximado de los cambios económicos y ecológicos del territorio.

Los resultados se han valorado según los datos de sitio obtenidos y recogidos de organismos locales, regionales y nacionales, a partir de estudios e informe previos. Gran parte de la bibliografía consultada tiene una aplicabilidad muy directa y ajustada al área de estudio, sobre todo en relación a los SE de provisión (mayor número de estudios

locales). Por el contrario, los SE de regulación se han basado en metodologías mas universales, que no quiere decir que no sean aplicables a la zona, que requieren de parámetros físicos, químicos y biológicos para su aplicación. Los parámetros usados han sido aplicados a través de valores estimados y tabulados por otros autores. Los resultados, siendo ciertos para la zona, se podrían mejorar ajustando esos parámetros mediante estudios específicos de la zona (mediciones de carbono, ensayos infiltración, etc.), así como los costes evitados (dimensionado específico de los diques, estrategias de control erosión, etc.).

Gran parte de los SE analizados en el presente estudio no son visualizados por la sociedad e incluso a veces ni siquiera por los agentes responsables de la ordenación del territorio y de la toma de decisiones. Esta falta de percepción de los servicios y funciones que el medio ambiente aporta deriva en ocasiones a una desvinculación por parte de la sociedad y el detrimento de la relación humanidad-naturaleza.

En la zona de estudio en torno al 90 % de los SE no son percibidos por los propios habitantes, bien por ser gratuitos o por desconocimiento total de los procesos naturales. Actualmente, por ejemplo, en el municipio de Ampudia las leñas de las masas de quercíneas son llevadas por la población bajo ningún coste excepto el de transporte (realizado por ellos mismo). Este hecho deriva en una percepción del precio de esos recursos energéticos, que en otras zonas tendría un precio medio cercano al valorado en este estudio (0,12 €/kg de encina).

Además, un desconocimiento del valor de los montes, tales como el aprovechamiento de la montanera por el ganado o las cortas/claras de las masas de coníferas, también ocasiona la disminución de percepción del valor económico. Esta poca visualización incluso en los SE de provisión es aún mayor en los de regulación. Procesos imprescindibles como la regulación hidrológica, reservorio de recursos genéticos, captura de CO₂ o retención de contaminantes tanto del aire como en el agua son ignorados por los actores de gestión y por la población.

En los últimos años, la mentalidad de la sociedad está cambiando y los SE de regulación ha ido incrementando su valor económico y visualización, aunque no es lo suficiente. Por poner un ejemplo, el mercado de emisiones de dióxido de carbono ha aumentado desde el 2009 al 2019 (10 años), desde 11,94 €/tn a 23,57 €/tn de media anual (incremento del 49,34%). Los procesos hidrológicos y de acervo genético también han ganado visualización y valor, aunque todavía queda mucho camino hasta alcanzar la trascendencia que realmente tienen.

Finalizando, los resultados han sido georreferenciados según los grupos de SE teniendo en cuenta algunas de las variables espaciales las cuales se usaron para la definición de las UE como el uso del suelo y el tipo forestal. La distribución espacial del valor de cada uno de los servicios ecosistémicos permite ampliar el conocimiento y la información útil para los responsables encargados de la toma de decisiones (por ejemplo, responsables

políticos, gestores de los recursos naturales) con el fin de minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente.

En los últimos años, la Unión Europea se ha planteado dar las ayudas en base a estos SE que genera el medio natural y los ecosistemas que en el medio rural aporta y la población que habita y gestiona la misma. Gran parte del interés de la comunidad europea es debido a la valoración y remuneración de la capacidad de absorción de carbono. Este tipo de estudios que hacen valoraciones e identificación de los SE que intervienen en el bienestar humano tienen gran valor por la capacidad de cuantificar los beneficios del medio rural y natural, que actualmente en Europa se encuentran en estado de regresión desde un punto de vista económico, social y en algunos casos ambiental.

Concluimos con que una mayor visualización de los valores económicos de los SE por parte de la población, llevará a una mejora en el hábitat y mejores decisiones tanto políticas como sociales. Para ello, se necesitan estudios como este, que muestre y cuantifique como la humanidad se beneficia de procesos e insumos que el medio ambiente aporta. Valorando económicamente y cuantificando monetariamente los SE se ofrecen datos reales de las interacciones naturaleza-humanidad y la conservación de estas.

BIBLIOGRAFÍA

- Ágreda, T. et al. (2016) 'Long-term monitoring reveals a highly structured interspecific variability in climatic control of sporocarp production', *Agricultural and Forest Meteorology*, 223(1), pp. 39–47.
- Alla, A. et al. (2012) 'Acorn production is linked to secondary growth but not to declining carbohydrate concentrations in current-year shoots of two oak species', *Trees - Structure and Function*, 26(3), pp. 841–850.
- Armada, F. (2015) 'Some rare or interesting mushrooms harvested in the south-east of France in 2008, 2009 and 2010 (part 3)', *Bulletin Mycologique et Botanique Dauphiné-Savoie*, 55(219), pp. 33–62.
- Azqueta Oyarzun, D. (2007) 'Introducción a la economía ambiental' Madrid. *McGraw-Hill*.
- Bennett, E. M. and Balvanera, P. (2007) 'The future of production systems in a globalized world', *Frontiers in Ecology & the Environment*, 5(4), pp. 191-198
- Buxade, C. (1997) 'Producciones cinegéticas, apícolas y otras. Zootecnia Tomo XII' Madrid, *Mundi-Prensa Libros*
- Cáceres, D; Conti, G; Díaz, S; Quétier, F; Tapella, E. (2007) 'Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario', *Gaceta Ecológica*, N. 84-85, pp. 17-26.
- Chan, K. M. A. et al. (2006) 'Conservation Planning for Ecosystem Services', *PLoS Biology*, 4(11), pp. 2138–2152.
- Costanza, R. et al. (1997) 'The value of the world's ecosystem services and natural capital', *Nature* (London), 387(6630), pp. 253–260.
- Ding, H. and Nunes, P. A. L. D. (2014) 'Modeling the links between biodiversity, ecosystem services and human wellbeing in the context of climate change: results from an econometric analysis of the European forest ecosystems', *Ecological Economics*, 97, pp. 60–73
- García-Montero, L. G. et al. (2014) 'Natural production of *Tuber aestivum* in central Spain: *Pinus* spp. versus *Quercus* spp. brûles', *Forest Systems*, 23(2), pp. 394–399.
- Goio I, G Gios, C Pollini. (2008) 'The development of forest accounting in the province of Trento (Italy).' *Journal of Forest Economics* 14(3):177-196.
- Gonçalves A. et al. (2017) 'Influence of umbrella pine (*Pinus pinea* L.) stand type and tree characteristics on cone production.', *Agroforestry Systems*, 91 (6), pp 1019–1030

Grêt-Regamey, A. and Kytzia, S. (2007) 'Integrating the valuation of ecosystem services into the Input–Output economics of an Alpine region', *Ecological Economics*, 63(4), pp. 786–798.

Hein L. (2011) 'Economic benefits generated by protected areas: the case of the Hoge Veluwe forest, the Netherlands.' *Ecology and Society* 16(2):13.

López Cadenas F. (1994) 'Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión.' *Tragsa-Tragsatec -Ediciones Mundi Prensa*. ISBN: 84-7114-474-3. Pp. 902

Martín-López, B. et al. (2011) 'The conservation against development paradigm in protected areas: Valuation of ecosystem services in the Doñana social–ecological system (southwestern Spain)', *Ecological Economics*, 70(8), pp. 1481–1491.

Martín-López, B. et al. (2012) 'Uncovering ecosystem service bundles through social preferences', *PLoS ONE*, 7(6), p. e38970

Maynard, S., James, D. and Davidson, A. (2010) 'The Development of an Ecosystem Services Framework for South East Queensland', *Environmental Management*, 45(5), pp. 881–895.

Millennium Ecosystem Assessment (MA) (2005) 'Millennium ecosystem assessment: ecosystems and human well-being; a framework for assessment' *World Resources Institute, Washington DC*, pp 51, 53–55

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2014), 'Evaluación de los ecosistemas del milenio en España (EME)'. <http://www.ecomilenio.es/>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018). Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos.

Montero, G. et al. (2005) 'Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles', *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)*. Madrid

Montero, L. García, J. (2017) 'Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe', *Documentos de Proyectos-ONU*, Santiago de Chile-pp. 113

Montes, C. and Sala, O. (2007) 'Millennium Ecosystem Assessment. The relationships between ecosystems functioning and human well-being. / La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano', *Ecosistemas*. Edited by C. Montes. (Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas (Sustainable development of ecosystem services)), 16(3), pp. 134–144.

Oleagordia Montaña, Í., Navarro Hevia, J. and Gómez-Ramos, A. (2016) 'Restoration of badlands and natural capital: an application in Saldaña (Palencia, northern Spain)', *Journal of Land Use Science*, 11(3), pp. 310–330.

Alumno: Jorge López Fernández

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes

- Onaindia, M, Peña, L, Fernández de Manuel, B, Rodríguez-Loinaz, G, Madariaga, I, Palacios-Agúndez, I & Ametzaga-Arregi, I 2018, 'Land use efficiency through analysis of agrological capacity and ecosystem services in an industrialized region (Biscay, Spain)', *Land Use Policy*, vol. 78, pp. 650–661
- Oria-de-Rueda, J. A. et al. (1991) 'Ecología y productividad de *Pleurotus eryngii* (DC.:Fr.) Quél, y *Cantharellus Cibarius* Fr., en España.' *Bol. Soc. Micol.* Madrid, 15: 5-12.
- Quintas-Soriano, C, Martín-López, B, Santos-Martín, F, Loureiro, M, Montes, C, Benayas, J & García-Llorente, M 2016, 'Ecosystem services values in Spain: A meta-analysis', *Environmental Science & Policy*, vol. 55, no. Part 1, pp. 186–195,
- Quintero, J. Castro, C. Garcés, C. Escobar J. (2017) 'Procesos de geoprociamiento en la espacialización de servicios ecosistémicos en áreas de interés local', *Ingenierías USBmed*, 8: 19-28
- Raymond, C. M. et al. (2009) 'Mapping community values for natural capital and ecosystem services', *Ecological Economics*, 68(5), pp. 1301–1315.
- Roces-Diaz, J. V. et al. (2018) 'Sweet chestnut agroforestry systems in North-western Spain: classification, spatial distribution and an ecosystem services assessment', *Forest Systems*, 27(1), p. e03S.
- Rodríguez-Echeverry, J. et al. (2017) 'Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in a forest landscape in southern Chile: basis for conservation planning', *Bosque*, 38(3), pp. 495–506.
- Romero-Diaz A (2008) 'Los diques de corrección hidrológica como método de cuantificación de la erosión', *Cuadernos de Investigación Geográfica-Universidad de Murcia*, 44 pp. 83-44
- Russi, D. et al. (2011) 'Payment for Ecosystems Services in Catalonia, Spain. A review of experience and potential applications', *Spanish Journal of Rural Development (SJR)*, 2(Especial 1), pp. 87–100.
- Santos-Martín, F. Kelemen, E. García-Llorente, M. Jacobs, S. Oteros-Rozas, E. Barton, D. Palomo, I. Hevia, H. Martín-López, B. (2013) 'Socio-cultural valuation approaches' *Mapping Ecosystem Services*, pp. 1044
- Serrat-Capdevila, A. et al. (2009) 'Increasing Social-Ecological Resilience by Placing Science at the Decision Table: the Role of the San Pedro Basin (Arizona) Decision-Support System Model', *Ecology & Society*, 14(1), pp. 1–19.
- Sociedad Española de Ciencias Forestales (2017) 'La Situación de los Bosques y el Sector Forestal en España - ISFE2013', *Acta reunión 7º Congreso Forestal Español*.

Wunder, S; Wertz-Kanounnikoff, S; Moreno, R. (2007) 'Pago por servicios ambientales, una nueva forma de conservar la biodiversidad', N. 84-85, pp. 39-52



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal
basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes**

**ANÁLISIS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE
LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DEL
TÉRMINO MUNICIPAL DE AMPUDIA
(PALENCIA)**

ANEJO I: Planos

Alumno: Jorge López Fernández

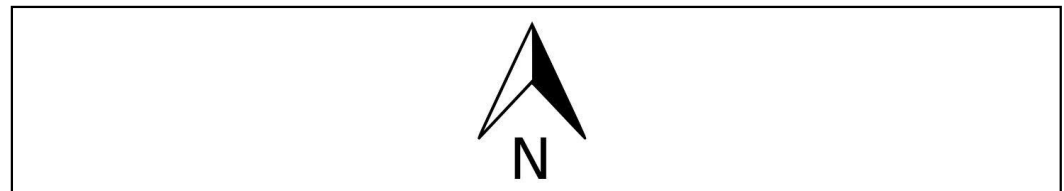
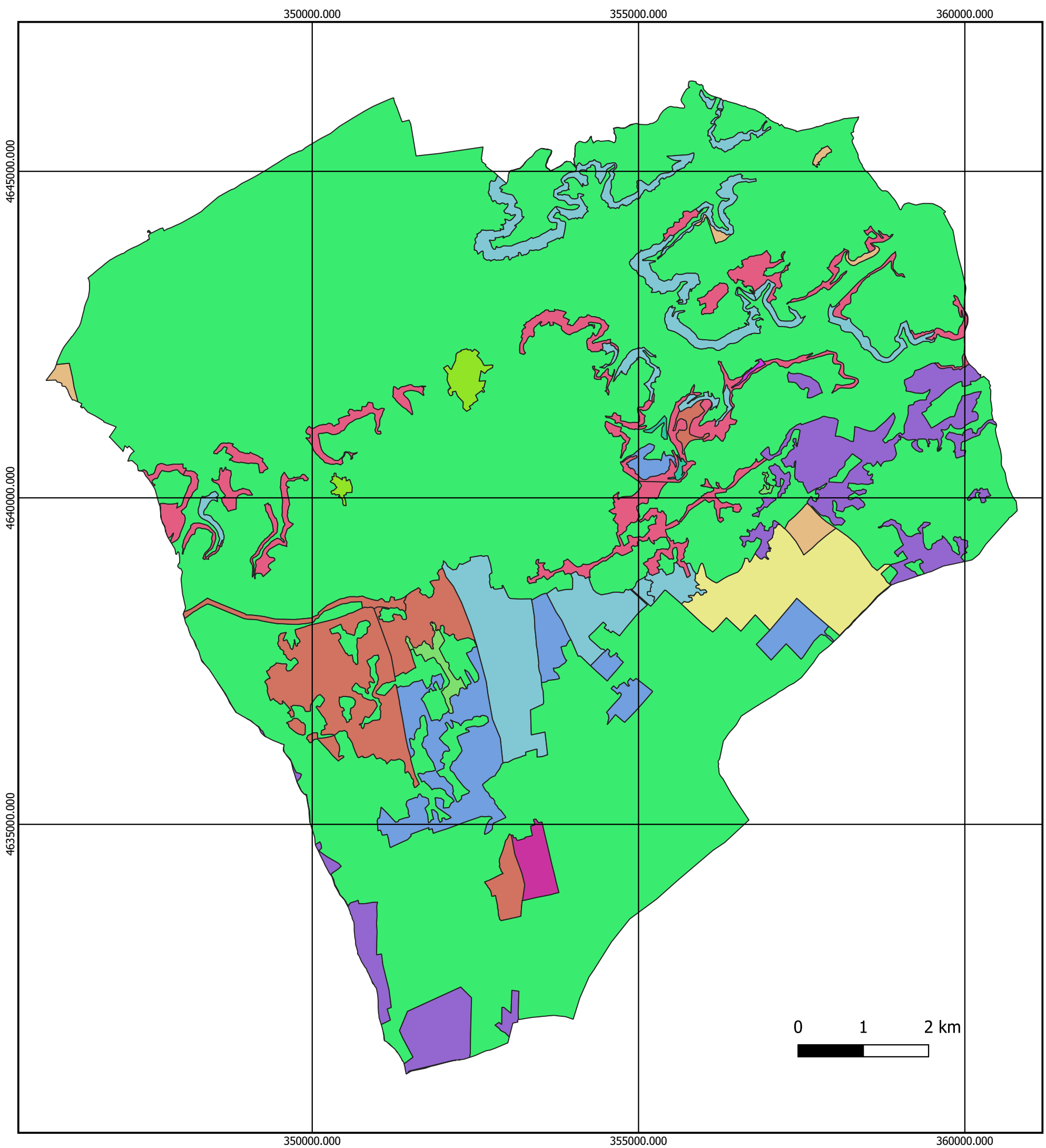
**Tutor: Carlos Emilio del Peso Taranco
Cotutor: Almudena Ramos Gómez**

Junio 2019

ANEJOS

ANEJO I: Planos

Alumno: Jorge López Fernández
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Programa de estudios conjunto de Máster en Gestión Forestal basada en Ciencias de Datos y Máster en Ingeniería de Montes



Unidades Ecosistémicas (UE) definidas a partir del tratamiento de la Base de Datos (DB) del Mapa Forestal Español (MFE50)

LEYENDA

SE_AMPUDIA_PA

- Arbolado disperso de frondosas
- Artificial
- Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica mediterranea
- Bosques ribereños
- Coníferas alóctonas de gestión (Cupressus sp, otros pinos, etc.)
- Cultivos
- Encinares
- Matorral/Pastizal
- Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas
- Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea
- Pinares de pino carrasco
- Pinares de pino piñonero
- Quejigares
-

Estudio/Proyecto: Análisis y valoración económica de los Servicios Ecosistémicos del término municipal de Ampudia (Palencia)

PLANO 1: Localización de las Unidades Ecosistémicas

Escala 1:60.000
DATUM-ETR89_H30N

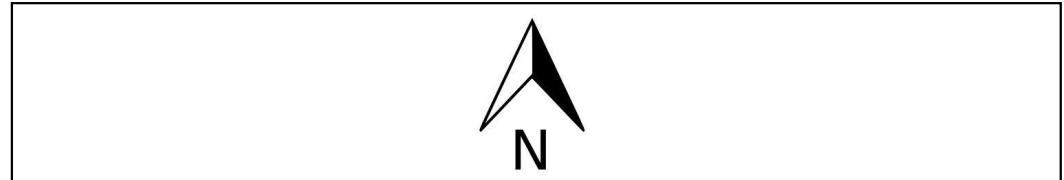
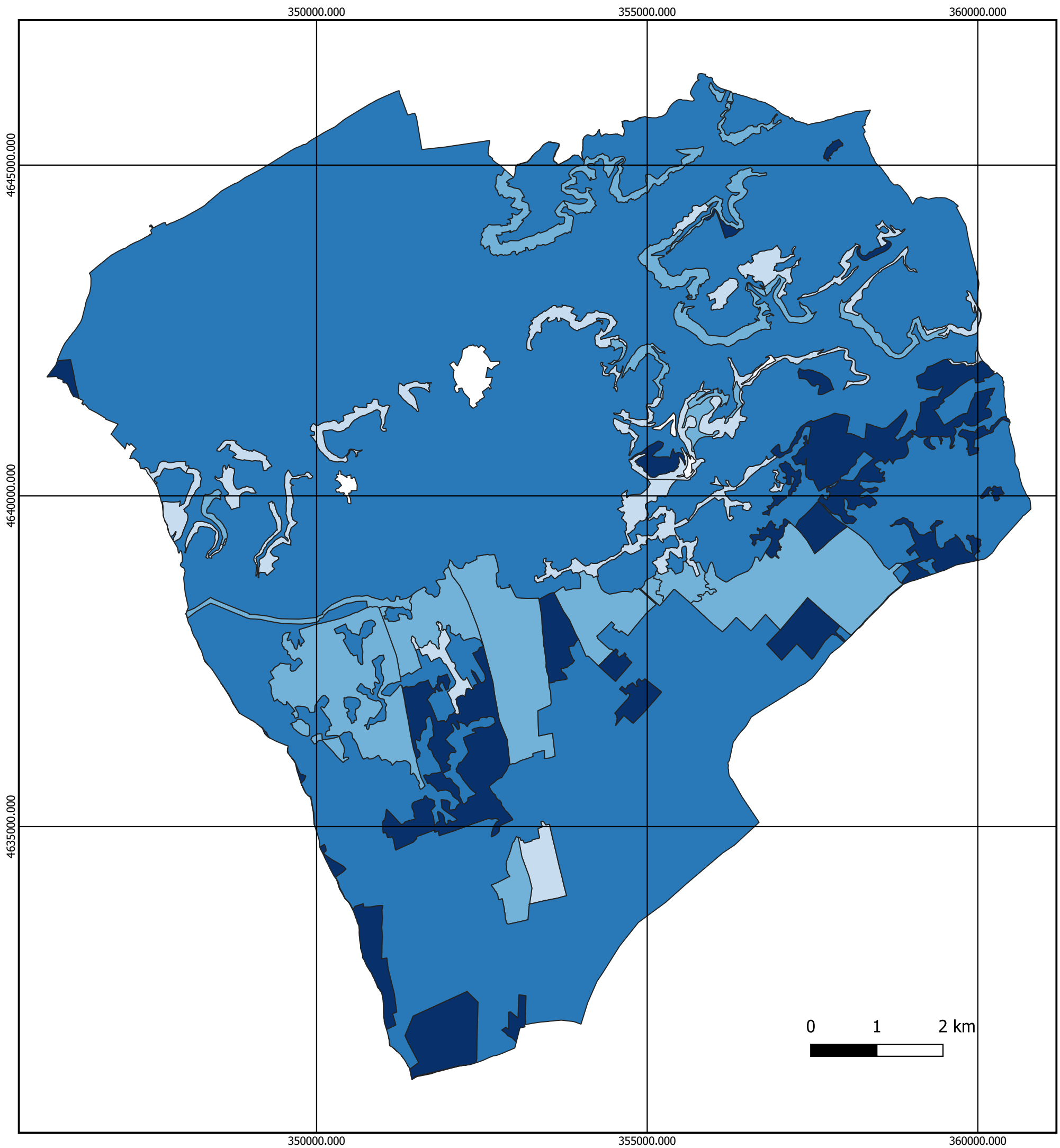
LOCALIZACIÓN: Ampudia (Palencia)
FECHA: 10/06/2019



Firmado:

Universidad de Valladolid

Jorge López Fernandez



Unidades Ecosistémicas (UE) definidas a partir del tratamiento de la Base de Datos (DB) del Mapa Forestal Español (MFE50)

Unidades de la Leyenda en € por hectárea de terreno perteneciente a la Unidad Ecosistémica analizada para los SE de provisión

LEYENDA	
SE_AMPUDIA_PA	
0 - 225	
225 - 450	
450 - 676	
676 - 901	
901 - 1126	

Estudio/Proyecto: Análisis y valoración económica de los Servicios Ecosistémicos del término municipal de Ampudia (Palencia)

PLANO 2: Valoración de los Servicios Ecosistémicos de Provisión

Escala 1:60.000
DATUM-ETR89_H30N

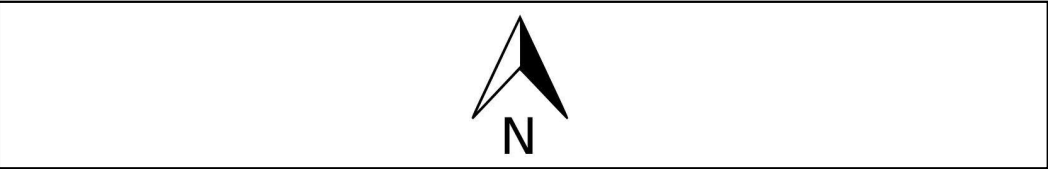
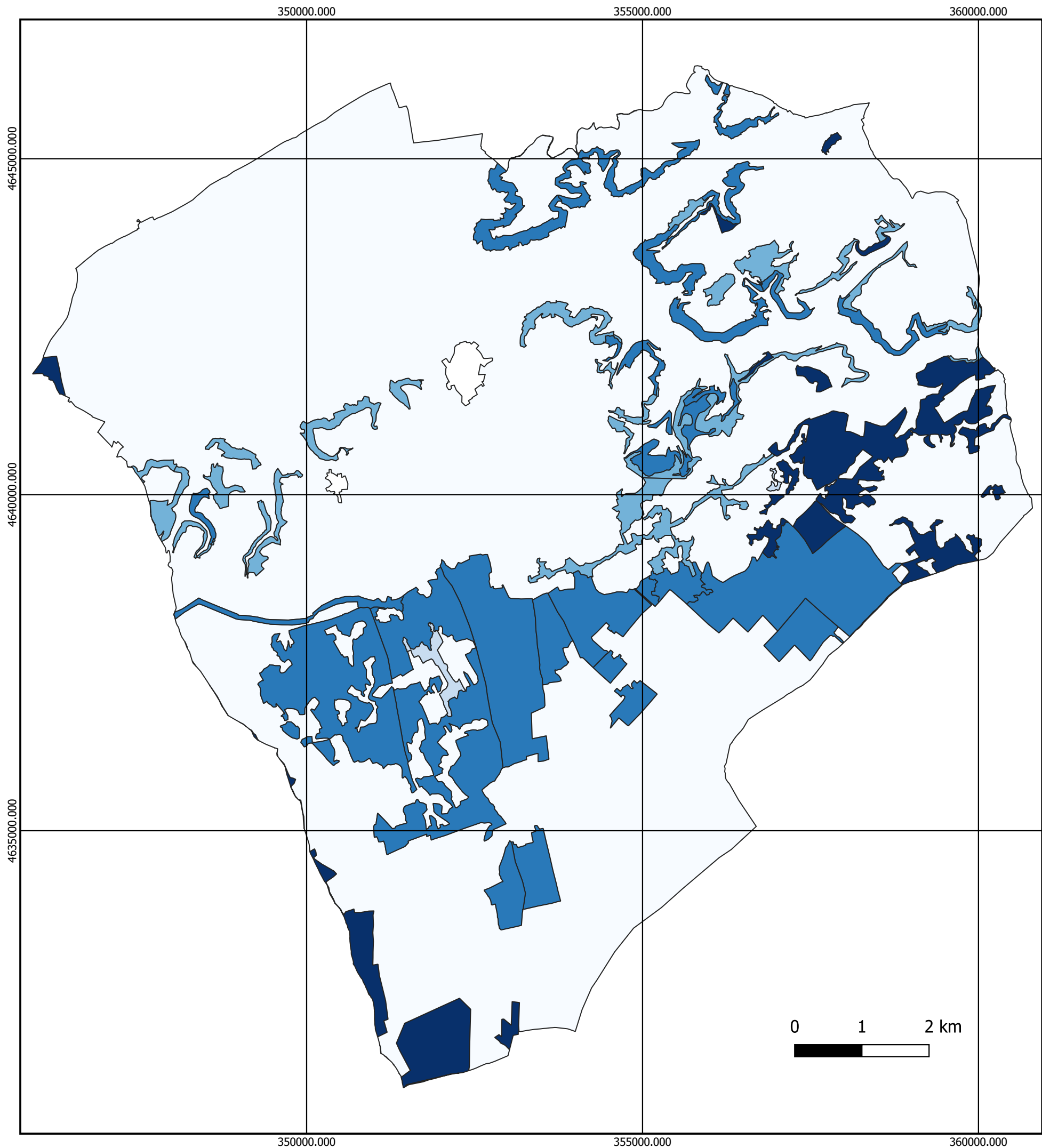
LOCALIZACIÓN: Ampudia (Palencia)
FECHA: 10/06/2019



Firmado:

Universidad de Valladolid

Jorge López Fernandez

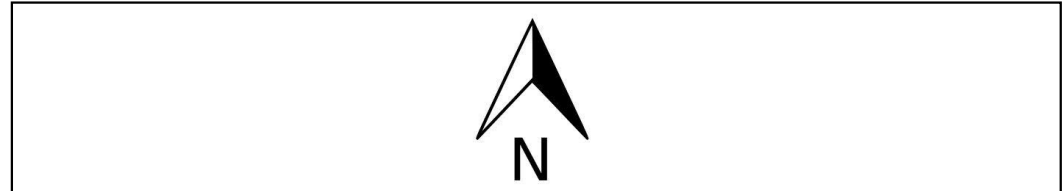
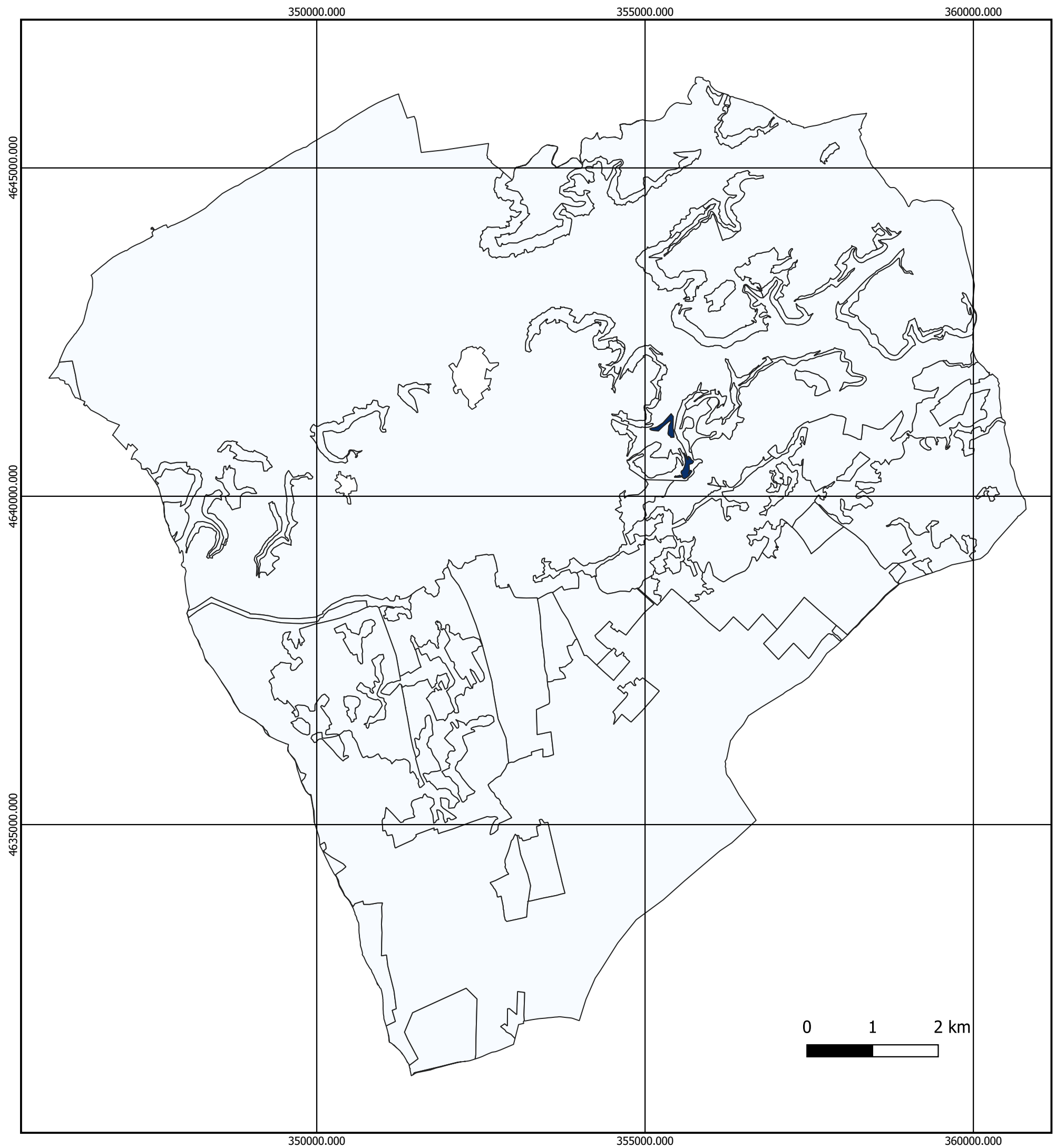


Unidades Ecosistémicas (UE) definidas a partir del tratamiento de la Base de Datos (DB) del Mapa Forestal Español (MFE50)

Unidades de la Leyenda en € por hectárea de terreno perteneciente a la Unidad Ecosistémica analizada para los SE de Regulación

LEYENDA	
SE_AMPUDIA_PA	
0.0 - 1086.7	
1086.7 - 2173.4	
2173.4 - 3260.1	
3260.1 - 4346.8	
4346.8 - 5433.4	

Estudio/Proyecto: Análisis y valoración económica de los Servicios Ecosistémicos del término municipal de Ampudia (Palencia)	
PLANO 3: Valoración de los Servicios Ecosistémicos de Regulación.	
Escala 1:60.000 DATUM-ETR89_H30N	LOCALIZACIÓN: Ampudia (Palencia) FECHA: 10/06/2019
	Firmado:
Universidad de Valladolid	Jorge López Fernandez



Unidades Ecosistémicas (UE) definidas a partir del tratamiento de la Base de Datos (DB) del Mapa Forestal Español (MFE50)

Unidades de la Leyenda en € por hectárea de terreno perteneciente a la Unidad Ecosistémica analizada para los SE culturales

LEYENDA	
SE_AMPUDIA_PA	
	0 - 6
	6 - 12
	12 - 19
	19 - 25
	25 - 31

Estudio/Proyecto: Análisis y valoración económica de los Servicios Ecosistémicos del término municipal de Ampudia (Palencia)

PLANO 4: Valoración de los Servicios Ecosistémicos Culturales

Escala 1:60.000
DATUM-ETR89_H30N

LOCALIZACIÓN: Ampudia (Palencia)
FECHA: 10/06/2019



Firmado:

Universidad de Valladolid

Jorge López Fernandez