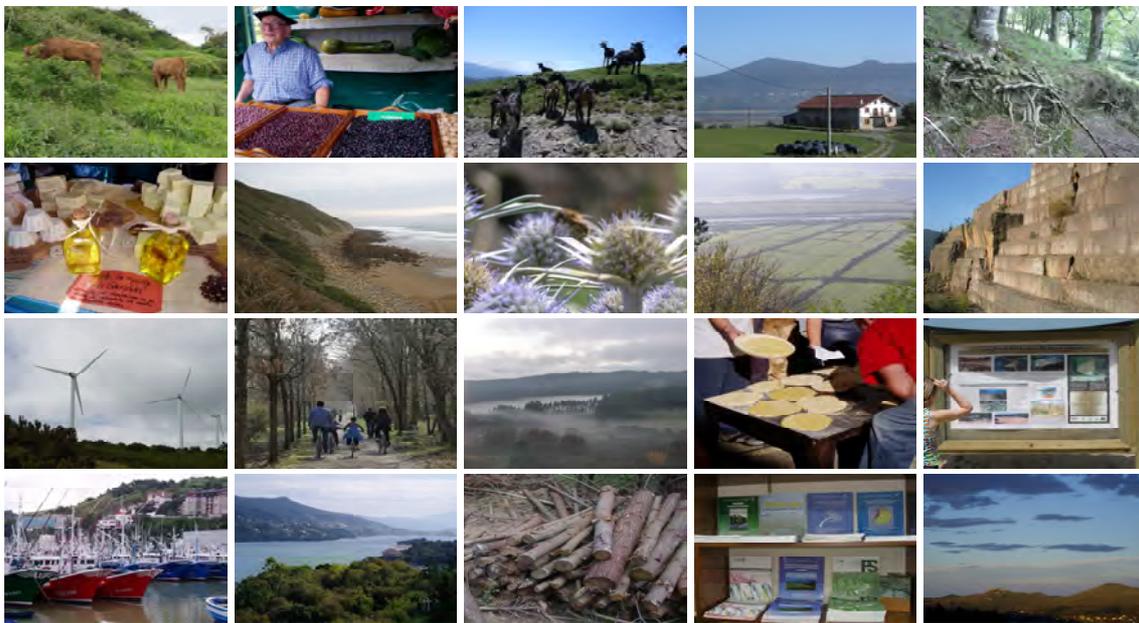


Guía metodológica para el cartografiado de los Servicios de los Ecosistemas de Euskadi



Guía metodológica para el cartografiado de los Servicios de los Ecosistemas de Euskadi

Elaborado por: Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y
Educación Ambiental de la UPV
www.ehu.es/cdsea/
iraunkortasun.katedra@ehu.es

Año: 2016

Financiado por: Gobierno Vasco y Diputación Foral de Bizkaia

ÍNDICE

LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS.....	1
CARTOGRAFIADO DE SERVICIOS.....	1
1. UNIDADES AMBIENTALES.....	1
2. SELECCIÓN DE PROXIES.....	3
3. METODOLOGÍA PARA EL CARTOGRAFIADO DE LOS PROXIES	
3.1 Conservación de la diversidad natural.....	7
3.2 Abastecimiento de alimentos (agricultura y ganadería).....	11
3.3 Abastecimiento de agua.....	18
3.4 Abastecimiento de madera.....	24
3.5 Almacenamiento de carbono.....	27
3.6 Amortiguación de inundaciones.....	31
3.7 Polinización.....	36
3.8 Recreo.....	40
3.9 Disfrute estético del paisaje.....	47
4. BIBLIOGRAFÍA.....	53

LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

La diversidad natural y los servicios de los ecosistemas están estrechamente ligados. Existen claras evidencias de que los cambios en la diversidad natural están repercutiendo directa o indirectamente sobre el bienestar humano, ya que comprometen el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad de generar servicios esenciales para la sociedad.



CARTOGRAFIADO DE SERVICIOS

La cuantificación y el cartografiado de los servicios de los ecosistemas se consideran requerimientos esenciales para la implementación del concepto de los servicios de los ecosistemas en la toma de decisiones sobre la planificación y la gestión sostenible del territorio. Conocer la distribución espacial de los diferentes servicios ofrece una información muy importante para identificar zonas claves a conservar y/o restaurar que deben formar parte de la red de infraestructuras verdes.

1. UNIDADES AMBIENTALES

Las unidades ambientales son un conjunto de ecosistemas de carácter operativo utilizadas para valorar y cartografiar los servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad. Su identificación se realiza mediante la agrupación de todos los hábitats EUNIS presentes en la CAPV, teniendo en cuenta distintos factores (estructura, naturalidad, uso, etc.). Así, se identificaron un total de 25 unidades ambientales (Tabla 1; Figura 1). Para ello, se utilizó el mapa EUNIS 1:10.000 (Servicio de descarga ftp geo.euskadi: CT_HAB_EUNIS_2009_10000_ETRS89.zip).

UNIDADES AMBIENTALES	CÓDIGOS EUNIS	ÁREAS (ha)
Marismas y carrizales salinos	A2.511; A2.63C; A2.636; A2.651; A2.654; A2.658	343
Hábitats costeros	B1.1; B1.21; B1.31; B1.32; B1.42; B2; B2.12; B3.11; B3.23; B3.31; F4.231	2.348
Aguas superficiales continentales	C1; C1.(X); C1.1; C1.32; C1.33; C1.34; C1.6; C1.66; C2; C2.12; C2.12(X); C2.3; C2.4; C3.2; C3.21; C3.22; C3.23; C3.24; C3.26; C3.42; C3.52; C3.55	2.254
Turberas y zonas fangosas	D1.2; D2.3; D4.11; D4.14; D5.11; D5.24; D5.3; D4.15; D5.13; D5.21; D6.21	261
Prados y setos	E1.26; E1.27; E1.31; E1.42; E1.53; E1.53(X); E1.6; E1.72; E1.72(X); E1.73; E1.91; E1.A; E2.11; E2.11(X); E2.13(X); E2.13(Y); E2.21; E3.1; E3.1(X); E3.2; E3.41; E3.51; E3.52; E5.6; E6.1; E6.11; E6.13(X); FA.1; FA.3	124.666
Matorrales y arbustos atlánticos (no brezales)	E5.31(X); E5.31(Y); F3.11(X); F3.11(Y); F3.13; F3.15(X); F3.15(Y); F4.21(X); F5.21(Y); F6.11(Z)	13.880
Matorrales y arbustos mediterráneos (no brezales)	E5.33; F2.23; F3.12(X); F3.12(Y); F3.22; F5.132; F5.21(X); F5.22; F5.246; F6.11(X); F6.11(Y); F6.12	7.394
Brezales	F4.12; F4.21(Y); F4.22; F4.23(X); F4.237; F7.44(X); F7.44(X1); F7.44(X2); F7.44(Y); F7.44(Y2); F7.44(Z)	38.392
Bosques de ribera	F9.12(X); F9.12(Y); F9.2(X); F9.2(Y); G1.21; G1.21(X); G1.21(Y); G1.21(Z); G1.31; G1.33	5.916
Hayedos	G1.62; G1.64; G1.66	49.144
Bosques atlánticos de frondosas (dominados por <i>Quercus</i>)	F3.17; G1.77(T); G1.7B1; G1.7D; G1.82; G1.86; G1.86(X); G1.91; G1.92; G1.A1; G1.A1(X); G1.A1(Y); G1.A4; G1.B2; G4.(V); G4.(X); G4.(Y); G4.(Z); G4.C; G4.E; G5.61; G5.62	71.769
Bosques mediterráneos de frondosas	G1.71; G1.77(V); G1.77(X); G1.77(Y); G1.77(Z); G1.7B2; G2.121(X); G2.124(X); G2.124(Y); G2.124(Z)	36.478
Encinares cantábricos	G2.11; G2.121	7.420
Bosque natural de coníferas	G3.49; G3.71; G3.74; G5.63	12.942
Plantaciones de frondosas	G1.C(X); G1.C(Y); G1.C1; G1.C2; G1.C3; G1.D(X); G1.D3; G2.83(X); G4.F; G5.72; G5.75; G5.81*	14.931
Plantaciones de eucalipto	G2.81; G5.73; G5.81*	12.758
Plantaciones de coníferas	G3.F(L); G3.F(M); G3.F(N); G3.F(O); G3.F(P); G3.F(Q); G3.F(R); G3.F(S); G3.F(T); G3.F(U); G3.F(V); G3.F(X); G3.F(Y); G3.F(Z); G5.74; G5.82	18.1347
Vegetación de roquedos	H2.52; H2.6; H2.64; H3.1; H3.1(X); H3.2	4.308
Monocultivos intensivos	FB.4; G2.91; I1.1; I1.1(X); I1.5	79.750
Huertas y viveros	I1.2	3.575
Parques y jardines	I2.1; I2.2; I2.3	1.852
Háb. degradados; invasoras	A2.627; E5.43(X); E5.6(X); H5.31; H5.5; H5.6	2.328
Zonas de extracción industrial: minas y canteras	J3.2; J3.3	2.146
Urbanos y otros relacionados	E2.6; J1; J2; J4; J4.1; J4.2; J4.3; J4.4; J4.5; J4.6; J4.7; J5.1; J6	43.784
Embalses y balsas de agua	J5.3	2.829

Tabla 1. Unidades ambientales, códigos EUNIS que agrupan y área. *La G5.81 aparece en plantaciones de eucalipto cuando en las notas del mapa EUNIS lo identificaba con eucalipto.

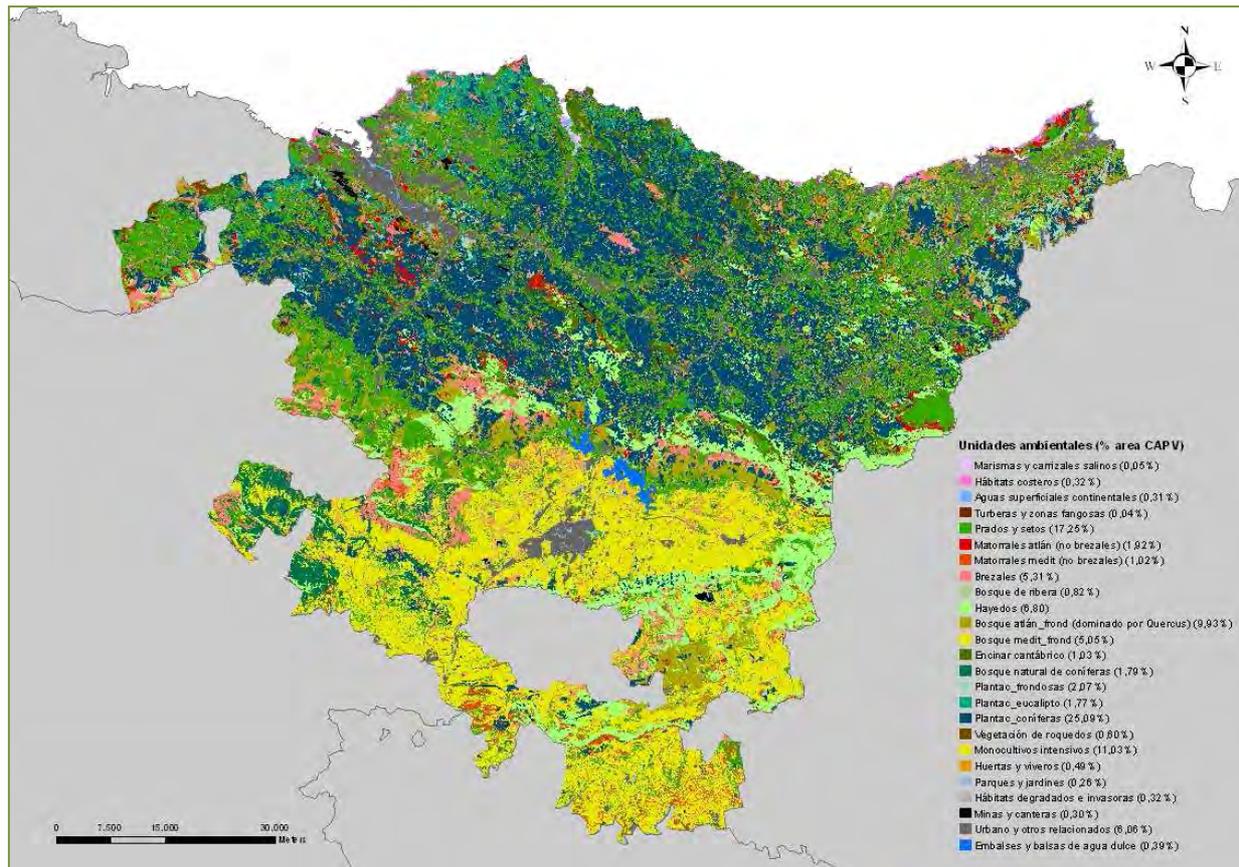


Figura 1. Mapa de unidades ambientales de la CAPV.

2. SELECCIÓN DE PROXIES

Para cartografiar la conservación de la diversidad natural (Tabla 2) y los servicios de los ecosistemas en la CAPV (Tabla 3, 4 y 5) ha sido seleccionado un proxy para cada uno en función de la información y la cartografía disponible.

PROXY	MÉTODO
Conservación de la diversidad natural	<p>Índice de diversidad natural</p> <p>IDN= R + C + P+G*</p> <p>IDN= Índice de diversidad natural</p> <p>R = Riqueza de especies (únicamente especies de plantas vasculares nativas)</p> <p>C = Calidad del hábitat</p> <p>P = Grado de protección</p> <p>G*= Patrimonio geológico. *Únicamente se tendrán en cuenta los LIGs que se encuentran en áreas sin ningún grado de protección.</p>

Tabla 2. Proxy y método seleccionado para mapear la conservación de la diversidad natural.

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO	PROXIES	MÉTODOS
Abastecimiento de alimentos (agricultura y ganadería)	Rendimiento medio de alimentos para el ser humano (agricultura y ganadería)	<p>RA= P/S</p> <p>RA= Rendimiento medio cultivo agrícola que produce alimento para el ser humano (Tm/ha)</p> <p>P = Producción anual del cultivo agrícola (Tm)</p> <p>S= Superficie que ocupa cada cultivo agríc. (ha)</p>
		<p>RG= P/S</p> <p>RG= Rendimiento medio del ganado sacrificado (Tm/ha)</p> <p>P = Peso en canal total medio del ganado sacrificado (Tm)</p> <p>S= Superficie que ocupan los pastos donde se alimenta el ganado (ha)</p>
Abastecimiento de agua	Cantidad de agua abastecida anualmente	<p>AB= P-ET</p> <p>AB= Abastecimiento total anual (mm/año)</p> <p>P= Precipitación total anual (mm/año)</p> <p>ET= Evapotranspiración total anual (mm/año)</p>
Abastecimiento de madera	Tasa de crecimiento actual de las plantaciones forestales	<p>TC= IAVC/S</p> <p>TC= Tasa de crecimiento de la especie (m³/año/ha)</p> <p>IAVC = Incremento anual del volumen con corteza (m³/año) de cada especie</p> <p>S= Superficie que ocupa cada especie (ha)</p>

Tabla 3. Proxies y métodos seleccionados para mapear los servicios de abastecimiento de los ecosistemas.

SERVICIOS DE REGULACIÓN	PROXIES	MÉTODOS
Almacenamiento de carbono	Contenido de carbono (C) total	<p>CT= CBv + CBm + CS</p> <p>CT= Contenido de C total (tC/ha) CBv= Contenido de C en biomasa viva (tC/ha) CBm= Contenido de C en biomasa muerta (tC/ha) CS= Contenido de C en el suelo (tC/ha)</p> <p>CBv= V * FEB * (1 + R) * Dm * FCms</p> <p>V= Volumen tronco con corteza (m³/ha) FEB= Factor de expansión de la biomasa R= Relación raíz/vástago Dm= Densidad de la madera (tms/m³) FCms=Fracción de C en materia seca (gC/gms)</p> <p>V= EMCC/S</p> <p>EMCC= Existencias maderables con corteza de la especie (m³) S= Superficie ocupada por especie (ha)</p>
Amortiguación de inundaciones	Potencial máximo de retención de agua de lluvia	<p>S = (254100/NC) -254</p> <p>S= Potencial máximo de retención de agua de lluvia (mm) NC =Número de curva</p>
Polinización	Índice de abundancia probable de polinizadores anidando en cada zona	Modulo de polinización del programa InVEST

Tabla 4. Proxies y métodos seleccionados para mapear los servicios de regulación de los ecosistemas.

SERVICIOS CULTURALES	PROXIES	MÉTODOS
Recreo	Índice de recreo	<p>R = PR + CR</p> <p>R = Índice de recreo PR = Potencial para el recreo CR = Capacidad para el recreo</p> <p>PR = N + P + A + G + R</p> <p>N = Índice de naturalidad P = Grado de protección A = Presencia de masas de agua superficiales (ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras y embalses) G = Patrimonio geológico de interés turístico R = Presencia de cimas (montañas)</p> <p>CR = A + I</p> <p>A = Accesibilidad I = Presencia de infraestructuras artificiales (áreas recreativas, bodegas, museos, parques temáticos, parques ecológicos, parques provinciales, centros de interpretación, centros temáticos y centros BTT) y naturales (cuevas y zonas de escalada), hitos paisajísticos y puntos de observación de aves</p>
Disfrute estético del paisaje	Índice estética del paisaje	<p>EP = P + R + Pa + A + HP - EN</p> <p>EP = Índice estética del paisaje P = Percepción de la sociedad R = Tipo de relieve Pa = Diversidad de paisajes A = Presencia de masas de agua superficiales HP = Influencia de hitos paisajísticos EN = Influencia de elementos negativos</p>

Tabla 5. Proxies y métodos seleccionados para mapear los servicios culturales de los ecosistemas.

3. METODOLOGÍA PARA EL CARTOGRAFIADO DE LOS PROXIES

3.1 CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD NATURAL

La diversidad natural es la base del funcionamiento de los servicios de los ecosistemas, por lo que su conservación y gestión sostenible es fundamental para un buen funcionamiento de los mismos. La diversidad natural de un territorio está compuesta por dos componentes: el patrimonio biológico y el patrimonio geológico.

Para cartografiar la conservación de la diversidad natural en la CAPV se ha utilizado como proxy el índice de diversidad natural calculado mediante la siguiente fórmula:

$$IDN = R + C + P + G^*$$

Donde:

IDN= Índice de diversidad natural

R = Riqueza de especies (únicamente especies de plantas vasculares nativas)

C = Calidad del hábitat

P = Grado de Protección

G* = Patrimonio geológico. *Únicamente se tendrá en cuenta en aquellas áreas que no exista ningún grado de protección.

Riqueza de especies

Para calcular la riqueza de especies únicamente se ha tenido en cuenta el número de especies de plantas vasculares nativas, ya que los datos de otros grupos como briófitos, invertebrados, mamíferos, hongos, etc. en la CAPV son escasos. Estos datos se han obtenido de la bibliografía (Amezaga et al. 2004; Arnáiz and Loidi 1981, 1982; Benito and Onaindia, 1991; Calviño-Cancela et al. 2012; Dech et al. 2008; Loidi 1989; Loidi and Herrera 1990; Loidi et al. 1997; Onaindia 1986, 1989; Onaindia et al. 1991, 1996; Onaindia and Mitxelena 2009; Pausa 1994; Peña et al. 2011; Rodríguez-Loinaz et al. 2012; SIVIM) para cada unidad ambiental. Los datos han sido clasificados en 4 rangos iguales: 1=<25 especies, 2=25-50 especies, 3=51-75 especies y 4=>75 especies (Tabla 6).

Unidades Ambientales	Riqueza de especies	Calidad del hábitat
Marismas y carrizales salinos	2	4
Hábitats costeros	2	4
Aguas superficiales continentales	1	4
Turberas y zonas fangosas	3	4
Prados y setos	2	2
Matorrales y arbustos	2	3
Brezales	3	3
Bosques de ribera	4	4
Hayedos	3	4
Bosques de frondosas	4	4
Encinares cantábricos	3	4
Bosques naturales de coníferas	3	4
Plantaciones de frondosas	3	1
Plantaciones de eucalipto	2	1
Plantaciones de coníferas	3	1
Vegetación de roquedos	4	4
Monocultivos intensivos	1	1
Huertas y viveros	1	1
Parques y jardines	1	1
Hábitat degradados y especies invasoras	1	1
Zonas de extracción industrial: minas y canteras	1	1
Urbano y otros relacionados	1	1
Embalses y balsas de agua dulce	1	1

Tabla 6. Valores asignados a cada unidad ambiental en función de la riqueza de especies y la calidad del hábitat. Riqueza de especies: 1=<25 especies, 2 = 25- 50 especies, 3= 51- 75 especies y 4= >75 especies; Calidad del hábitat: 4 = unidades más maduras o en etapas de sucesión finales y 1 = unidades menos maduras, y por tanto de menor calidad de hábitat.

Calidad del hábitat

La calidad del hábitat es un indicador de la estructura y madurez de los diferentes ecosistemas que proveen hábitat a las especies. En general, los ecosistemas menos maduros presentan una estructura poco compleja con hábitats de menor calidad, por

lo que predominan las especies generalistas. Sin embargo, los ecosistemas más maduros o clímax presentan una estructura mucho más compleja con hábitats de gran calidad, albergando a especies con requerimientos de hábitats más específicas, y por lo tanto más vulnerables. La vegetación potencial de la mayor parte de la CAPV está constituida por bosques naturales, excepto en la zona costera donde son los hábitats costeros los que constituyen la vegetación potencial (Aseguinolaza et al., 1988). Los prados y matorrales se corresponden con la primera y segunda etapa de sucesión, respectivamente (Biurrun et al., 2009). Siguiendo este criterio, se asignaron valores del 1 al 4 a las unidades ambientales, asignando el valor 4 a las unidades más maduras o en etapas de sucesión finales y el valor 1 a las unidades menos maduras, y por tanto de menor calidad de hábitat. Los valores asignados a cada unidad ambiental se muestran en la tabla 6.

Grado de protección

En la CAPV existen áreas declaradas bajo la figura de Biotopo Protegido, Parque Natural, Reserva de la Biosfera, Humedal RAMSAR, Red Natura 2000 y Hábitat de Interés Comunitario que se encuentran bajo cierto grado de protección. La presencia de especies de fauna y flora relevantes para la conservación de la biodiversidad y la presencia de paisajes y ecosistemas singulares han sido considerados para la declaración y protección de estas áreas. Teniendo en cuenta estos criterios, las áreas protegidas se han valorado con un 1 y las que no con un 0. Para ello, se han utilizado los mapas de Natura 2000 1:25.0000 (RN2000_ES21_25000_ETRS89.zip), Humedales RAMSAR 1:25.0000 (Ramsar_ES21_25000_ETRS89.zip), Espacios Naturales Protegidos 1:25.0000 (ENP_ES21_25000_ETRS89.zip), Reserva de la Biosfera 1:25.0000 (MaB_ES21_25000_ETRS89.zip) y Hábitats de Interés Comunitario 1:10.0000 (HAB_INT_COMUNIT_2012_10000_ETRS89.zip). Todos los mapas han sido obtenidos del servicio de descarga ftp geoeuskadi.

Patrimonio geológico

El sustrato geológico es una parte fundamental del ecosistema, ya que determina los distintos hábitats que son habitados por distintas especies. Esta característica del ecosistema ya queda reflejada tanto en la riqueza de especies como en la calidad del

hábitat y en el grado de protección. Sin embargo, algunas áreas que son importantes únicamente por su singularidad geológica, no quedan reflejadas en esos factores. Por ello, se tuvieron en cuenta los 150 Lugares de Interés Geológico (LIGs) que han sido identificados en la CAPV por sus características geológicas singulares (afloramientos importantes, presencia de fósiles, estructuras singulares, etc.) y aportan un valor añadido a la diversidad natural del territorio. Teniendo en cuenta estos criterios, los LIGs que se encuentran en áreas sin ningún grado de protección se han valorado con un 1 y el resto con un 0. Para ello, se han utilizado el mapa de LIGs 1:25.0000 (Servicio de descarga ftp geoekadi: CT_LIG_25000_ETRS89.zip).

Una vez calculado el índice de diversidad natural se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos. En la tabla 7 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar la conservación de la diversidad natural.

Índice de diversidad natural (IDN)	Conservación de la diversidad natural
2	Muy bajo o nulo
3-4	Bajo
5	Medio
6-7	Alto
8-9	Muy alto

Tabla 7. Valor de la conservación de la diversidad natural asignado a cada rango del índice de diversidad natural.

En la figura 2 se representa la importancia de cada área para la conservación de la diversidad natural.

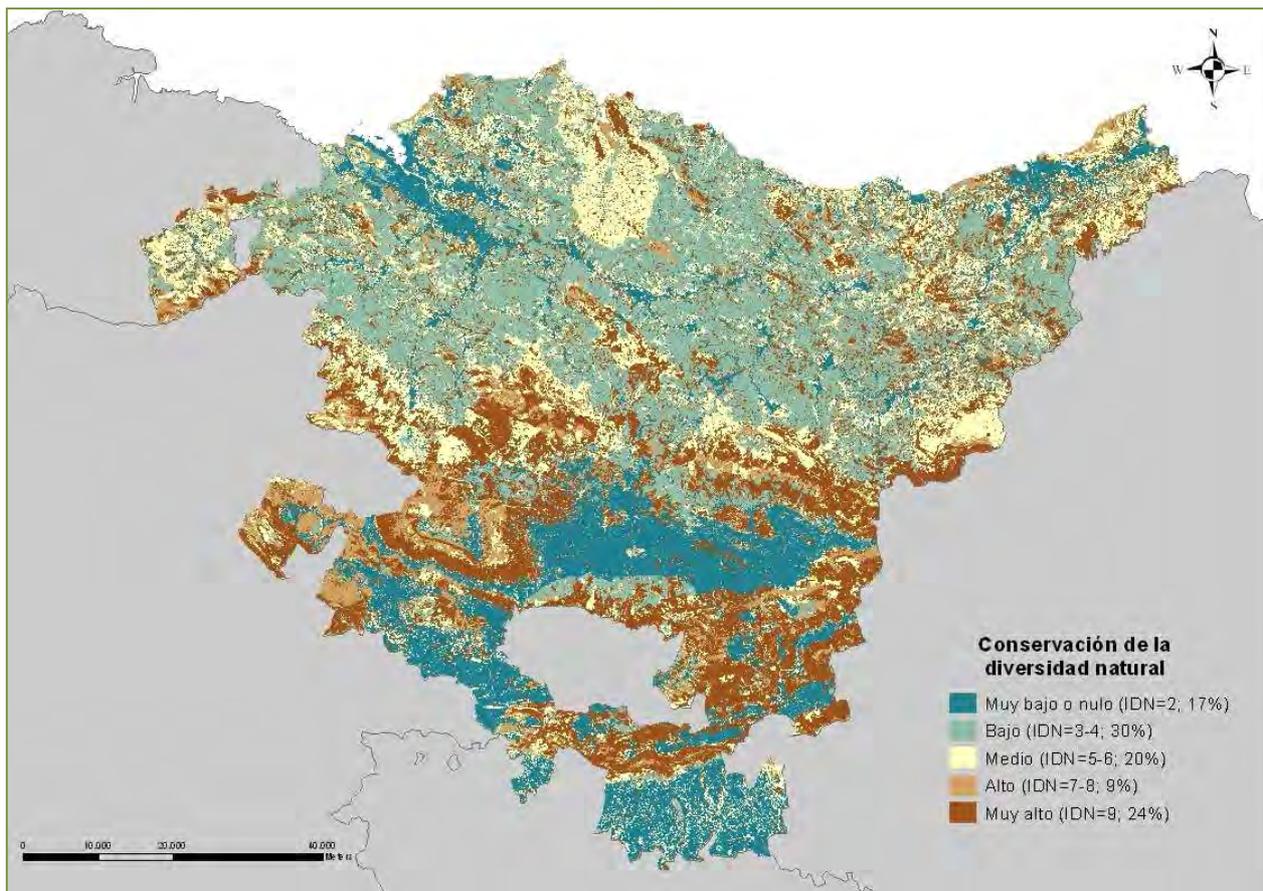


Figura 2. Mapa de conservación de conservación de la diversidad natural.

3.2 ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS (agricultura y ganadería)

Los ecosistemas terrestres de la CAPV abastecen a la población de una gran cantidad de alimentos, algunos de los cuales son silvestres (setas, caza, frutos, etc.) y otros muchos cultivados (agricultura y ganadería).

En este proyecto para el cálculo del servicio de abastecimiento de alimentos en la CAPV se han tenido en cuenta únicamente los alimentos cultivados obtenidos tanto de la agricultura como de la ganadería.

ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS (cultivos agrícolas)

Para cartografiar el servicio de abastecimiento de alimentos (cultivos agrícolas) en la CAPV se ha utilizado como proxy el rendimiento medio de los principales cultivos agrícolas que producen alimento para el ser humano calculado mediante la siguiente fórmula:

$$RA = P/S$$

Donde:

RA= Rendimiento medio del cultivo agrícola (Tm/ha)

P = Producción anual del cultivo agrícola (Tm)

S= Superficie que ocupa cada cultivo agrícola (ha)

Los datos de producción anual y de superficie que ocupan los diferentes cultivos agrícolas han sido obtenidos de la estadística agraria del Gobierno Vasco para los tres Territorios Históricos para el periodo 2000-2014. El rendimiento medio de cada cultivo agrícola para cada Territorio Histórico calculado se muestra en la Tabla 8.

Tipos de Cultivos	Rendimiento medio (Tm/ha)		
	BIZKAIA	GIPUZKOA	ARABA
Cultivos de cereal, patata y remolacha	14,83	10,98	9,23
Huertas y viveros	18,79	22,03	17,00
Cultivos de frutales	8,00	5,26	11,00
Viñedos	5,85	7,97	6,27
Cultivos de maíz	3,00	3,00	4,00
Cultivos de manzana	8,60	4,85	11,01
Cultivos de kiwi	12,00	13,00	12,32
Cultivos de nogales	3,36	7,95	12,14
Olivar	-	-	12,14
Cultivos de almendros	-	-	12,14

Tabla 8. Datos de rendimiento medio (Tm/ha) para cada tipo de cultivo y cada Territorio Histórico de la CAPV para el periodo 2000-2014.

En el caso de Araba para calcular el rendimiento medio de los cultivos de cereal, patata y remolacha se tuvieron en cuenta los datos de producción y superficie de los cereales (maíz, trigo, cebada, avena y centeno), de la patata total y de la remolacha azucarera. En el caso de Bizkaia y Gipuzkoa únicamente se cultiva maíz como cereal y no se cultiva remolacha azucarera, así que para calcular el rendimiento medio de los cultivos de cereal y patata se tuvo en cuenta únicamente los datos del maíz y de la

patata total. Para calcular el rendimiento medio del resto de cultivos en los tres Territorios Históricos se tuvieron en cuenta los datos de producción y superficie de los siguientes cultivos:

- *Huertas y viveros*: lechuga, tomate, pimiento, puerro, col, coliflor, ajo, cebolla, guisantes, habas y judías verdes.
- *Cultivo de frutales*: manzana, peral, kiwi y nogal.
- *Viñedos*: uva transformada.

Para el caso del cultivo de aceituna (olivar) y de almendras no se poseen datos de producción, por lo que se ha utilizado como dato aproximado los datos de los nogales en Araba, por ser un cultivo similar y porque estos cultivos sólo se dan en este Territorio Histórico.

Para el cartografiado de este servicio se tomo como base cartográfica las unidades ambientales elaboradas dentro del proyecto. Así, se seleccionaron las unidades ambientales correspondientes a monocultivos intensivos, huertas y viveros y plantaciones de frondosas para asignarle el valor correspondiente y al resto de unidades ambientales se les asignó un valor nulo para el servicio. En el caso de los monocultivos intensivos se utilizo el mapa EUNIS 1:10.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_HAB_EUNIS_2009_10000_ETRS89.zip) y el mapa de Vegetación 1:10.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_VEGETACION_10000_ETRS89.zip) para identificar el tipo de cultivo (Viñedos, Olivar, terrenos arados desnudos o en barbecho y monocultivos intensivos en el mapa EUNIS y cultivos de cereal, patata y remolacha en el mapa de Vegetación del País Vasco) y asignarle el valor correspondiente a cada cultivo (Tabla 8). En el caso de las plantaciones de frondosas se utilizo el mapa EUNIS 1:10.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_HAB_EUNIS_2009_10000_ETRS89.zip) para identificar los cultivos, plantaciones de almendros y plantaciones de otros frutales, y asignarle el valor correspondiente a cada cultivo (Tabla 8), mientras que al resto de Hábitats de esta unidad se les asignó un valor nulo para el servicio. Además, se utilizó el mapa de Territorios 1:5.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CB_TERRITORIOS_5000_ETRS89.zip) para identificar los cultivos que pertenecen a cada Territorio Histórico.

Previa a la asignación de los valores correspondientes, todas aquellas manchas que poseían varios hábitats (alguno relacionado con los cultivos agrícolas) fueron revisadas mediante ortofoto para identificar y redibujar concretamente la mancha que poseía el hábitat requerido. También fueron revisadas todas las manchas identificadas como “*Terrenos arados desnudos o en barbecho*” para comprobar el uso real que poseían. Así, aquellas que no eran terrenos arados o en barbecho fueron eliminadas. También se revisaron aquellas manchas en las que en las notas aparecían algunos de los hábitats buscados o en las que se identificaban algunos tipos de cultivos específicos como maíz, manzanos, kiwi o nogales, para adjudicarles así el tipo de cultivo específico que poseía la mancha y asignarle su valor correspondiente.

Una vez calculado el rendimiento medio de los principales cultivos agrícolas de la CAPV que producen alimento para el ser humano se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 9 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de abastecimiento de alimentos (cultivos agrícolas).

Rendimiento medio del cultivo agrícola (RA) (Tm/ha)	Servicio de abastecimiento de alimentos (cultivos agrícolas)
<3	Muy bajo o nulo
3-6	Bajo
7-9	Medio
10-15	Alto
>15	Muy alto

Tabla 9. Valor del servicio asignado a cada rango del rendimiento medio.

ABASTECIMIENTO DE ALIMENTOS (ganadería)

Para cartografiar el servicio de abastecimiento de alimentos (ganadería) en la CAPV se ha utilizado como proxy el rendimiento medio del ganado sacrificado calculado mediante la siguiente fórmula:

$$RG = P/S$$

Donde:

RG= Rendimiento medio del ganado sacrificado (Tm/ha)

P = Peso en canal total medio del ganado sacrificado (Tm)

S= Superficie que ocupa los pastos donde se alimenta el ganado (ha)

Los datos de peso en canal total del ganado sacrificado para las diferentes clases de ganado han sido obtenidos de la estadística oficial sobre sacrificio del ganado del Gobierno Vasco para los tres Territorios Históricos para el periodo 1997-2008. Sólo se ha contabilizado aquellas clases de ganado que se alimentan de los prados del País Vasco (bovino, ovino, caprino y equino y cuya procedencia era el País Vasco). El peso en canal total medio de cada clase de ganado sacrificado para cada Territorio Histórico calculado se muestra en la Tabla 10.

Los datos de superficie que ocupan los prados de los que se alimenta el ganado en los tres Territorios Históricos (Tabla 10) han sido calculados a partir del mapa EUNIS 1:10.000 y del mapa de Territorios 1:5.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_HAB_EUNIS_2009_10000_ETRS89.zip y CB_TERRITORIOS_5000_ETRS89.zip). Para calcular este dato se tuvieron en cuenta los siguientes prados: E1.26; E1.27; E1.31; E1.42; E1.53; E1.53(X); E1.6; E1.72; E1.72(X); E1.73; E1.91; E1.A; E2.11; E2.11(X); E2.13(X); E2.13 (Y); E2.21; E3.1; E3.1(X); E3.41; E3.51 (Ver Tabla 1).

El rendimiento medio del ganado sacrificado para cada Territorio Histórico calculado se muestra en la Tabla 10.

Para el cartografiado de este servicio se tomo como base cartográfica las unidades ambientales elaboradas dentro del proyecto. Así, se seleccionaron las unidades ambientales correspondientes a prados y setos y se identificaron aquellos prados

que sirven de alimento para el ganado en los tres Territorios Históricos utilizando el mapa EUNIS 1:10.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_HAB_EUNIS_2009_10000_ETRS89.zip) y el mapa de Territorios 1:5.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CB_TERRITORIOS_5000_ETRS89.zip). Una vez identificados se les asignó el valor correspondiente y al resto de unidades ambientales se les asignó un valor nulo para el servicio.

Clases de ganado	Peso en canal total medio (Tm)		
	BIZKAIA	GIPUZKOA	ARABA
Bovino	5.978	7.638	1.431
Ovino	184	339	265
Caprino	0,46	4,40	3,12
Equino	19	79	43
TOTAL	6.182	8.060	1.742
Superficie (ha)			
Prados	43.392	40.262	37.828
Rendimiento (Tm/ha)			
	0,14	0,20	0,05

Tabla 10. Datos de peso en canal total medio (Tm) para cada clase de ganado sacrificado y para el total de cada Territorio Histórico de la CAPV para el periodo 1997-2008. Datos sobre superficie (ha) que ocupan los prados que sirven de alimento para el ganado y datos de rendimiento medio calculado para los tres Territorios Históricos.

Una vez calculado el rendimiento medio del ganado sacrificado de la CAPV se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 11 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de abastecimiento de alimentos (ganadería).

Rendimiento medio (Tm/ha)	Servicio de abastecimiento de alimentos (ganadería)
0,05	Bajo
0,14	Alto
0,20	Muy alto

Tabla 11. Valor del servicio asignado a cada valor del rendimiento medio.

Una vez calculado el abastecimiento de alimentos mediante cultivos agrícolas y ganadería, se obtuvo el mapa del servicio de abastecimiento de alimentos (agricultura y ganadería) mediante la unión de ambos mapas. Este mapa representa la importancia de cada área para el abastecimiento de alimentos del ser humano (Figura 3).

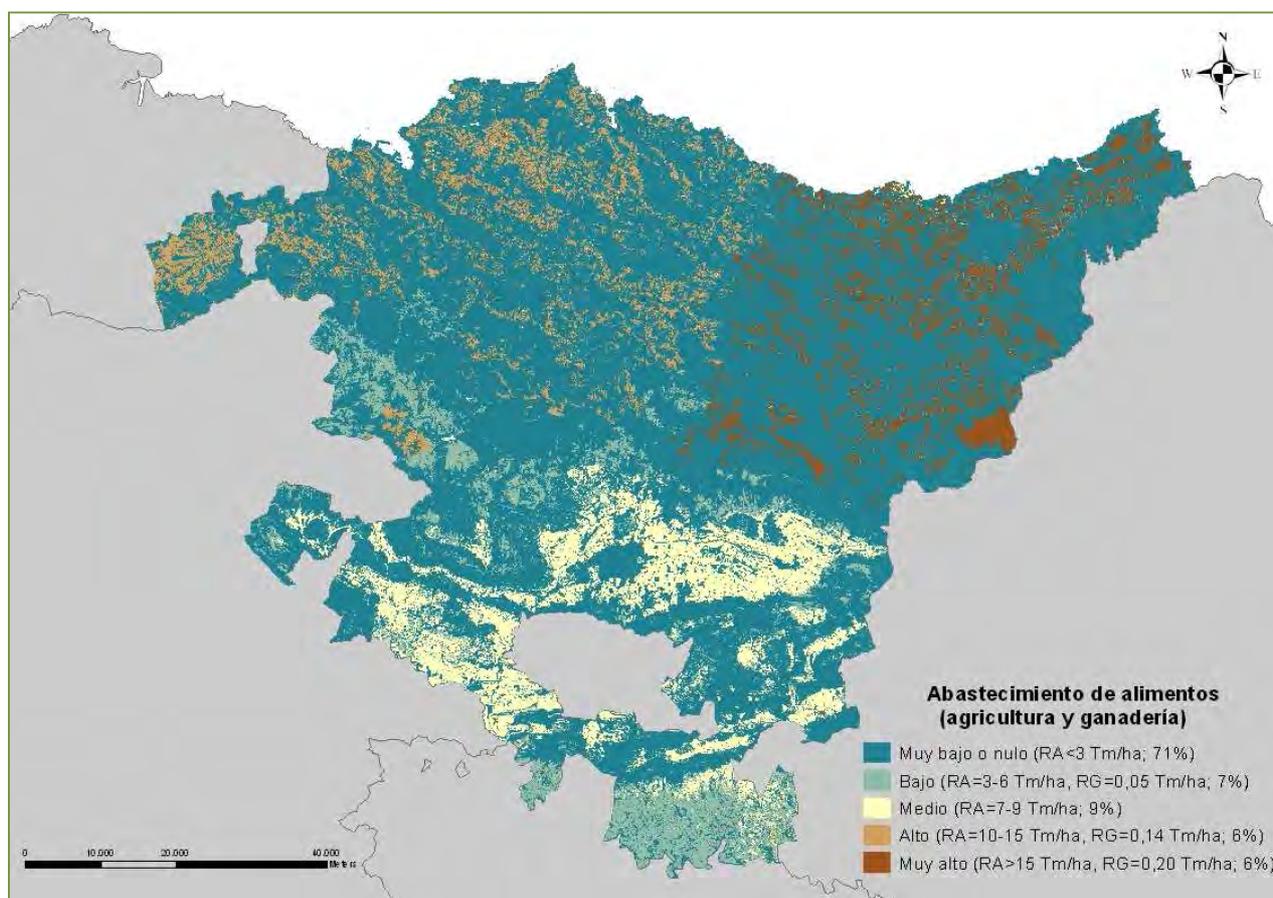


Figura 3. Mapa del servicio de abastecimiento de alimentos (agricultura y ganadería).

3.3 ABASTECIMIENTO DE AGUA

La cantidad de agua disponible en un territorio viene determinada por dos factores principalmente: la precipitación y la evapotranspiración. La temperatura y la cobertura vegetal del suelo influyen principalmente en el régimen de evapotranspiración, mientras que los patrones de precipitación son muy dependientes de las características de las cuencas hidrográficas, como el clima y la topografía.

Para cartografiar este servicio en la CAPV se ha utilizado como proxy la cantidad de agua abastecida anualmente, entendida ésta, como la cantidad de agua que queda disponible tras el proceso de evapotranspiración, la cual ha sido calculada mediante la siguiente fórmula:

$$AB = P - ET$$

Donde:

AB= Abastecimiento total anual (mm/año)

P= Precipitación total anual (mm/año)

ET= Evapotranspiración total anual (mm/año)

En este caso, las unidades de estudio son las cuencas hidrográficas (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: URA0202GUnidadesHidrologicasCAPV_ETRS89.zip). Para aquellas cuencas cuyos límites sobrepasan los límites de la CAPV se consideró como unidad de estudio únicamente la superficie de la cuenca que queda incluida dentro del límite de la CAPV.

Precipitación total anual

Para el cálculo de la precipitación total anual se utilizan los mapas de precipitación total anual del periodo 1980/81 a 2005/06 del Sistema Integrado de Información del Agua (SIA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, obtenidos a partir del módulo de recursos hídricos del Sistema Integrado de Modelización Precipitación Aportación (SIMPA) desarrollado por el Centro de Estudios

Hidrográficos del CEDEX, disponibles en: <http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/simpa.aspx>

Esta cartografía presenta una resolución de 1 km x 1 Km, resolución no adecuada para su uso directo, por lo que se extraen 2.000 puntos aleatorios de dicha cartografía (Figura 4) y por interpolación de estos puntos se genera un nuevo mapa de precipitación con una resolución de 125 m x 125 m (Figura 5).

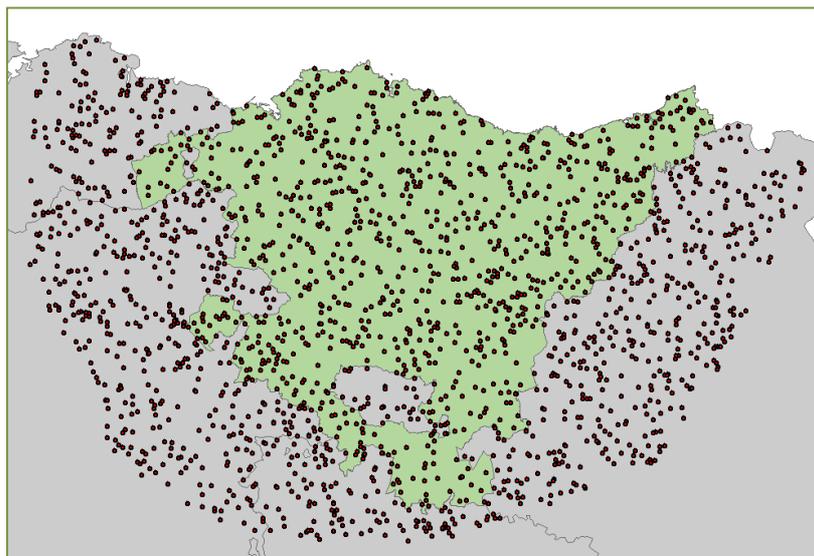


Figura 4. Mapa de 2.000 puntos aleatorios utilizados para interpolar los mapas de precipitación, ET0 y ETr.

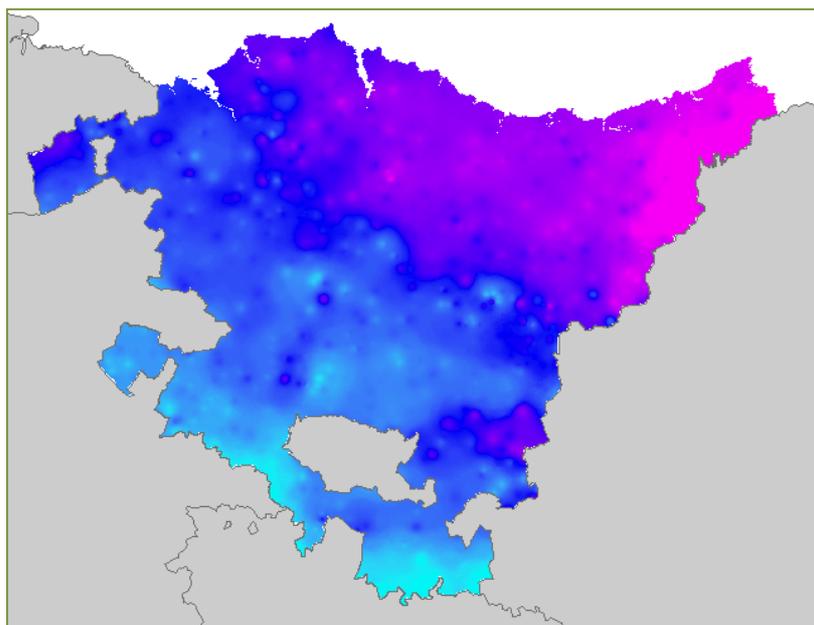


Figura 5. Mapa de precipitación (125 m x 125 m) obtenido de la interpolación de los 2.000 puntos aleatorios extraídos del mapa de precipitación media (1 km x 1 Km) del SIA.

Evapotranspiración total anual

Para el cálculo de la evapotranspiración total anual se utilizan los mapas de evapotranspiración potencial (ET₀) anual del periodo 1980/81 a 2005/06 del Sistema Integrado de Información del Agua (SIA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, obtenidos a partir del módulo de recursos hídricos del Sistema Integrado de Modelización Precipitación Aportación (SIMPA) desarrollado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, disponibles en: <http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/simpa.aspx>

Esta cartografía presenta una resolución de 1 km x 1 Km, resolución no adecuada para su uso directo, por lo que se extraen 2.000 puntos aleatorios de dicha cartografía (Figura 4) y por interpolación de estos puntos se genera un nuevo mapa de ET₀ con una resolución de 125 m x 125 m (Figura 6).

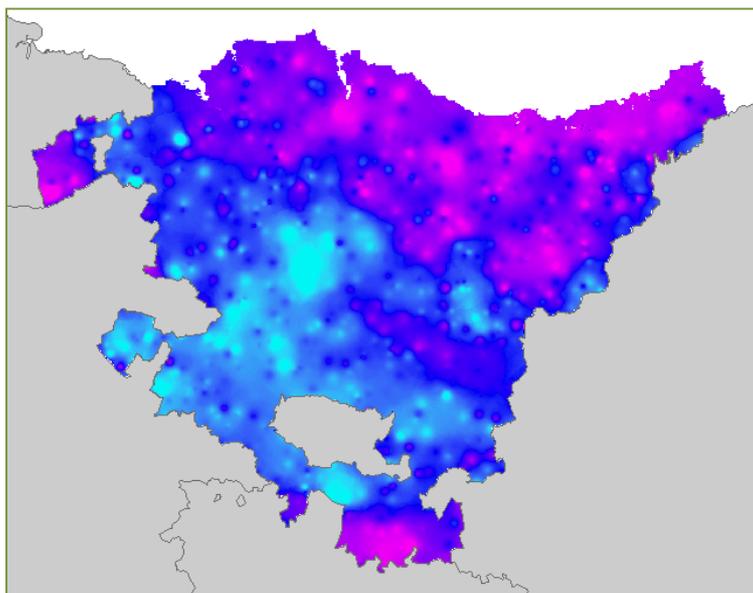


Figura 6. Mapa de ET₀ (125 m x 125 m) obtenido de la interpolación de los 2.000 puntos aleatorios extraídos del mapa de ET₀ media (1 km x 1 Km) del SIA.

La ET₀ se basa casi exclusivamente en la temperatura, considera que no existe limitación de agua edáfica en ningún momento del año y no tiene en cuenta los efectos de la cobertura vegetal. Esto hace que la ET₀ y la evapotranspiración real (ET_r) difieran, por lo que, previo a su utilización, es necesario corregir el mapa de ET₀ con el fin de que se acerque más a la realidad:

- **Corrección por la vegetación:** la cantidad de agua que fluye dentro y fuera del sistema depende en gran medida del tipo de vegetación, ya que depende del desarrollo de raíces profundas, de cambios en el área de las hojas, del suelo (la vegetación puede modificar algunas características del suelo, como la permeabilidad). Así, la evapotranspiración no es solo un factor climático, sino también es resultado de la habilidad de los diferentes tipos de vegetación para modificar el flujo de agua disponible (Rockström et al. 1999). Por tanto, para incluir el efecto de la vegetación en la evapotranspiración se multiplicó a la ET_0 por un factor de corrección en función del tipo de ecosistema. Los factores de corrección que se utilizan son los utilizados por el programa InVEST- Integrates Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs (Tallis et al., 2011) (Tabla 12).

Unidades Ambientales	Factor de corrección	Unidades Ambientales	Factor de corrección
Marismas y carrizales salinos	1,00	Plantaciones de frondosas	1,00
Hábitats costeros	0,40	Plantaciones de eucalipto	1,00
Aguas superficiales contin.	1,00	Plantaciones de coníferas	1,00
Turberas y zonas fangosas	1,00	Vegetación de roquedos	0,50
Prados y setos	0,75	Monocultivos intensivos	0,65
Matorrales y arbustos	0,40	Huertas y viveros	0,70
Brezales	0,40	Parques y jardines	0,85
Bosques de ribera	1,00	Háb. Degradados/ sp. invas	0,40
Hayedos	1,00	Minas y canteras	0,50
Bosques de frondosas	1,00	Urbano	0,30
Encinares cantábricos	1,00	Embalses y balsas de agua	1,00
Bosques naturales de coníferas	1,00		

Tabla 12. Factor de corrección para cada unidad ambiental utilizado para incluir el efecto de la vegetación en la evapotranspiración.

- **Corrección por la precipitación:** considerar en el cálculo de la ET_0 que no existe limitación de agua edáfica en ningún momento del año hace que la ET_0 sea superior a la E_{Tr} , siendo esta diferencia mayor cuanto menor es la precipitación y mayor es la temperatura. Este hecho acentúa más el peso que de por sí tiene la precipitación en el ciclo hidrológico. Para obtener una evapotranspiración más

cercana a la real se reescalan los valores de la ET0 corregida ya por la vegetación al rango de valores de ETr que se obtuvieron para cada cuenca hidrográfica mediante la aplicación del modelo SIMPA.

Ejemplo: ET0 corregida por la vegetación: Min: 300; Max: 982; Diferencia: 682

ETr: Min: 289; Max: 602; Diferencia: 313

ET final= $289 + (313/682) (ET0 \text{ corregida por la vegetación} - 300)$

Para obtener los valores de ETr se utilizan los mapas de ETr anual del periodo 1980/81 a 2005/06 del Sistema Integrado de Información del Agua (SIA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, obtenidos a partir del módulo de recursos hídricos del Sistema Integrado de Modelización Precipitación Aportación (SIMPA) desarrollado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, disponibles en: <http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/simpa.aspx>.

Esta cartografía presenta una resolución de 1 km x 1 Km, resolución no adecuada para su uso directo, por lo que se extraen 2.000 puntos aleatorios de dicha cartografía (Figura 4) y por interpolación de estos puntos se genera un nuevo mapa de ETr con una resolución de 125 m x 125 m (Figura 7).

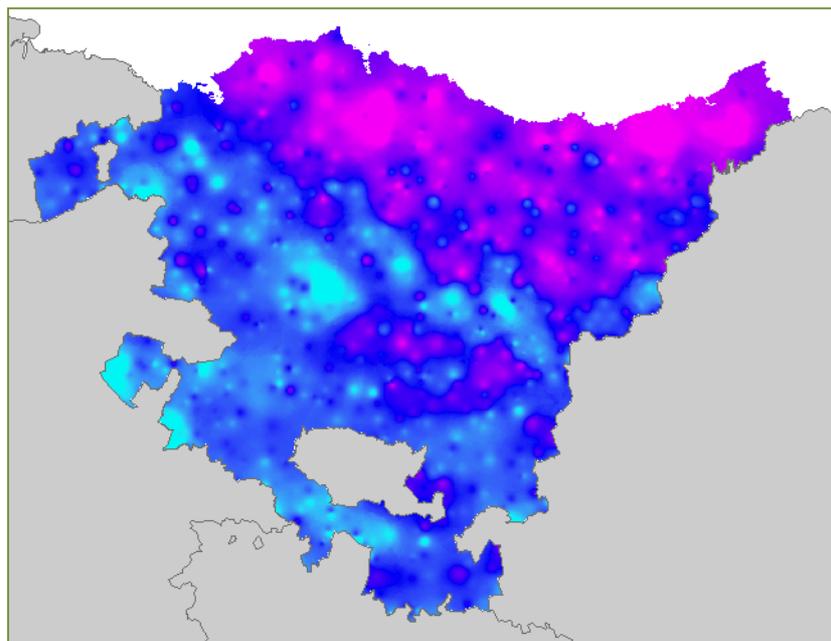


Figura 7. Mapa de ETr (125 m x 125 m) obtenido de la interpolación de los 2.000 puntos aleatorios extraídos del mapa de ETr media (1 km x 1 Km) del SIA.

Una vez calculada la cantidad de agua abastecida anualmente para las diferentes cuencas hidrográficas (los datos obtenidos en este estudio y los obtenidos mediante el modelo SIMPA aunque presentan pequeñas variaciones son de magnitud similar), se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 13 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de abastecimiento de agua en cada cuenca hidrográfica y en la Figura 8 se representa la importancia relativa de cada área en cada cuenca para el abastecimiento de agua.

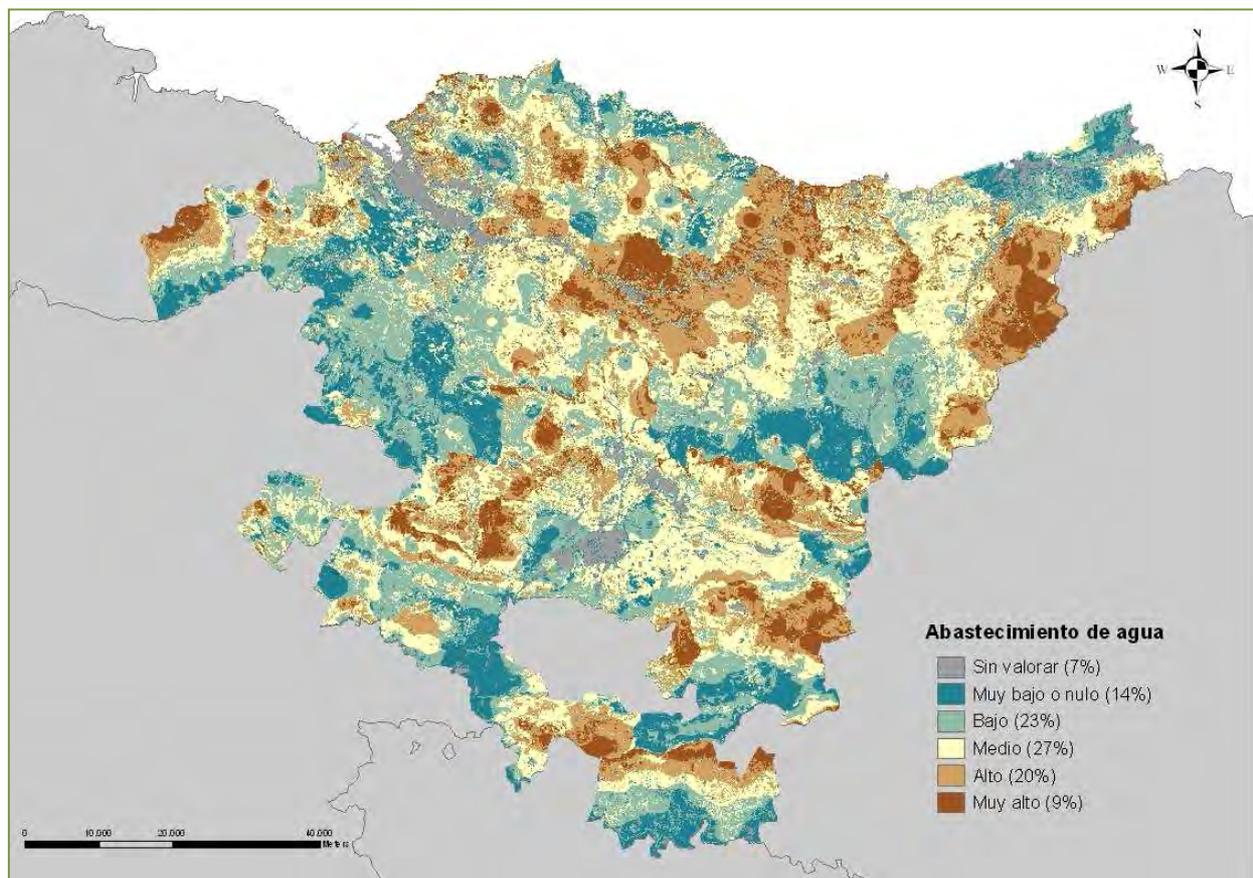


Figura 8. Mapa del servicio de abastecimiento de agua.

*Los valores de AB (mm/año) se obtienen para cada cuenca hidrográfica por ello no se pueden mostrar en la leyenda los valores de corte.

Cuenca hidrográfica		Servicio de abastecimiento de agua				
		Muy bajo o nulo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Cantidad de agua abastecida anualmente (mm/año)	Agüera	< 470	470 - 540	541 - 605	606 - 690	> 690
	Arakil	< 405	405 - 490	491 - 560	561 - 650	> 650
	Artibai	< 750	750 - 775	776 - 810	811 - 850	> 850
	Baia	< 260	260 - 365	366 - 450	451 - 550	> 550
	Barbadún	< 440	440 - 525	526 - 595	596 - 680	> 680
	Bidasoa	< 1010	1010 - 1080	1081 - 1145	1146 - 1215	> 1215
	Butrón	< 475	475 - 575	576 - 645	646 - 730	> 730
	Deba	< 450	450 - 610	611 - 745	746 - 890	> 890
	Ebro	< 100	100 - 185	186 - 280	281 - 390	> 390
	Ega	< 385	385 - 505	506 - 635	636 - 775	> 775
	Ibaizabal	< 400	400 - 520	521 - 640	641 - 790	> 790
	Inglares	< 165	165 - 275	276 - 375	376 - 480	> 480
	Karrantza	< 455	455 - 555	556 - 645	646 - 740	> 740
	Lea	< 605	605 - 640	641 - 685	686 - 775	> 775
	Oiartzun	< 965	965 - 1050	1051 - 1155	1156 - 1270	> 1270
	Oka	< 580	580 - 645	646 - 700	701 - 770	> 770
	Omecillo	< 250	250 - 325	326 - 400	401 - 510	> 510
	Oria	< 635	635 - 805	806 - 960	961 - 1115	> 1115
	Purón	< 305	305 - 335	336 - 365	366 - 405	> 405
	Urola	< 505	505 - 690	691 - 810	811 - 955	> 955
Urumea	< 970	970 - 1100	1101 - 1205	1206 - 1295	> 1295	
Zadorra	< 225	225 - 325	326 - 425	426 - 550	> 550	

Tabla 13. Valor del servicio asignado a cada rango del índice de abastecimiento de agua.

3.4 ABASTECIMIENTO DE MADERA

Los ecosistemas forestales de la CAPV abastecen a la población de madera que es utilizada para muchos usos (muebles, papel, leña, etc.).

Para cartografiar el servicio de abastecimiento de madera en la CAPV se ha utilizado como proxy la tasa de crecimiento actual de las principales especies forestales calculada mediante la siguiente fórmula:

$$TC = IAVC / S$$

Donde:

TC= Tasa de crecimiento de la especie (m³/año/ha)

IAVC = Incremento anual del volumen con corteza de cada especie (m³/año)

S= Superficie que ocupa cada especie (ha)

Los datos de incremento anual del volumen con corteza y superficie de las diferentes especies han sido obtenidos del Inventario Forestal de la CAPV para el año 2011.

La tasa de crecimiento calculada para las principales especies forestales de la CAPV se muestra en la Tabla 14.

Especie	Tasa de crecimiento (m ³ /año/ha)
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	18,0
<i>Larix</i> sp.	6,4
<i>Pinus nigra</i>	12,1
<i>Pinus pinaster</i>	12,1
<i>Pinus radiata</i>	13,9
<i>Pinus sylvestris</i>	4,6
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	17,4
Otras coníferas	13,9
<i>Quercus rubra</i>	9,4
<i>Populus nigra</i>	11,7
<i>Platanus</i> sp.	17,6
<i>Eucaliptus</i> sp.	18,0
Otras frondosas	9,4
Plantaciones mixtas de frondosas y coníferas	11,7

Tabla 14. Tasa de crecimiento (m³/ha/año) de las principales especies forestales usadas en las plantaciones de la CAPV para el año 2011.

En el caso de aquellos ecosistemas dónde no se especificaba la especie se utilizó el valor de las especies más utilizadas en las plantaciones de Euskadi. Así, a otras coníferas se les asignó el valor del *P. radiata*, a otras frondosas se les asignó el valor del *Q. rubra* y en el caso de las plantaciones mixtas de frondosas y coníferas se les asignó el valor medio calculado utilizando el valor del *P. radiata* y del *Q. rubra* (Tabla 14).

Para el cartografiado de este servicio se tomo como base cartográfica las unidades ambientales elaboradas dentro del proyecto. Así, se seleccionaron las unidades ambientales correspondientes a plantaciones de coníferas y plantaciones de frondosas. Para identificar el tipo de plantación que era (plantación de *Platanus* sp., plantación de *Quercus rubra*, plantación de *Pinus pinaster*, etc.) y asignarle el valor correspondiente a cada especie se utilizó el mapa EUNIS 1:10.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_HAB_EUNIS_2009_10000_ETRS89.zip).

Una vez calculada la tasa de crecimiento de las principales especies forestales usadas en las plantaciones de la CAPV se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos. En la tabla 15 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de abastecimiento de madera.

Tasa de crecimiento (m ³ /ha/año)	Servicio de abastecimiento de madera
< 10	Medio
10-15	Alto
> 15	Muy alto

Tabla 15. Valor del servicio asignado a cada rango de la tasa de crecimiento.

A las unidades ambientales correspondientes a bosques naturales (hayedo, bosque atlántico de frondosas, bosque mediterráneo de frondosas, encinar cantábrico y bosque natural de coníferas) se les asignó un valor bajo para el servicio, independientemente de su crecimiento, porque aunque si bien en algunas áreas se extraen pequeñas cantidades su finalidad no es la producción de madera. Al resto de unidades ambientales (todas no forestales) se les asignó un valor nulo para el servicio.

En la figura 9 se representa la importancia de cada área para el abastecimiento de madera.

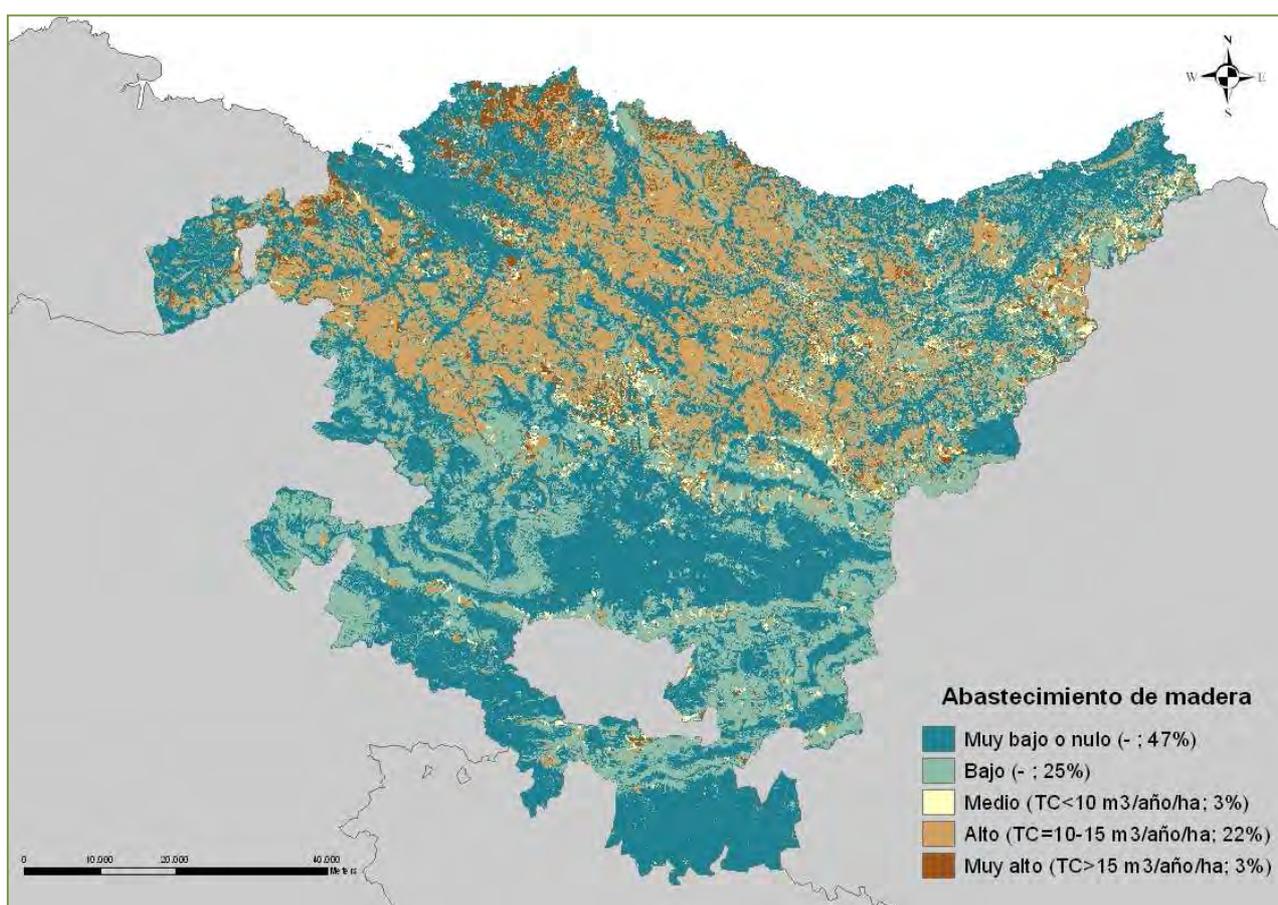


Figura 9. Mapa del servicio de abastecimiento de madera.

3.5 ALMACENAMIENTO DE CARBONO

La vegetación actúa como almacén o sumidero de carbono al extraer CO₂ de la atmósfera y fijar el carbono en su biomasa. El almacenamiento de carbono en el ecosistema se encuentra distribuido principalmente en tres compartimentos:

biomasa viva (troncos, hojas, ramas y raíces), biomasa muerta (ramas y frutos, hojarasca, tocones) y suelo (humus y materia orgánica).

Para cartografiar el servicio de almacenamiento de carbono en la CAPV se ha utilizado como proxy el índice de contenido de carbono total calculado mediante la siguiente fórmula:

$$CT = CBv + CBm + CS$$

Donde:

CT= Contenido de carbono total del ecosistema (tC/ha)

CBv= Contenido de carbono en la biomasa viva (tC/ha)

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

CS= Contenido de carbono en el suelo (tC/ha)

Contenido de carbono en la biomasa viva

Para los sistemas no forestales el contenido de carbono en la biomasa viva se considera igual a 0, ya que este contenido de carbono se considera despreciable con respecto al carbono almacenado en el suelo, y además no se dispone de datos sobre este valor para muchos de los ecosistemas presentes en la CAPV.

Para los ecosistemas forestales el contenido de carbono en la biomasa viva se ha calculado mediante la siguiente fórmula (IPCC, 2003):

$$CBv = V * FEB * (1 + R) * Dm * FCms$$

Donde:

CBv= Contenido de carbono en la biomasa viva (aérea y subterránea) (tC/ha)

V= Volumen del tronco con corteza de la especie (m³/ha)

FEB= Factor de expansión de la biomasa (para incluir ramas y hojas)

R= Relación raíz/vástago (para incluir la raíz)

Dm= Densidad de la madera (tms/m³)

FCms= Fracción de carbono en la materia seca (gC/gms)

$$V = EMCC/S$$

Donde:

V= Volumen del tronco con corteza de la especie (m³/ha)

EMCC= Existencias maderables con corteza de la especie (m³)

S= Superficie ocupada por cada especie (ha)

Los datos del volumen del tronco con corteza de cada especie han sido obtenidos del Inventario Forestal de la CAPV para el año 2011. Los datos de la densidad de la madera para cada especie han sido obtenidos del Inventario Forestal Catalán (CPF 2004) y de las tablas de producción para los montes españoles (Madrigal et al., 1999) y el factor de expansión de la biomasa, la relación raíz/vástago y la fracción de carbono en la materia seca se han obtenido de la bibliografía (Montero et al., 2005). El contenido de carbono en la biomasa viva de las especies arbustivas no fue considerado para el cálculo, ya que se considera despreciable respecto al almacenado en la biomasa arbórea y en el suelo (Birdsey, 1992; Woodbury et al., 2007; Zhang et al., 2007; Chen et al., 2009). El contenido de carbono en la biomasa viva calculado para cada unidad ambiental se muestra en la tabla 16.

Unidades Ambientales	V (m ³ /ha)	FEB	R	Dm (tms/m ³)	FCms (gC/g ms)	CBv (tC/ha)
Bosques de ribera	-	-	-	-	-	74
Hayedos	180	1,40	0,91	0,69	0,48	160
Bosques atl. de frondosas	176	1,50	0,28	0,71	0,48	115
Bosques med. de frondosas	64	2,20	0,49	0,79	0,48	80
Encinares cantábricos	44	2,80	0,88	0,90	0,48	100
Bosques naturales de coníferas	143	1,40	0,27	0,55	0,51	71
Plantaciones de frondosas	162	1,50	0,28	0,71	0,48	106
Plantaciones de eucalipto	145	1,40	2,80	0,60	0,48	222
Plantaciones de coníferas	216	1,20	0,25	0,49	0,51	81
No forestales	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Tabla 16. Valores de volumen del tronco con corteza (V), factor de expansión de la biomasa (FEB), relación raíz/vástago (R), densidad de la madera (Dm), fracción de carbono en la materia seca (FCms) y contenido de carbono en la biomasa viva (CBv) asignados a cada unidad ambiental.

Contenido de carbono en la biomasa muerta

El contenido de carbono almacenado en la biomasa muerta se ha considerado 0, ya que resulta insignificante con respecto al contenido de carbono de los otros dos compartimentos. Además, para la CAPV no se disponía de información sobre este compartimento para los diferentes ecosistemas.

Contenido de carbono en el suelo

El contenido de carbono en el suelo ha sido obtenido a partir del mapa "Inventario de carbono orgánico almacenado en los 30 primeros centímetros del suelo" de la CAPV 1:25.000 (Neiker, 2004).

Una vez calculado el contenido de carbono total se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 17 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de almacenamiento de carbono.

Contenido de carbono total (tC/ha)	Servicio de almacenamiento de carbono
< 50	Muy bajo o nulo
50-100	Bajo
101-150	Medio
151-200	Alto
> 200	Muy alto

Tabla 17. Valor del servicio asignado a cada rango del índice de contenido de carbono total.

En la figura 10 se representa la importancia de cada área para el almacenamiento de carbono.

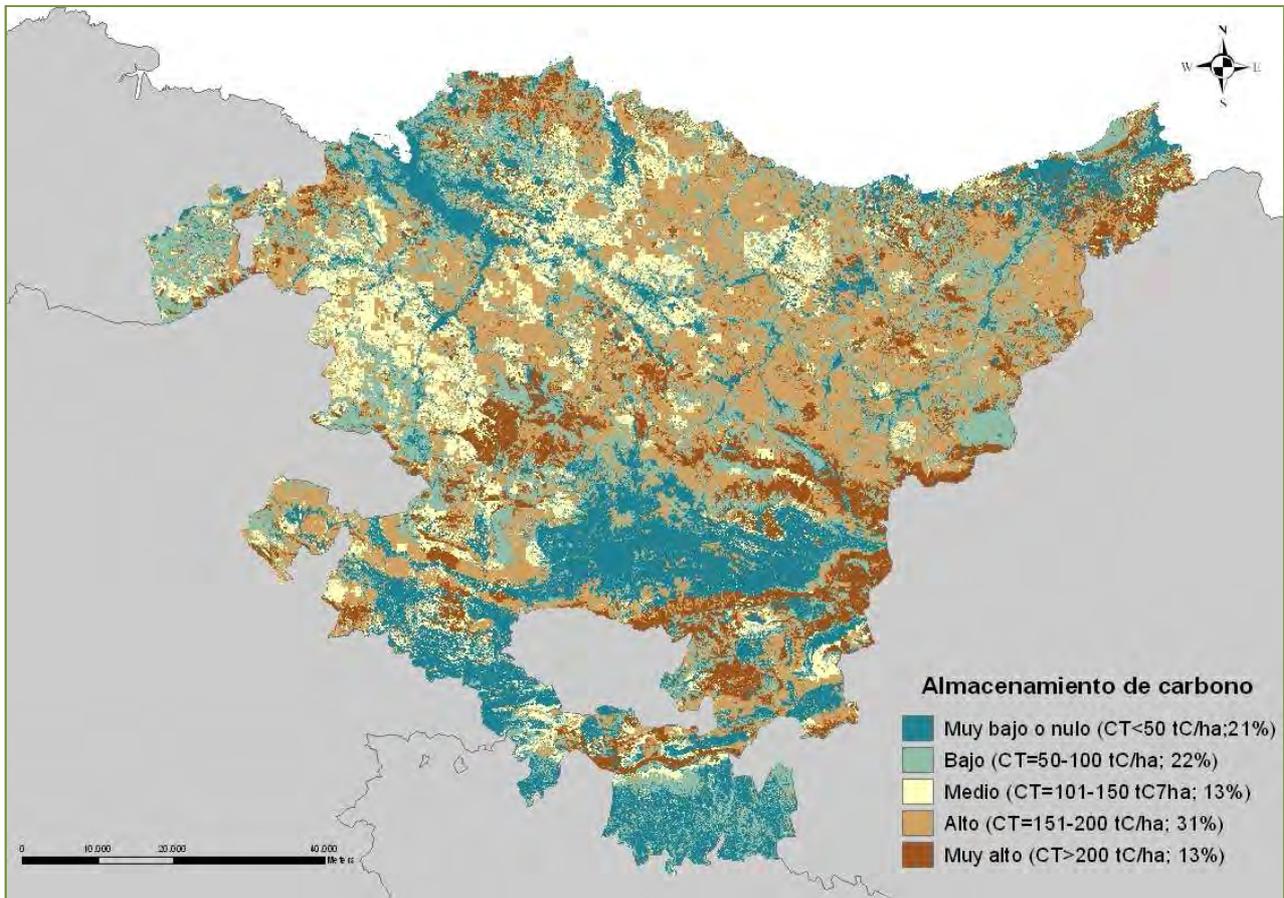


Figura 10. Mapa del servicio de almacenamiento de carbono.

3.6 AMORTIGUACIÓN DE INUNDACIONES

En periodos de fuertes lluvias la vegetación amortigua la caída de lluvia en el suelo y ralentiza su flujo, favoreciendo su infiltración en el suelo y dando tiempo a la descarga de los ríos.

Para cartografiar el servicio de amortiguación de inundaciones en la CAPV se ha utilizado como proxy el potencial máximo de retención de agua de lluvia de los diferentes ecosistemas presentes en una cuenca hidrográfica, basado en el método empírico del Número de Curva elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos en la década de los sesenta, y que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$S = (254100/NC) - 254$$

Donde:

S= Potencial máximo de retención de agua de lluvia del ecosistema (mm)

NC = Número de curva

El número de curva es un parámetro hidrológico que viene determinado por la permeabilidad del suelo y la cobertura vegetal. Además, en una modificación realizada por el Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX) en 2003 se introdujo también el efecto de la pendiente.

Los datos del número de curva para las diferentes unidades ambientales han sido obtenidos a partir de las tablas elaboradas por el CEDEX en las que se relacionan el uso del suelo según la clasificación CORINE LAND COVER 2000 (CLC2000) con el número de curva en función de la pendiente y el grupo hidrológico del suelo. Para relacionar estos datos con nuestras unidades ambientales, en primer lugar se relacionó la clasificación CLC2000 con las unidades ambientales del proyecto. Posteriormente, se obtuvo un mapa de pendientes a partir de los vuelos LIDAR para el año 2013 con una resolución de 25m, (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: PENDIENTES_LIDAR_2013_ETRS89.zip), el cual fue reclasificado en pendiente mayor al 3% y pendiente menor al 3%. Finalmente, se relacionó el grupo hidrológico del suelo que propone el método del número de curva con la cartografía de la permeabilidad del suelo a escala 1:25.000 (CT_0403GPermeabiliCAPV_25000_ETRS89.zip) (Tabla 18).

Grupo hidrológico del suelo (el método del número de curva)	Permeabilidad
Grupo D: suelos muy poco permeables, muy arcillosos.	Muy baja
Grupo C: suelos arcillosos o franco-arcillosos de poca permeabilidad.	Baja
Grupo B: suelos de moderada permeabilidad, con textura franco-arenosa.	Media
Grupo A: son suelos sueltos, con predominio de arena y grava, de gran permeabilidad. Son los que generan menos escorrentía.	Alta y Muy alta

Tabla 18. Relación entre los grupos hidrológicos del suelo que propone el método del número de curva con el tipo de permeabilidad del suelo de la CAPV.

Los datos del número de curva para las diferentes unidades ambientales se muestran en la Tabla 19. Los valores van desde el 0 hasta el 100, siendo los valores más bajos los que indican mayor potencial de retención y los valores más altos menor potencial.

Unidades Ambientales (Código EUNIS)		Pte	Código y Descripción CLC 2000	Suelo			
				A	B	C	D
Marismas y carrizales salinos		-	42100: Marisma	96	96	96	96
Hábitats costeros	B2 B2.12 B3.11 B3.23 B3.31	-	33210: Rocas desnudas con fuerte pendiente	96	96	96	96
	B1.1 B1.21 B1.31 B1.32 B1.42	-	33110 : Playas y dunas	25	25	25	25
	F4.231	-	32200: Landas y matorrales mesófilos 32210: Landas y matorrales en climas hú.	40	60	70	76
	Aguas superficiales continentales		-	42300: Zonas llanas intermareales 51100: Cursos de agua 51110: Ríos y cauces naturales 51120: Canales artificiales	100	100	100
Turberas y zonas fangosas	D1.2	-	41200: Turberas y prados turbosos	17	34	67	76
	Resto	-	41100: Humedales y zonas pantanosas	96	96	96	96
Prados y setos		>3%	23100: Prados y praderas, Prados arbolados	42	61	74	80
		<3%		30	48	70	78
Matorrales y arbustos		-	32311: Grandes formaciones de matorral	40	60	70	76
Brezales		-	32210: Landas y matorrales de climas... 32311: Grandes formaciones de matorral	40	60	70	76
Bosques de ribera		-	31150: Bosque de ribera	40	60	70	76
Hayedos		-	31100: Frondosas	36	52	62	69
Bosques de frondosas		-	31100: Frondosas	36	52	62	69
Encinares cantábricos		-	31100 : Frondosas	36	52	62	69
Bosques naturales de coníf.		-	31200: Bosque de coníferas	36	52	62	69
Plantaciones de frondosas		>3%	31130: Otras frondosas de plantación	39	60	73	78
		<3%		35	55	70	77
Plantaciones de eucalipto		>3%	31130: Otras frondosas de plantación	39	60	73	78
		<3%		35	55	70	77
Plantaciones de coníferas			31200: Bosque de coníferas	36	52	62	69
Vegetación de roquedos		>3%	33200: Roquedos	96	96	96	96
		<3%		93	93	93	93

Tabla 19. Datos del número de curva asignados a cada unidad ambiental en función de la pendiente, uso y permeabilidad del suelo.

Unidades Ambientales (Código EUNIS)		Pte	Código y Descripción CLC 2000	Suelo			
				A	B	C	D
Monocultivos intensivos	FB.4 G2.91	>3%	22100:Viñedo	45	66	77	84
		<3%	22300:Olivar	40	60	73	78
	Resto	>3%	21100:Tierras de labor en secano*	64	75	84	86
		<3%		60	71	78	81
Huertas y viveros		>3%	23100: Prados y praderas, Prados arbolados	42	61	74	80
		<3%		30	48	70	78
Parques y jardines		-	14100 : Zonas verdes urbanas	49	69	78	84
Hábitat degradados y especies invasoras	A2.627 E5.43(X) E5.6(X)	-	41100: Humedales y zonas pantanosas 42100: Marismas	96	96	96	96
		H5.31	>3%	33300: Espacios con vegetación escasa	68	78	86
	<3%		33330: Espacios orófilos altitudinales	47	67	81	88
	H5.5 H5.6	-	33400: Zonas quemadas	77	86	89	93
Minas y canteras		-	13100: Zonas de extracción minera	76	85	89	91
Urbano y otros relacionados		-	13200: Escombreras y vertederos	72	82	86	89
		-	14200: Instalaciones deportivas y recre. 14210: Campos de golf	39	61	74	80
		-	11100: Tejido urbano continuo 12200: Redes viarias, ferroviarias y terren. 12210: Autopistas, autovías y terrenos as. 12300: Zonas portuarias	98	98	98	98
	Embalses y balsas agua dulce		-	51120: Embalses (almacenamiento de agua)	5	5	5

Tabla 19 (cont.). Datos del número de curva asignados a cada unidad ambiental en función de la pendiente, uso y permeabilidad del suelo.

Una vez calculado el potencial máximo de retención de agua de lluvia de la unidad ambiental se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 20 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de amortiguación de inundaciones.

Potencial máximo de retención de agua de lluvia (mm)	Servicio de amortiguación de inundaciones
<25	Muy bajo o nulo
25-70	Bajo
71-130	Medio
131-350	Alto
>350	Muy alto

Tabla 20. Valor del servicio asignado a cada rango del potencial máximo de retención de agua de lluvia.

En la figura 11 se representa la importancia de cada área para amortiguar las inundaciones.

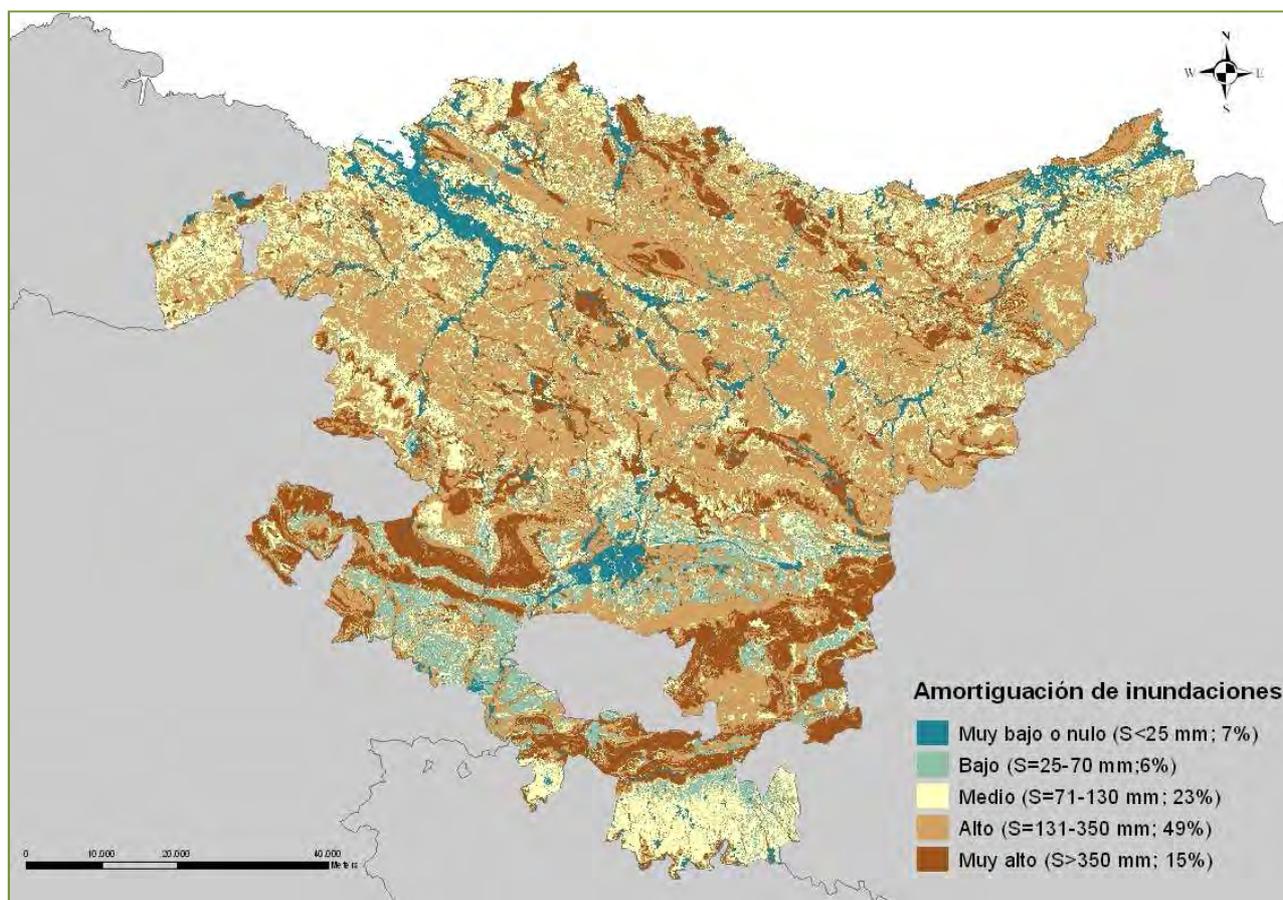


Figura 11. Mapa del servicio de amortiguación de inundaciones.

3.7 POLINIZACIÓN

La polinización que se realiza en los ecosistemas es realizada por el viento, los animales o el agua. Los insectos son uno de los principales polinizadores.

Para el cartografiado del servicio de polinización se ha utilizado el modulo de polinización del programa InVEST. Este modelo se centra en los insectos polinizadores silvestres, ya que este servicio es proporcionado en gran medida por los mismos. Para que los insectos polinizadores persistan en el ecosistema necesitan dos cosas: lugares adecuados para anidar y suficiente comida cerca de dichos lugares. Por ello, este modelo se basa tanto en las necesidades de recursos de los insectos (disponibilidad de hábitat para anidar y disponibilidad de alimento) como en sus distancias de desplazamiento para calcular un índice de abundancia probable de polinizadores anidando en cada zona (IAPP), que será el índice que utilizaremos como proxy para cartografiar el servicio de polinización en la CAPV. Para más información consultar: http://www.naturalcapitalproject.org/models/crop_pollination.html

Así, para el cartografiado del servicio de polinización se ha incluido en el modelo el mapa de unidades ambientales en formato raster, datos sobre la disponibilidad de hábitat para anidar y de los recursos florales de los diferentes usos del suelo, ambos expresados en un índice relativo (de 0 a 1) obtenido de la bibliografía (Zulian et al., 2013; Lonsdorf et al., 2009; Larrinaga, 2004), y datos de distancia de desplazamiento de la especie *Apis mellifera* (abeja silvestre presente en Euskadi) que fueron obtenidos también de la bibliografía. El mapa de unidades ambientales utilizado en este caso fue modificado para identificar todos aquellos hábitats de los que se disponían de datos específicos (Tabla 21). Para ello se utilizó el mapa EUNIS 1:10.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_HAB_EUNIS_2009_10000_ETRS89.zip).

Las valoraciones asignadas a cada unidad ambiental en función de la disponibilidad de hábitat para anidar y de la disponibilidad de alimento se muestran en la tabla 21 y como dato de distancia media de desplazamiento de la especie *Apis mellifera* se utilizó el valor de 700 m.

Unidades Ambientales	Disponibilidad de hábitat para anidar	Disponibilidad de alimentos
Marismas y carrizales salinos	0.3	0.5
Hábitats costeros	0.3	0.1
Hábitats costeros sin vegetación (B1.21;B3.23)	0.0	0.0
Aguas superficiales continentales	0.0	0.0
Turberas y zonas fangosas	0.0	0.6
Prados y setos	0.8	1.0
Matorrales y arbustos	1.0	0.9
Helechales	0.3	0.2
Maquis	0.9	0.8
Brezales	0.9	1.0
Bosques naturales de frondosas	0.8	0.9
Bosques naturales de coníferas	0.8	0.0
Plantaciones de frondosas	0.8	0.9
Plantaciones de eucalipto	0.8	0.9
Plantaciones de coníferas	0.8	0.0
Vegetación de roquedos	0.0	0.0
Monocultivos intensivos	0.2	0.1
Viñedos	0.4	0.6
Olivar	0.5	0.5
Huertas y viveros	0.2	0.3
Parques y jardines	0.4	0.3
Hábitat degradados y especies invasoras	0.0	0.0
Formaciones de Baccharis halimifolia	0.3	0.5
Zonas de extracción industrial: minas y canteras	0.3	0.1
Urbano y otros relacionados	0.3	0.1
Cementerios	0.4	0.3
Construcciones de alta densidad	0.1	0.1
Construcciones de baja densidad	0.3	0.3
Terrenos relacionados con redes de transporte	0.3	0.3
Redes de transporte, vertederos y salinas	0.0	0.0
Embalses y balsas de agua dulce	0.0	0.0

Tabla 21. Datos asignados a cada unidad ambiental en función de la disponibilidad de hábitat para anidar (disponibilidad máxima =1 y no hay disponibilidad=0) y de la disponibilidad de alimento (100% de la superficie está cubierta de flores melíferas =1 y no hay flores melíferas=0).

Una vez corrido el modelo se obtiene el mapa del índice de abundancia probable de polinizadores anidando en cada zona y a partir del mismo se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 22 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de polinización.

Índice de abundancia probable de polinizadores anidando en cada zona (%)	Servicio de polinización
< 10	Muy bajo o nulo
10-25	Bajo
26-40	Medio
41-55	Alto
> 55	Muy alto

Tabla 22. Valor del servicio asignado a cada rango del índice de abundancia probable de polinizadores anidando en cada zona.

Limitaciones del Modelo

Los resultados obtenidos con el modelo InVEST son razonablemente precisos cuando se comparan con las observaciones de campo (Lonsdorf et al. 2009). Sin embargo, es necesario tener en cuenta las siguientes limitaciones:

- 1º. El modelo solo obtiene valores relativos de la abundancia de polinizadores. Debido a que los valores absolutos de la densidad de nidos, de la disponibilidad de recursos y de la abundancia de polinizadores raramente están disponibles.

2º. El modelo no incluye las dinámicas de las poblaciones a lo largo del tiempo y, por lo tanto, no puede evaluar si las poblaciones de polinizadores son sostenibles en el paisaje evaluado. Factores como las perturbaciones o las fluctuaciones de las poblaciones no son capturadas.

3º. El modelo no tiene en cuenta el tamaño de las manchas a la hora de realizar sus estimaciones de abundancia de polinizadores. Sin embargo, algunas especies necesitan un tamaño de mancha mínimo, por debajo del cual sus poblaciones no pueden persistir por largo tiempo.

4º. Existen elementos en los paisajes, como hileras de setos o pequeñas manchas de flores, que son muy importantes para el mantenimiento de las poblaciones de insectos polinizadores, ya que les ofrecen alimento; sin embargo, no pueden ser recogidas por la cartografía a menos que se haga a una escala muy detallada.

En la figura 12 se representa la importancia de cada área para la conservación de insectos polinizadores en base a la probabilidad de encontrar insectos anidando en dichas zonas.

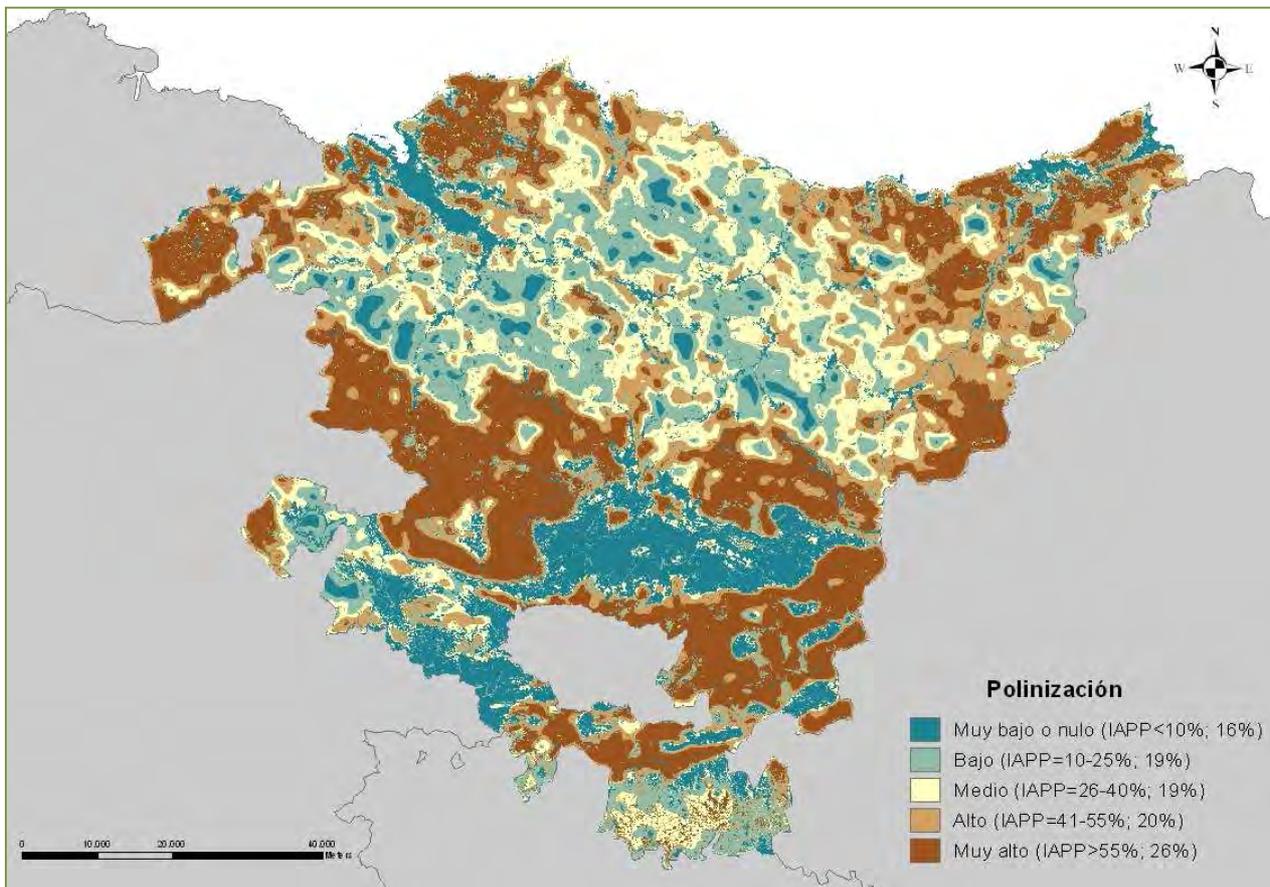


Figura 12. Mapa del servicio de polinización.

3.8 RECREO

La posibilidad de realizar actividades recreativas y de ocio al aire libre que ofrecen los distintos ecosistemas depende tanto de la capacidad que posee el territorio para el uso recreativo (infraestructuras para el recreo y la accesibilidad de los lugares a utilizar) como de su potencial (características intrínsecas) (Adamowicz et al., 2011, Casado-Arzuaga et al., 2014, Maes et al., 2011b, Nahuelhual et al., 2013).

Así, para cartografiar este servicio en la CAPV se ha utilizado como proxy el índice de recreo calculado mediante la siguiente fórmula:

$$R = PR + CR$$

Donde:

R= Índice de recreo

PR = Potencial para el recreo

CR = Capacidad para el recreo

POTENCIAL PARA EL RECREO

El potencial para el recreo se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = N + P + A + G + R$$

Donde:

PR = Potencial para el recreo

N = Índice de naturalidad

P = Grado de protección

A = Presencia de masas de agua superficiales (ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras y embalses)

G = Patrimonio geológico de interés turístico

R = Presencia de cimas (montañas)

Índice de naturalidad

El índice de naturalidad muestra el grado de influencia humana que poseen las distintas unidades ambientales y lo alejadas que están de su vegetación potencial. En

general, los ecosistemas más naturales son más atractivos desde el punto de vista recreativo (Hartig and Staats, 2006; Willemen et al., 2008; Maes et al., 2011a) porque poseen una mayor biodiversidad (Maes et al., 2012) y un mayor valor estético. Así, basándonos en el estudio de Loidi et al. (2007), se asignaron valores del 1 al 7 a las distintas unidades ambientales, asignando el valor 7 a las unidades con mayor índice de naturalidad y el valor 1 a las unidades con menor índice. Los valores asignados a cada unidad ambiental se muestran en la tabla 23.

Unidades Ambientales	Índice de naturalidad	Unidades Ambientales	Índice de naturalidad
Marismas y carrizales salinos	6	Plantaciones de frondosas	3
Hábitats costeros	6	Plantaciones de eucalipto	3
Aguas superficiales contin.	5	Plantaciones de coníferas	3
Turberas y zonas fangosas	6	Vegetación de roquedos	7
Prados y setos	4	Monocultivos intensivos	1
Matorrales y arbustos	5	Huertas y viveros	1
Brezales	5	Parques y jardines	2
Bosques de ribera	7	Háb. Degradados/ sp. invas	1
Hayedos	7	Minas y canteras	1
Bosques de frondosas	7	Urbano	0
Encinares cantábricos	7	Embalses y balsas de agua	4
Bosques naturales de coníferas	7		

Tabla 23. Índice de naturalidad para cada unidad ambiental.

Grado de protección

En la CAPV existen áreas declaradas bajo la figura de Biotopo Protegido, Parque Natural, Reserva de la Biosfera, Humedal RAMSAR y Red Natura 2000, las cuales se encuentran bajo cierto grado de protección, y bajo la figura de Áreas de Interés Naturalístico y Espacios de Interés, que aunque no tienen ningún tipo de protección han sido declaradas por ser áreas de interés natural. La presencia de paisajes, ecosistemas y especies de fauna y flora singulares han sido considerados para la declaración y protección de estas áreas, las cuales son un gran atractivo para el recreo de la sociedad. Teniendo en cuenta estos criterios, las áreas protegidas (excepto Red Natura 2000) se han valorado con un 2, las áreas dentro de Red Natura 2000, las Áreas

de Interés Naturalístico y los Espacios de Interés con un 1, por considerarse que son áreas menos conocidas y con menos valor para el recreo, y al resto con un 0. En aquellas zonas donde se solapan distintos valores se acepta el de mayor valor. Así, se han utilizado los mapas de Natura 2000 1:25.0000 (RN2000_ES21_25000_ETRS89.zip), Humedales RAMSAR 1:25.0000 (Ramsar_ES21_25000_ETRS89.zip), Espacios Naturales Protegidos 1:25.0000 (ENP_ES21_25000_ETRS89.zip), Reserva de la Biosfera 1:25.0000 (MaB_ES21_25000_ETRS89.zip), Espacios de Interés 1:25.0000 (CT_ESPACIOS_INTERES_25000_ETRS89.zip) y Áreas de Interés Naturalístico de las DOT 1:25.0000 (CT_INT_NATURALISTICO_DOT_25000_ETRS89.zip). Todos los mapas han sido obtenidos del servicio de descarga ftp geoeuskadi.

Presencia de masas de agua superficiales

La presencia de masas de agua superficiales (ríos, lagos, aguas de transición, aguas costeras y embalses) es un importante atractivo para el recreo (Willemen et al., 2008; Norton et al., 2012, Maes et al., 2012), ya que en ellas se pueden realizar una gran cantidad de actividades de ocio como pescar, bañarse, navegar, hacer surf, etc. Teniendo en cuenta estos criterios, las playas se han valorado con un 3, las masas de agua con cotos de pesca o aptas para el baño y los embalses con un 2, las masas de agua sin cotos de pesca o no aptas para el baño y las aguas costeras que no son playas con un 1 y al resto con un 0. En aquellas zonas donde se solapan distintos valores se acepta el de mayor valor. Para ello, se han utilizado los mapas de Tramos de río 1:5.000 (Buffer de 25 m)(Servicio de descarga ftp geoeuskadi: URA0202LTramosRioCAPV_ETRS89.zip), Embalses 1:5000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: URA0205GMasaAguaEmbalses_ETRS89.zip), Masas de agua 1:25.000 (Anteproyecto del Catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV del 2005), Zonas de baño 2009 1:25.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi) y Paisajes de influencia marina 1:25.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_PAISAJE_MAR_CAT_25000_ETRS89.zip). Los cotos de pesca y las masas de agua aptas para el baño se han obtenido de la bibliografía (Ikaur-Ekolur, 2006; Orden Foral de Bizkaia y Araba, 2013).

Patrimonio geológico de interés turístico

En la CAPV han sido identificados 150 Lugares de Interés Geológico (LIGs) con características geológicas singulares (afloramientos importantes, presencia de fósiles, estructuras singulares, etc.). Sin embargo, no todos ellos poseen un elevado interés para el recreo. Teniendo en cuenta este criterio, los LIGs con valor turístico ≥ 2 inventariados dentro de la Estrategia de Geodiversidad del País Vasco y las geozonas identificadas dentro del proyecto "Geoturismo sostenible en la CAPV" se han valorado con un 1 y al resto con un 0. Para ello, se han utilizado los mapas de LIGs 1:25.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_LIG_25000_ETRS89.zip) y el de Geozonas y LIGs de conexión de la red GEO_BASQUE (Geozonas_ed50_v2_etr89.shp).

Presencia de cimas (montañas)

La presencia de cimas en el territorio es un importante atractivo para el recreo, ya que la sociedad vasca es muy aficionada a subir a la montaña. Teniendo en cuenta esto, la presencia de cimas y su entorno (buffer de 500 m) se han valorado con un 1 y al resto con un 0. Para ello, se ha utilizado el mapa de cimas elaborado a partir de las UTM's de los montes vascos (www.mendikat.net).

Una vez calculado el potencial para el recreo se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 24 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el potencial para el recreo.

Potencial para el recreo	Servicio de recreo (Potencial)
≤ 2	Muy bajo o nulo
3-5	Bajo
6-7	Medio
8-9	Alto
≥ 10	Muy alto

Tabla 24. Valor asignado a cada rango del potencial para el recreo.

CAPACIDAD PARA EL RECREO

La capacidad para el recreo se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$CR = A + I$$

Donde:

CR = Capacidad para el recreo

A = Accesibilidad

I = Presencia de infraestructuras, hitos paisajísticos y puntos de observación de aves

Accesibilidad

Se considera que una buena accesibilidad es necesaria para que la población pueda acceder a las zonas de recreo (Willemen et al., 2008; Maes et al., 2011a). Teniendo en cuenta este criterio, la presencia de infraestructuras lineales muy transitadas por vehículos a motor (carreteras, autopistas, etc.) en un buffer de 200 m se han valorado con un 2, la presencia de infraestructuras lineales en las que existe un uso limitado de vehículos a motor (camino, sendas y carril bici) en un buffer de 200 m con un 1 y el resto con un 0. En aquellas zonas donde se solapan distintos valores se acepta el de mayor valor. Para ello, se ha utilizado el mapa de ejes de la red viaria 1:5.000 (Servicio ftp geo.euskadi: BTA_TRA_EJES_REDVIARIA_L_5000_ETRS89_DICIEMBRE_2014.zip).

Presencia de infraestructuras, hitos paisajísticos y puntos de observación de aves

Se considera que una buena red de infraestructuras destinadas al ocio es necesaria para el recreo de la sociedad (Willemens et al., 2008; Maes et al., 2011a). Teniendo en cuenta este criterio, la presencia de infraestructuras artificiales (áreas recreativas, bodegas, museos, parques temáticos, parques ecológicos, parques provinciales, centros de interpretación, centros temáticos y centros BTT) y naturales (cuevas y zonas de escalada) destinadas a actividades recreativas y su entorno (buffer de 500 m) se han valorados con un 3, al igual que la presencia de hitos paisajísticos y los puntos de observación de aves y su entorno (buffer de 500 m). El resto de áreas se han valorado con un 0. Para ello, se han localizado todas estas infraestructuras en un mapa mediante sus coordenadas UTM y, en el caso de los hitos paisajísticos y los puntos de observación de aves se ha utilizado el mapa de hitos paisajísticos 1:25.000 obtenido del Anteproyecto del Catálogo abierto de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV del 2005 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_HITOS_PAISAJISTICOS_25000_ETRS89.zip) y el mapa de los itinerarios ornitológicos (sólo se han considerado los puntos) (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: Itinerarios.zip), respectivamente.

Una vez calculada la capacidad para el recreo se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 25 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar la capacidad para el recreo.

Capacidad para el recreo	Servicio de recreo (Capacidad)
0	Muy bajo o nulo
1	Bajo
2	Medio
3	Alto
4-5	Muy alto

Tabla 25. Valor asignado a cada rango de la capacidad para el recreo.

Por último, una vez calculado el índice de recreo a partir de la cartografía de capacidad y potencialidad se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 26 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de recreo.

Índice de recreo	Servicio de recreo
< 4	Muy bajo o nulo
4	Bajo
5	Medio
6	Alto
> 6	Muy alto

Tabla 26. Valor del servicio asignado a cada rango del índice de recreo.

En la figura 13 se representa la importancia de cada área para ofrecer recreo.

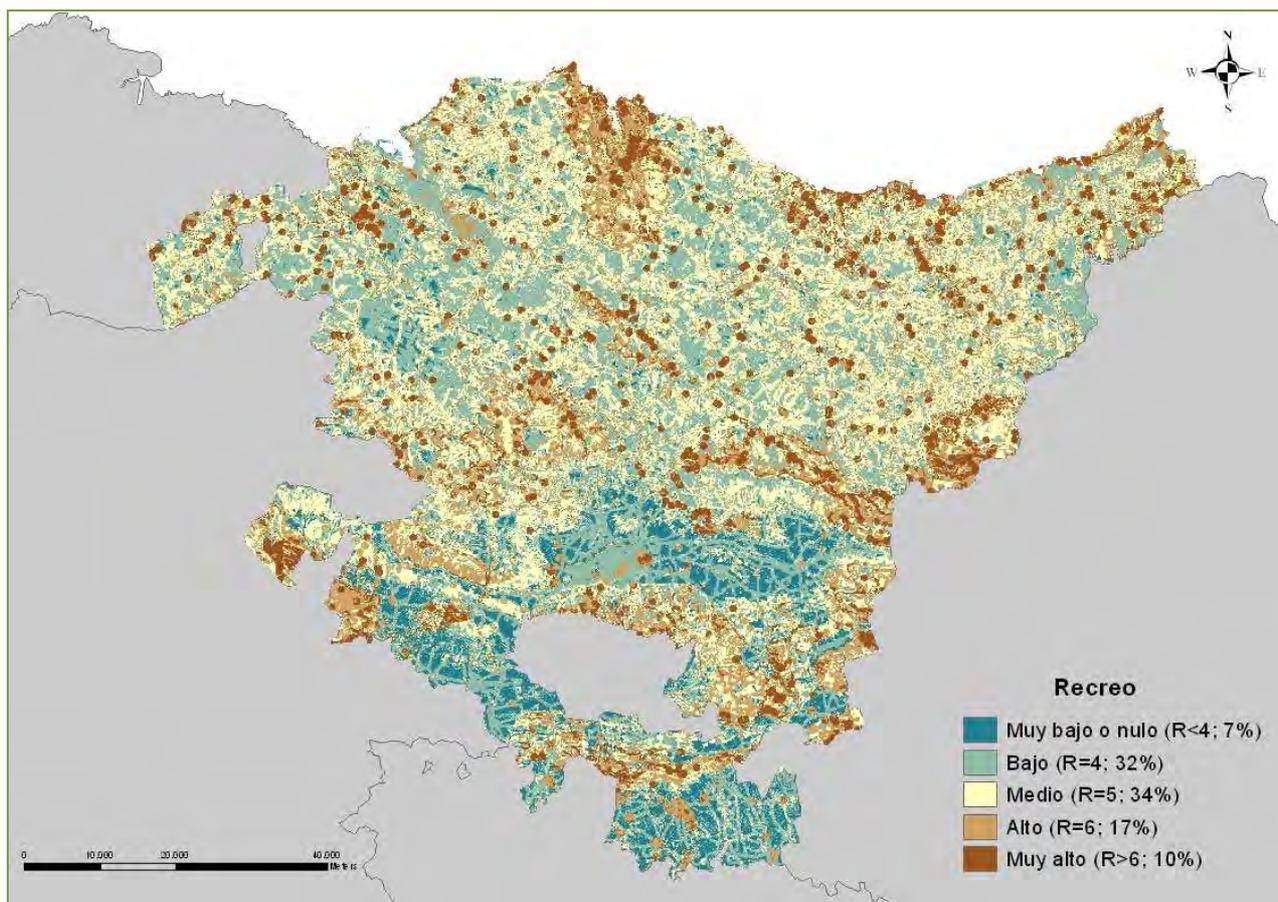


Figura 13. Mapa del servicio de recreo.

3.9 DISFRUTE ESTÉTICO DEL PAISAJE

El disfrute estético que ofrecen los distintos paisajes a la sociedad depende tanto de la percepción del paisaje que posea la sociedad como del tipo de paisaje y de los elementos que contenga el mismo. Así, se considera que los paisajes con presencia de masas de agua superficiales, presencia de hitos paisajísticos, relieves abruptos y paisajes diversos poseen un valor estético añadido a aquellos que no los poseen.

Así, para cartografiar este servicio en la CAPV se ha utilizado como proxy el índice estética del paisaje calculado mediante la siguiente fórmula:

$$EP = P + R + Pa + A + HP - EN$$

Donde:

EP = Índice estética del paisaje

P = Percepción de la sociedad

R = Tipo de relieve

Pa = Diversidad de paisajes

A = Presencia de masas de agua superficiales

HP = Influencia de hitos paisajísticos

EN = Influencia de elementos negativos

Percepción de la sociedad

Para calcular la percepción estética del paisaje que posee la población se ha realizado una encuesta visual online a 629 personas (Peña et al., 2015).

La encuesta recoge tanto, datos socio-demográficos para observar el sesgo que puede existir en los datos obtenidos, como valoraciones estéticas sobre las distintas unidades ambientales. Para ello, se les muestra a los encuestados una batería de 26 fotografías de diferentes unidades ambientales que tienen que valorar del 1 al 6 (prueba de ordenación por rangos o clasificación Q-sorting (Díaz, 2000)), en función de si les resulta más o menos agradable, siendo 1 nada agradable y 6 muy agradable. Las fotografías aparecen de una en una de forma aleatoria. En la batería de fotografías se han incorporado dos fotografías de cada unidad ambiental para eliminar la incertidumbre de que una fotografía haya sido mejor valorada porque es más bonita o tiene mejor calidad que otra. Los valores medios de percepción obtenidos para cada unidad ambiental se muestran en la tabla 27.

A continuación, se les muestran 6 pares de fotografías, en las que aparecen diferentes tipos de paisajes (paisajes diversos/monótonos, paisajes con presencia de masas de agua/sin presencia de masas de agua, paisajes con relieves abruptos/ relieves llanos) en la que los encuestados tiene que elegir cuál de los dos les resulta más agradable (prueba de comparación por pares de fotografías (Díaz, 2000)). Esta parte de la encuesta se realizó para corroborar que los paisajes con presencia de masas de agua superficiales, presencia de hitos paisajísticos, relieves abruptos y paisajes diversos poseen un valor estético añadido a aquellos que no los poseen.

Unidades Ambientales	Percepción	Unidades Ambientales	Percepción
Marismas y carrizales salinos	4,77	Bosques naturales coníferas	5,39
Hábitats costeros	5,12	Plantaciones de frondosas	-
Aguas superficiales contin.	5,33	Plantaciones de eucalipto	2,79
Turberas y zonas fangosas	4,07	Plantaciones de coníferas	3,70
Prados y setos	4,92	Vegetación de roquedos	5,49
Matorrales atlánticos	4,43	Monocultivos intensivos	4,12
Matorrales mediterráneos	4,18	Huertas y viveros	4,35
Brezales	4,89	Parques y jardines	3,72
Bosques de ribera	5,39	Háb. Degradados/ sp. invas	-
Hayedos	5,39	Minas y canteras	1,77
Bosques de frondosas	5,39	Urbano	3,33
Encinares cantábricos	4,96	Embalses y balsas de agua	5,22

Tabla 27. Valor medio asignado por los encuestados a cada unidad ambiental.

El porcentaje de encuestados que eligieron un tipo de paisaje frente a otro se muestra en la tabla 28.

Tipos de paisajes	Percepción
Paisaje monótono	11,4 %
Paisaje diversos	88,6 %
Paisaje con presencia de masas de agua	30,7 %
Paisaje sin presencia de masas de agua	69,3 %
Paisaje montañoso	88,4 %
Paisaje llano	11,6 %

Tabla 28. Porcentaje (%) de encuestados que eligieron cada tipo de paisaje.

Tipo de relieve

Como se ha comprobado en este y en otros estudios (Hunziker et al., 2007, 2008; Kienast et al., 2009; van Oudenhoven et al., 2012) a la sociedad les resultan más agradables los paisajes con relieves abruptos que los paisajes llanos. Sin embargo,

sólo se pueden disfrutar estéticamente de estos paisajes cuando se observan desde el punto en el que uno se encuentra. Una cuenca visual es el conjunto de áreas visibles desde un punto de observación. Así en este caso, han sido valoradas las 618 cuencas visuales en las que se ha dividido la CAPV en función del tipo de relieve que posee cada una. Para ello, se ha utilizado el mapa de cuencas visuales obtenido del Anteproyecto del Catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV del 2005 a 1: 25.000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_PAISAJE_CVISUALES_CAT_25000_ETRS89.zip) y los datos del índice de relieve medio asociado a cada cuenca visual. Teniendo en cuenta este criterio, las cuencas visuales con un índice de relieve medio ≥ 32 m se han valorado con un 1 y al resto con un 0.

Tipo de paisajes

Como se ha comprobado en este y en otros estudios (Hunziker et al., 2007, 2008; Kienast et al., 2009; van Oudenhoven et al., 2012) a la sociedad les resultan más agradables los paisajes diversos que los paisajes monótonos. Sin embargo, sólo se pueden disfrutar estéticamente de estos paisajes cuando se observan desde el punto en el que uno se encuentra. Por ello en este caso, han sido valoradas las 618 cuencas visuales en las que se ha dividido la CAPV en función del tipo de paisajes que posee cada una. Teniendo en cuenta este criterio, las cuencas visuales con un índice de diversidad de paisaje medio $\geq 1,70$ se han valorado con un 1 y al resto con un 0. Para ello, se ha utilizado el mapa de cuencas visuales obtenido del Anteproyecto del Catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV del 2005 a 1: 25.0000 (Servicio de descarga ftp geoeuskadi: CT_PAISAJE_CVISUALES_CAT_25000_ETRS89.zip) y los datos del índice de diversidad de paisaje medio asociado a cada cuenca visual.

Presencia de masas de agua superficiales

Como se ha comprobado en este y en otros estudios (Willemen et al., 2008; Norton et al., 2012, Maes et al., 2012) a la sociedad les resultan más agradables los paisajes con presencia de masas de agua superficiales (ríos, lagos, embalses, aguas costeras). Teniendo en cuenta este criterio, la presencia de masas de agua y su entorno (buffer) se han valorado con un 1 y al resto con un 0. En el caso de las aguas costeras se han tenido en cuenta los paisajes de influencia marina sin realizar ningún buffer, en el

caso de los ríos se les ha realizado un buffer de 50 m y a las masas de agua y embalses un buffer de una vez su radio. Las zonas de estos buffers que se encontraban fuera de la cuenca visual en la que se localizaba la masa de agua valorada se han valorado con un 0. Para ello, se han utilizado los mapas de Embalses 1:5.000 (URA0205GMasaAguaEmbalses_ETRS89.zip, Tramos de río 1:5.000 (URA0202LTramosRioCAPV_ETRS89.zip)), Masas de agua 1:25.000 y Paisajes de influencia marina 1:25.000 (CT_PAISAJE_MAR_CAT_25000_ETRS89.zip), ambos del Anteproyecto del Catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV del 2005. Los mapas ha sido obtenidos del servicio de descarga ftp geoeuskadi.

Influencia de hitos paisajísticos

La presencia de hitos paisajísticos ofrece un valor estético añadido al paisaje que lo posee. Sin embargo, sólo se pueden disfrutar de ellos cuando son visibles desde el punto en el que uno se encuentra. Teniendo en cuenta este criterio, se han valorado con un 1 el área de influencia de estos hitos (áreas situadas a una distancia menor de 2 km desde la que son visibles estos hitos) y al resto con un 0. Para ello, se ha utilizado el mapa de área de influencia de los hitos paisajísticos 1:25.000 obtenido del Anteproyecto del Catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV del 2005.

Influencia de elementos negativos

Al igual que los elementos positivos (masas de agua, hitos paisajísticos) en el paisaje ofrecen un valor añadido al mismo, los elementos negativos le restan valor estético al paisaje. En este estudio se han considerado como elementos negativos la presencia de parques eólicos, canteras activas, vertederos, carreteras y ferrocarril y sus áreas de influencia (Anteproyecto del Catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV, 2005). Teniendo en cuenta este criterio, la influencia de parques eólicos (buffer de 4 km), canteras activas (buffer de 2 veces su radio), vertederos (buffer de 1 vez su radio), autopistas, autovías y carreteras de doble calzada (buffer de 2 km), carreteras (carreteras principales, conexiones urbanas a vías principales, otras conexiones urbanas, otras vías revestidas, vías urbanas) (buffer de 750 m) y ferrocarril y funicular (buffer de 200 m) se han valorado con un 1 y al resto con un 0. Para ello, se ha utilizado

el mapa de ejes de la red viaria 1:5.000 (BTA_TRA_EJES_REDVIARIA_L_5000_ETRS89_DICIEMBRE_2014.zip), Instalaciones P 1:5.000 (parques eólicos) (BTA_SER_INSTALACIONES_P_5000_ETRS89_DICIEMBRE_2014.zip), Elementos Construidos A 1:5.000 (vertederos y canteras activas) (BTA_EDI_ELEM_CONSTRU_A_5000_ETRS89_DICIEMBRE_2014.zip) y Vías férreas 1:5.000 (BTA_TRA_VIAS_FERREAS_L_5000_ETRS89_DICIEMBRE_2014.zip). Los mapas ha sido obtenidos del servicio de descarga ftp geoeuskadi.

Una vez calculado el índice de estética del paisaje se definen 5 rangos de valores (Servicio Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo) utilizando el método de cortes naturales de Jenks para determinar los puntos de corte de cada rango. Al no existir un criterio preestablecido en la bibliografía para definir los rangos de valores, se seleccionó este método porque establece los cortes de manera que la diferencia dentro del grupo es mínima y la diferencia entre grupos es máxima. Hay que tener en cuenta que este método de clasificación no responde a ningún aspecto ecológico, por lo que la aceptación o modificación de los puntos de corte queda en manos del criterio de expertos.

En la tabla 29 se muestran los puntos de corte obtenidos para cartografiar el servicio de disfrute estético del paisaje.

Índice de estética del paisaje	Servicio de disfrute estético del paisaje
< 4	Muy bajo o nulo
4	Bajo
5	Medio
6	Alto
> 6	Muy alto

Tabla 29. Valor del servicio asignado a cada rango del índice de estética del paisaje.

En la figura 14 se representa la importancia de cada área para ofrecer disfrute estético del paisaje.

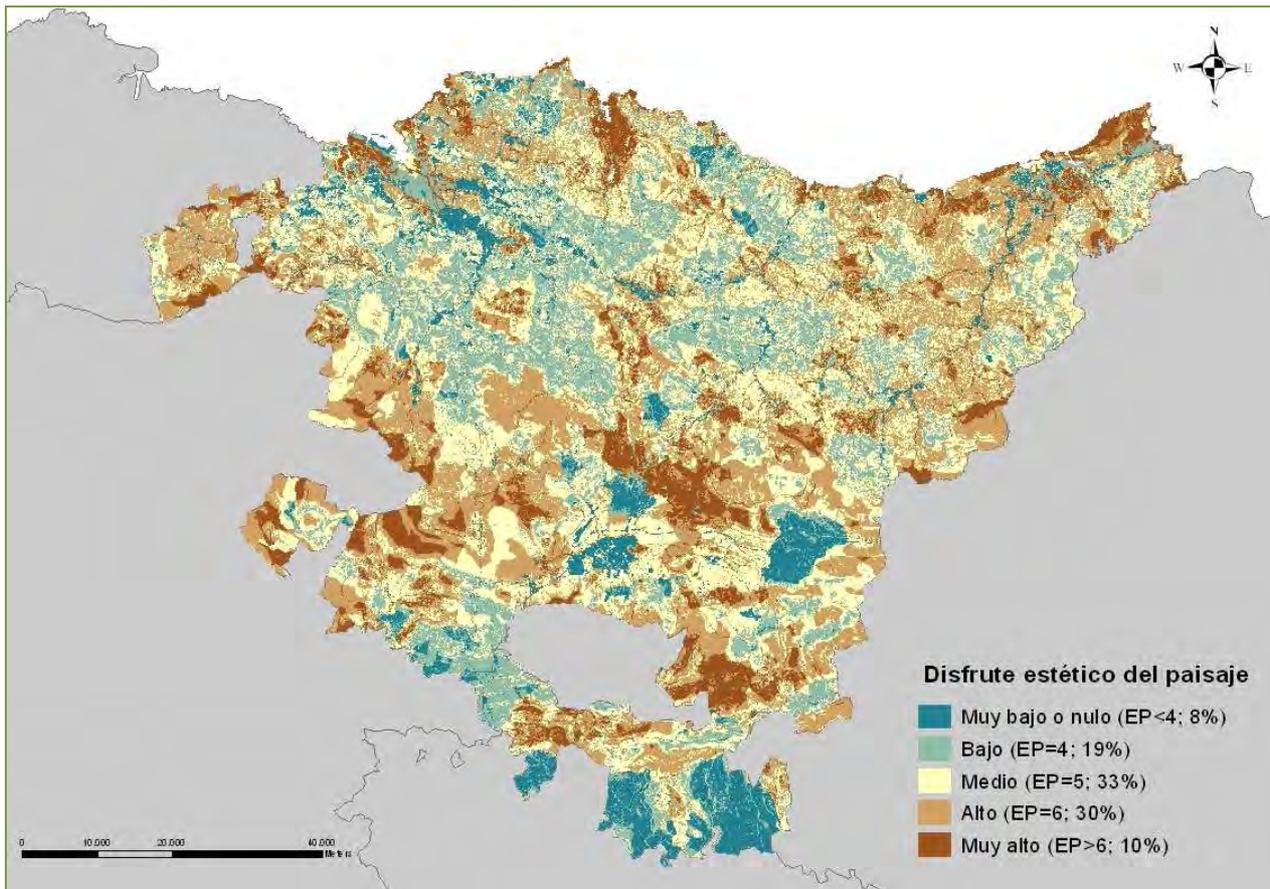


Figura 14. Mapa del servicio de disfrute estético del paisaje.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Adamowicz, W.L., Naidoo, R., Nelson, E., Polasky, S., Zhang, J., 2011. Nature-based tourism and recreation. In: Kareiva, P., Daily, G., Ricketts, T., Tallis, H., Polasky, S. (eds). *Natural Capital: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services*. Oxford, Univ Press, New York.
- Amezaga, I., Mendarte, S., Albizu, I., Besga, G., Garbisu, C., Onaindia, M., 2004. Grazing Intensity, aspect, and slope effects on limestone grassland structure. *Journal of Range Management* 57: 606-612.
- Anteproyecto del Catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV, 2005. Gobierno Vasco. Disponible en: http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/paisaje/es_1094/adjuntos/CPSS_AP_Tomo_2.pdf
- Arnáiz and Loidi, 1981. Estudio fitosociológico de los zarzales del País Vasco. *Lazaroa* 3: 63-73.

- Arnáiz and Loidi, 1982. Estudio fitosociológico de los zarzales y espinares del País Vasco. *Lazaroa* 4: 5-16.
- Benito, I. and Onaindia, M., 1991. Estudio de la distribución de las plantas halófitas y su relación con los factores ambientales en la marisma de Mundaka-Urdaibai. Implicaciones en la gestión del Medio Ambiente. Eusko Ikaskuntza. Sociedad de Estudios Vascos. Cuadernos de la Sección de Ciencias Naturales. 116 pp.
- Birdsey, R.A., 1992. Carbon storage and accumulation in the United States forest ecosystems. USDA Forest Service General Technical Report. WO-59.
- Biurrun, I., García-Mijangos, I., Loidi, J., Campos, J.A., Herrera, M., 2009. La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.000. Gobierno vasco, Vitoria-Gasteiz, Spain, 197pp.
- Calviño-Cancela, M., Rubido-Bará, M., van Etten, E., 2012. Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity? *Forest Ecology and management* 270: 153-162.
- Casado-Arzuaga, I., Onaindia, M., Madariaga, I., Verburg, P.H., 2014. Mapping recreation and aesthetic value of ecosystem services in the Bilbao Metropolitan Greenbelt (northern Spain) to support landscape planning. *Landscape Ecology* 29: 1393-1405.
- Centre de la Propietat Forestal (CPF), 2004. Annexe Indicadors dendromètrics En: Manual de redacció de plans tècnics de gestió i millora forestal (PTGMF) i plans simples de gestió forestal (PSGF). Instruccions de redacció i l'inventari forestal. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Centre de la Propietat Forestal. Barcelona, España. Pp.221-314.
- Chen, X., Zhang, X., Zhang, Y., Wan, C., 2009. Carbon sequestration potential of the stands under the Grain for Green Program in Yunnan Province. China. *Forest Ecology and Management* 258: 199-206.
- Dech, J.P., Robinson, L.M., Noskoj, P., 2008. Understorey plant community characteristics and natural hardwood regeneration under three partial harvest treatments applied in a northern red oak (*Quercus rubra* L.) stand in the Great Lakes-St. Lawrence forest region of Canadá. *Forest Ecology and Management* 256: 760-773.
- Díaz, E., 2000. Clasificación, cartografía y valoración por los usuarios del paisaje de lava meridional y propuestas de ordenación. *Lurralde: investigación y espacio* 23: 181-190.
- Ftp geo.euskadi. Disponible en: <ftp://ftp.geo.euskadi.net/cartografia/>
- Hartig, T., Staats, H., 2006. The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. *Journal of Environmental Psychology* 26: 215-226.

- Hunziker, M., Buchecker, M., Hartig, T., 2007. Space and place—two aspects of the human-landscape relationship. In: Kienast F, Ghosh S, Wildi O (eds). A changing world—challenges for landscape research. Springer landscape series 8. Springer, Berlin, pp 47–62.
- Hunziker, M., Felber, P., Gehring, K., Buchecker, M., Bauer, N., Kienast, F., 2008. Evaluation of landscape change by different social groups. Results of two empirical studies in Switzerland. Mountain Research and Development 28(2):140–147.
- Ikaur-Ekolur, 2006. Bases para la elaboración de la directiva sobre el uso sostenible del agua en Gipuzkoa. Disponible en: <http://www4.gipuzkoa.net/oohh/web/directrices/agua/.%5Ctomo%20iv%5CDiagnostico%20y%20Carencias-ESTRATEGIA%20AGUA.pdf>
- IPCC, 2003. Guía de Buenas Prácticas para las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Disponible en: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm>.
- Kienast, F., Bolliger, J., Potschin, M., de Groot, R., Verburg, P.H., Heller, I., Wascher, D., Haines-Young, R., 2009. Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe. Environmental Management 44:1099-1120.
- Larrinaga, 2004. Tesis doctoral. Factores que afectan a la selección del fruto por parte de aves frugívoras del genero Turdus.
- Loidi, J., 1989. Los espinares de orla de los carrascales supramediterráneos castellano-cantábricos (Burgos). Lazaroa 11: 77-83.
- Loidi, J., García-Mijangos, I., Herrera, M., Berstegi, A., Darquistade, A., 1997. Heathland vegetation of the Northern-central part of the Iberian Peninsula. Folia. Geobot. Phytotax. 32: 259-281.
- Loidi, J. and Herrera, M., 1990. The *Quercus pubescens* and *Quercus faginea* forests in the Basque Country (Spain): distribution and typology in relation to climatic factors. Plant Ecology 90 (1): 81-92.
- Loidi, J., Ortega, M., Orrantia, O., 2007. Vegetation Science and the implementation of the Habitat Directive in Spain: up-to-now experiences and further development to provide tools for management. Fitosociología 44: 9-16.
- Lonsdorf, E., Kremen, C., Ricketts, T., Winfree, R., Williams, N., Greenleaf, S., 2009. Model-ling pollination services across agricultural landscapes. Annals of Botany 103: 1589–1600.
- Madrigal, A., Álvarez, J.G., Rodríguez R., Rojo A., 1999. Tablas de producción para los montes españoles. Eds. Fundación Conde del Valle de Salazar. España.
- Maes, J., Braat, L., Jax, K., Hutchins, M., Furman, E., Termansen, M., Luque, S., Paracchini, M.S., Chauvin, C., Williams, R., Volk, M., Lautenbach, S., Kopperoinen,

- L., Schelhaas, M.J., Weinert, J., Goossen, M., Dumont, E., Strauch, M., Görg, C., Dormann, C., Katwinkel, M., Zulian, G., Varjopuro, R., Ratamáki, O., Hauck, J., Forsius, M., Hengeveld, G., Perez-Soba, M., Bouraoui, F., Scholz, M., Schulz-Zunkel, C., Lepistö, A., Polishchuk, Y., Bidoglio, G., 2011a. A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis - phase 1. PEER Report No 3. Ispra: Partnership for European Environmental Research.
- Maes, J., Hauck, J., Paracchini, M.L., Ratamáki, O., Termansen, M., Perez-Soba, M., Kopperoinen, L., Rankinen, K., Schägner, J.P., Henrys, P., Cisowska, I., Zandersen, M., Jax, K., La Notte, A., Leikola, N., Pouta, E., Smart, S., Hasler, B., Lankia, T., Andersen, H.E., Lavalle, C., Vermaas, T., Alemu, M.H., Scholefield, P., Batista, F., Pywell, R., Hutchins, M., Blemmer, M., Fannesbech-Wulff, A., Vanbergen, A.J., Münier, B., Baranzelli, C., Roy, D., Thieu, V., Zulian, G., Kuussaari, M., Thodsen, H., Alanen, E.L., Egoh, B., Sørensen, P.B., Braat, L., Bidoglio, G., 2012. A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis - phase 2. Synthesis report. PEER Report No 4. Ispra: Partnership for European Environmental Research.
 - Maes, J., Paracchini, M.L., Zulian, G., 2011b. A European assessment of the provision of ecosystem services: Towards an atlas of ecosystem services. Report EUR 24750 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
 - Montero, G., Ruiz-Peinado, R., Muñoz, M., 2005. Monografías INIA: Serie Tierras forestales. N° 13-2005. Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Ed. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Ministerio de Educación y Ciencia. ISBN: 84-7498-512-9. Madrid.
 - Nahuelhual, L., Carmona, A., Lozada, P., Jaramillo, A., Aguayo, M., 2013. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: an application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography* 40: 71-82.
 - Neiker, 2004. Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono. Informe interno inédito.
 - Norton, L.R., Inwood, H., Crowe, A., Baker, A., 2012. Trialling a method to quantify the 'cultural services' of the English landscape using Countryside Survey data. *Land Use Policy* 29: 449-455.
 - Onaindia, M., 1986. Estudio de la distribución de las comunidades vegetales hidrófilas en los ríos de Vizcaya. Boletín de la estación central de ecología. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
 - Onaindia, M., 1989. Estudio fitoecológico de los encinares vizcaínos. *Estudia Oecologica* VI: 7-20.
 - Onaindia, M., Benito, I., Domingo, M., 1991. A vegetation gradient in dunes of Northern Spain. *Life and Environment-Vie et Milieu* 41:107-115.

- Onaindia, M., G. de Bikuña, B., Benito, I., 1996. Aquatic plants in relation to environmental factors in Northern Spain. *Journal of Environmental Management* 46: 123-137.
- Onaindia, M., Mitxelena, A., 2009. Potential use of pine plantations to restore native forests in a highly fragmented river basin. *Annals of Forest Science* 66: 13-37.
- Pausa, J.C., 1994. Species richness patterns in the understorey of Pyrenean *Pinus sylvestris* forest. *Journal of Vegetation Science* 5: 517-524.
- Peña, L., Amezaga, I., Onaindia, M., 2011. At which spatial scale are plant species composition and diversity affected in beech forests? *Annals of Forest Science* 68 (8): 1351-1362.
- Peña, L., Casado-Arzuaga, I., Onaindia, M., 2015. Mapping recreation supply and demand using an ecological and social evaluation approach. *Ecosystem Services* 13: 108-118.
- Rockström, J., Gordon, L., Folke, C., Falkenmark, M., Engwall, M., 1999. Linkages among water vapor flows, food production, and terrestrial ecosystem services. *Conservation Ecology* 3: 5.
- Rodríguez-Loinaz, G., Amezaga, I., Onaindia, M., 2012. Does forest fragmentation affect the same way all growth-forms? *Journal of Environmental Management* 94:125-131.
- SIVIM. Disponible en: <http://www.sivim.info/sivi/>
- Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., Wood, S.A., and Sharp, R., 2011. InVEST 2.1 beta User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford.
- van Oudenhoven, A.P.E., Petz, K., Alkemade, R., Hein, L., de Groot, R., 2012. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecological indicators* 21: 110-122.
- Willemen, L., Verburg, P.H., Hein, L., van Mensvoort, M.E.F., 2008. Spatial characterization of landscape functions. *Landscape and Urban Planning* 88: 34-43.
- Woodbury, P.B., Smith, J.E., Heath, L.S., 2007. Carbon sequestration in the U.S. forest sector from 1990 to 2010. *Forest Ecology and Management* 241: 14-27.
- Zhang, J., Ge, Y., Chang, J., Jiang, B., Jiang, H., Peng, C., Zhu, J., Yuan, W., Qi, L., Yu, S., 2007. Carbon storage by ecological service forests in Zhejiang Province, subtropical China. *Forest Ecology and Management* 245: 64-75.

- **Zulian, G., Maes, J., Paracchini, M., 2013. Linking land cover data and crop yields for mapping and assessment of pollination services in Europe. Land 2: 472–492.**