

Informe Proyecto

Diversidad estructural, integridad ecológica y patrones de regeneración en masas mixtas de haya y roble de la ZEC Pagoeta

Proyecto presentado a la Convocatoria de 16 de septiembre de 2014 de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco para la generación de conocimiento en la conservación del Patrimonio Natural.



Errotuz 2015

Equipo de trabajo

Claudia Maldonado Seares

Inés Latorre García

Inazio Martínez de Arano

Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS GENERALES	4
3. METODOLOGÍA	5
3.1 IDENTIFICACIÓN ÁREAS DE ESTUDIO.....	5
3.2 MUESTREO DE CAMPO.....	6
3.2.1 <i>Composición, diversidad estructural y dinámica</i>	6
3.2.2 <i>Patrones de regeneración</i>	6
3.3 ELABORACIÓN DE LA INFORMACIÓN	7
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	8
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS BOSQUES DE ROBLE.....	8
4.1.1 <i>Bosques de roble en Orbelaun</i>	9
4.1.2 <i>Bosques de roble de Mindikorreka</i>	11
4.1.3 <i>Bosque de roble de Altzolaras</i>	13
4.2 DINÁMICA Y CRECIMIENTO DE LOS ROBLEDALES.....	15
4.2.1 <i>Los bosques jóvenes</i>	15
4.2.2 <i>Los bosques maduros</i>	16
4.2.3 <i>Los bosques de trasmochos</i>	17
4.3. PATRONES DE REGENERACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES.....	20
4.3.1 <i>Regeneración bajo dosel</i>	20
4.3.3 <i>Regeneración de especies exóticas</i>	27
4.3.4 <i>Crecimiento de roble y su permanencia en el bosque</i>	27
4.4 DIVERSIDAD ESTRUCTURAL.....	29
4.4.1 <i>Madera muerta</i>	29
4.4.2 <i>Árboles emergentes y grandes árboles</i>	32
4.4.3 <i>Otros elementos de biodiversidad</i>	33
5. CONCLUSIONES	35
6. RECOMENDACIONES DE GESTIÓN	38
6. BIBLIOGRAFÍA CITADA Y CONSULTADA.....	40
7. ANEXOS.....	42
<i>Anexo I Mapa temático de elementos remarcables</i>	42
<i>Anexo II Fotografías</i>	43

1. Introducción

Este proyecto se centra en dar respuesta a las necesidades de información respecto de la estructura, dinámica y estado de conservación de los Robledales acidófilos (EUNIS G1.86), incluyendo sus masas mixtas con haya, tal y como se identifican en el documento de declaración de la ZEC de Pagoeta (ES2120006).

Así, el análisis de la estructura, va a permitir mejorar el conocimiento del *estado de conservación*, contribuyendo a la *cartografía de elementos estructurales relevantes (árboles añosos, trasmochos y claros en el dosel...)*, así como a determinar *valores de referencia* respecto de la cantidad y características de la *madera muerta*. Del mismo modo, el análisis de la estructura de edades y los patrones de regeneración de las especies va a permitir entender mejor los procesos actuales de naturalización y en concreto *la posible expansión del haya frente al roble* y la regeneración de especies exóticas a partir de las masas circundantes.

El proyecto se centra en las masas mixtas de Alzolaraserreka, Mindikoerreka y Orbelaun, por lo que va a contribuir directamente al cumplimiento al establecimiento de criterios técnicos para su gestión.

2. Objetivos generales

Generar información y conocimiento necesario para el cumplimiento de las medidas de conservación de los hábitats de robledal (G1.86) en las ZEC de Pagoeta y en concreto:

Aportar parámetros y valores cuantitativos que describan el *actual estado de conservación, integridad ecológica y diversidad estructural* de las masas autóctonas y que aporten información relevante para la puesta en práctica de las medidas de conservación propuestas por la ZEC.

Describir los mecanismos de regeneración de las principales especies que componen estas masas, identificando en especial el avance de haya frente a roble, así como el posible impacto de especies alóctonas en procesos de naturalización.

En concreto, este proyecto de investigación busca contribuir a dar respuesta a las siguientes necesidades y medidas descritas en el documento de la ZEC de Pagoeta:

- Valorar con mayor precisión el estado de conservación de los, robledales y sus masas mixtas a partir de parámetros como *la densidad y el área basal de las especies arbóreas dominantes, la diversidad de especies secundarias en el dosel y el estrato arbustivo, la distribuciones de edades, la cantidad y clase de madera muerta en pie y en suelo, a densidad de claros y árboles maduros, abundancia y cobertura de especies exóticas [Medida nº1]*
- Elaborar nuevo conocimiento básico sobre la estructura y dinámica de las masas mixtas de hayedo robledal y proponer, a partir de ahí, *criterios de gestión para las masas mixtas de hayas y robles de Altzolaraserreka, Mindikoerreka y Orbelaun (Medida nº 6)*
- Contribuir a la caracterización de la diversidad estructural y composición del bosque mixto de la reserva del Barranco de Alzolaras. [Medida 17]
- Generar nueva información para *localizar, cartografiar y georreferenciar los claros, ecotonos y rodales de especies fruticasas (serbales, cerezos, manzanos, etc.) en el interior de masas homogéneas de hayedo y robledal [Medida 13]*

3. Metodología

3.1 Identificación áreas de estudio

Con ayuda de material cartográfico y visitas a terreno en compañía del guarda forestal de la zona, se identificaron las masas a estudiar dentro de los bosques de *Altzolaraserreka*, *Mindikoerreka* y *Orbelaun*. Se seleccionaron 16 rodales, a través de los cuales se intentó abarcar distintos estados de desarrollo, así como las variaciones posibles en composición, siempre que existía participación de roble en el dosel superior.

Tabla 1. Distribución de parcelas de muestreo por zona de estudio

Zona	Tipo de Hábitat (*) (EUNIS 2009)	Nº parcelas
Orbelaun	B. acidófilo con Q. robur/Hayedo-roblechal	4
Mindikoerreka bajo	Bosque acidófilo dominado por Q. robur	4
Mindikoerreka alto	Hayedo-roblechal ácido atlántico	3
Altzolaraserreka	Bosque acidófilo dominado por Q. robur	5

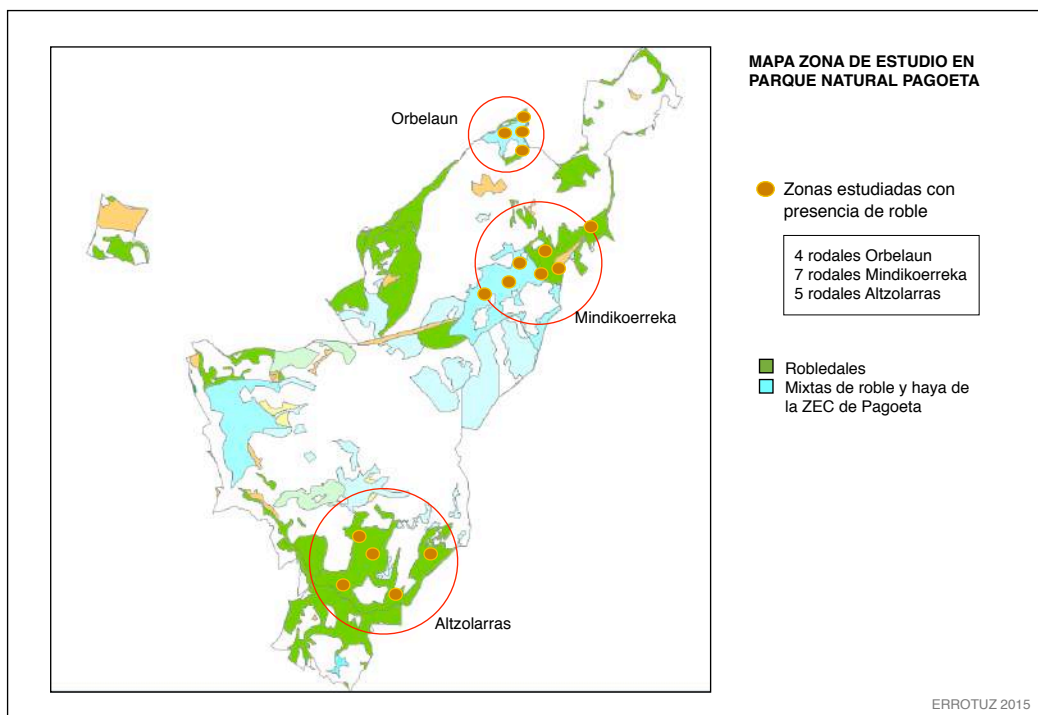


Figura 1. Ubicación de los bosques estudiados y zonas muestreadas

3.2 Muestreo de campo

En cada rodal seleccionado se realizó un muestreo en transectos con el fin de abarcar la mayor variabilidad posible, en estructura y composición. Dependiendo de la extensión del rodal se realizaron uno más transectos de 100 m de largo cada uno y de 4 a 10 m de ancho dependiendo de la densidad de pies del rodal.

3.2.1 Composición, diversidad estructural y dinámica

Árboles vivos y muertos. En cada transecto se registró de cada árbol > 5 cm de diámetro: especie, diámetro, altura, origen (semilla /vegetativo) y vigor en general (como vivo, débil o muerto). De ambas categorías se registró además existencia de oquedades en el fuste y evidencias de uso por la fauna (agujeros de larvas, de carpinteros, madrigueras) o por vegetación parásita o epífita. En el transecto también se contabilizó e identificó las especies arbustivas que se desarrollan en el sotobosque.

Madera muerta. A los árboles caídos dentro del transecto se les estimó el grado de descomposición, las causa de caída (desraizado o quebrado) y se les midió el diámetro interceptado según la metodología LSI para estimar su volumen. Para estimar su estado de descomposición se aplico las categorías propuestas por Daniel et al (1997) que permite clasificar los árboles caídos en distintos niveles de antigüedad de I a V. A estos pies también se les registró las evidencias de uso por la flora o fauna

Estructura de edades. Para determinar la estructura de edades, se extrajo de las distintas clases de diámetro de cada especie, una muestra de la edad mediante barrena de Pressler. Con el estudio de estas muestras se ha podido describir los atributos de crecimiento de las especies en particular, así como los procesos dinámicos de la masa que rebelen hitos de entrada de las especies, tanto autóctonas como alóctonas, al lugar.

3.2.2 Patrones de regeneración

Tipología de claros. A lo largo del transecto, también se evaluaron otros elementos de diversidad estructural que explican su dinámica y que pueden estar relacionados con las condiciones para el establecimiento de especies invasoras, como el número y tamaño de los claros y la diversidad de sustrato de germinación.

Regeneración. En cada transecto se realizaron 20 sub parcelas de regeneración de 2x1 m en que las que se registraron las especies arbóreas < 5 cm de diámetro determinando para cada planta de estas características, la especie, categoría de altura (0-10; >10 - 50; 50 - 100; > 1 m) y la densidad de cobertura arbórea bajo la que se desarrolla.

Al interior de los claros encontrados se determinó: i) la regeneración presente, mediante medición de 20 sub parcelas de regeneración, siguiendo la metodología ya

descrita. ii) la presencia de árboles sucesores del claro, definidos como el árbol de mayor porte que se desarrolla en cada uno de los cuartos del claro. Cuando fue posible, se obtuvo una muestra de edad del árbol sucesor para determinar su edad e inferir la edad del claro.

3.3 Elaboración de la información

En esta fase se ha realizado el procesamiento de los datos recogidos en campo, la elaboración de gráficos y material cartográfico, así como el análisis de muestras dendrocronológicas. Para cada rodal evaluado se ha generado información sobre composición de especies, área basal, estructura de edades, diversidad estructural, disponibilidad de hábitat, mecanismos de regeneración que operan en el bosque y estrategias de las principales especies, así como hitos de la masa en términos de colonización de especies autóctonas y llegada de especies alóctonas, cuando existían.

4. Resultados y discusión

4.1 Caracterización de los bosques de roble

En general y aunque en distintas proporciones, los tres tipos de masa presentan robles trasmochos de más de 200 años, zonas de juveniles de roble y madera muerta en distintos estados de descomposición. Esto hace que roble (*Quercus robur*) en el conjunto de las masas esté presente en distintos estados de desarrollo y con distintas clases edad, siendo siempre la especie dominante en el dosel arbóreo, aunque en la mayoría de los casos con áreas basales que no superan los 40 m² e incluso en zonas de árboles dispersos en Mindikoerreka en que roble no llega a los 10 m².

También los valores totales de regeneración a nivel de plántula y que reflejan el desarrollo de un sustrato adecuado para la germinación, son superiores a las 3.000 pl/ha para la mayoría de los sectores a excepción de algunas zonas del barranco de Altzolaras en que esta es muy baja o inexistente.

Tabla 2 Parámetros de estado de las masas estudiadas, ordenadas por sector, rango de edades y estados de desarrollos de roble

Zona	Tipo masa (transecto)	Densidad (N/ha)	AB total (m ²)	AB roble (%)	Edad roble (años)	M.muerta (m ³ /ha)	Arb. m. pie (N/ha)	Pendiente (%)
Orbelaun	Juvenil_4	535	23	100	30 - 50	0,0	55	40
	Juvenil_2	368	31	84	20 - 50	6,4	0	26
	Maduro_1	290	48	90	≥130	70,8	48	40
	Trasmoch_3	511	62	84	100 - 200 *	2,6	57	0
Mindiko	Juvenil_12	393	52,8	64	16 - 65	2,4	36	80
	juvenil_9	668	19,8	25	40 - 70	32,9	162	30
	Adulto_5	335	19	53	≤ 100	44,3	46	45
	Dispersos_13	340	29,7	77	≤ 100	0,3	0	80
	Dispersos_11	378	21,9	46	> 100	13,3	108	45
	c/trasmoch_8	324	35,6	79	100-125	52,9	0	30
	c/trasmo_10	625	32	69	250	2,7	50	45
Altzolaras	Trasm/ juve_6	231	43,5	18	20 - 250	39,4	66	45
	Trasmoch_7	200	20	85	> 250 *	1,1	25	80
	Trasm/juv_14	629	47,8	50	20 - 250 *	98,7	24	85
	Trasmoch_15	356	31,03	71	> 250 *	104,5	36	77
	Trasmoch_16	216	61,74	63	> 300 *	18,4	36	60

(*) edad estimada para muestras incompletas con centro deteriorado

A escala de bosquetes en general los rodales son poco estratificados y se componen básicamente de un estrato juvenil de entre 5 y 15 metros de altura en los que se concentra la mayor variedad de especies acompañantes y un estrato más arbóreo en el que participa casi exclusivamente roble y en menor proporción haya y castaño, dependiendo de las zonas. En el estrato juvenil son especialmente dominante los pies vegetativos de avellano que en la mayoría de los casos superan las 600 varas /ha pudiendo superar las 1000.

Con respecto a la relación entre el tipo de hábitat descritos para estas zonas y el tipo de masas que se ha encontrado, se puede decir que:

a) En las masas denominadas como *Habitat de Hayedo-Robedal ácido atlántico* con bosques mixtos de haya y roble, en la zona de Orbelaun, haya sólo se ha encontrado como grupos puros de trasmochos y no en mezcla con roble.

b) En el caso de la zonas estudiadas en Mindikoerreka y con esta misma denominación tampoco se registró esta mezcla a escala de rodal. En las masas trasmochas del barranco de Alzolaras, haya si está en mezcla con roble y castaño, aunque en este caso la denominación de Habitat de estas masas es *Bosque acidófilo dominado por Q. robur*.

4.1.1. Bosques de roble en Orbelaun

El bosque de Orbelaun se compone de rodales de pequeña superficie, en torno a 1 ha, y que en su conjunto abarcan distintas estructuras de tamaño y de edad. Las masas más jóvenes con robles de hasta 50 años, presentan una estructura bastante coetánea, poco densa y presentan escasa madera muerta en el piso del bosque. La masa más añosa la constituye el robledal trasmochos cuyos árboles más viejos sobrepasan los 250 años y los 90 cm de diámetro. Este rodal junto a una masa madura de algo más de 130 años presentan estructuras en dos generaciones muy marcadas, en donde las nuevas generaciones representadas por olmo (*Ulmus glabra*), fresno (*Fraxinus excelsior*) y ocasionalmente haya (*Fagus sylvatica*) se han comenzado a establecer entre 40 a 60 años atrás.

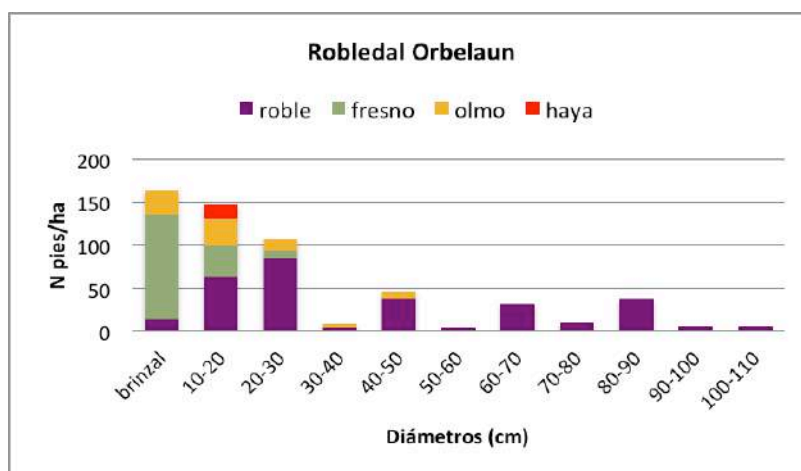


Figura 2. Distribución de tamaños de las principales especies arbóreas del robledal de Orbelaun (*Q. robur*, *U. glabra*, *F. Excelsior* y *F. Sylvatica*)

Como se aprecia en la distribución de tamaño, en el dosel dominante siempre está presente roble, como única especie, mientras el dosel intermedio es más diverso con fresno y olmo como especies más frecuentes. Son comunes en el sotobosque fresno, avellano (*Corylus avellana*) y olmo y menos frecuentemente también están arraclán, bonetero y endrino.

En los bosquetes de roble maduro y trasmucho la regeneración en el piso del bosque puede superar las 40.000 plantas por hectárea y constituye la más abundante de entre las tres zonas estudiadas. Esta regeneración de plántulas de 0 a 3 años aproximadamente y que no sobrepasa los 10 cm de altura, está compuesta principalmente por fresno, seguidas de roble y laurel. Como muestra la figura, de estas solo fresno y laurel presentan algo de reclutamiento con plántulas de semilla que superan los 60 cm de altura.

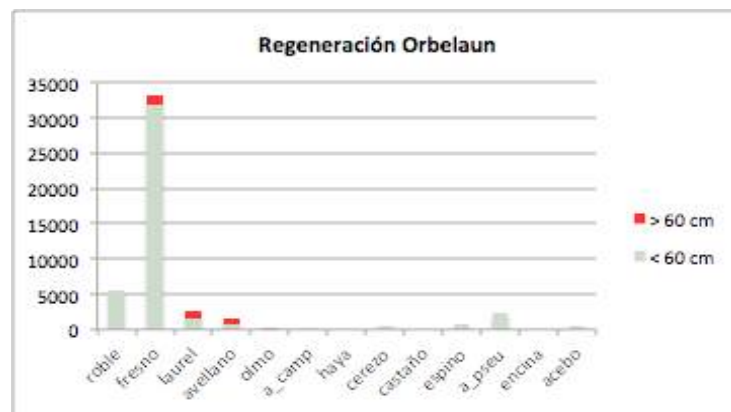


Figura 3. Abundancia media de regeneración por especie (nº plantas/ha) en los robledales de Orbelaun

La madera en el piso del bosque en estos robledales se ha originado principalmente por el desarraigo y caída de árboles. En su conjunto no existe madera muerta en estados muy avanzados de descomposición, es decir originada hace más de 50 años, pero si una proporción importante de madera en estado intermedio de descomposición y que de manera natural, es aportada principalmente por la masa madura y no como se podría esperar por la masa trasmocha que es la de más edad. En este robledal de trasmochos se ha incorporado recientemente madera muerta de manera artificial, pero esta no fue considerada dentro del estudio.

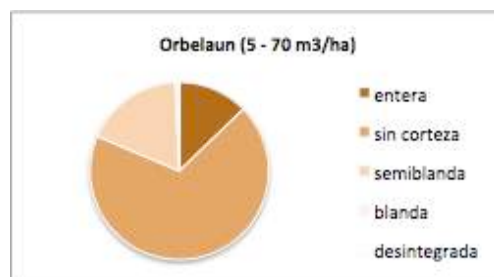


Figura 4. Volumen medio de madera muerta según estado de descomposición

4.1.2 Bosques de roble de Mindikoerreka

En los robledales de la cuenca de Mindikoerreka es más evidente el uso pasado del bosque, asociado a las ferrerías, y los árboles trasmochos se encuentran distribuidos de manera continua o dispersos por toda la zona. De hecho en algunos sectores existe una mezcla de árboles trasmochos con otros de gran tamaño sin trasmochar. En general en estas masas, roble es menos abundante y alcanza menores diámetros que en Orbelaun. Los árboles de mayor diámetro aparecen muy dispersos en densidades de entre 10 y 20 árboles /ha y los trasmochos muy desmoronados con pudrición en el centro de casi un 50% del fuste. Las zonas con trasmochos más añosos en torno a los 250 años son las de menor densidad y se encuentran en las zonas bajas del río más cercanas a las ferrerías. Por otro lado algunos de los rodales más jóvenes con edades en torno a los 100 años se encuentran en los tramos más altos de la cuenca.

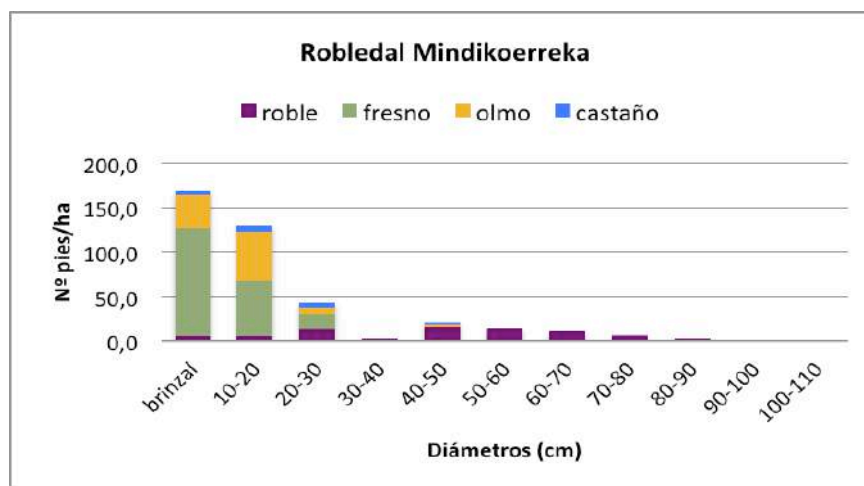


Figura 5. Distribución de tamaños de las especies arbóreas del robledal de Mindikoerreka

En el dosel intermedio de estos bosques, además de fresno y olmo, las especies más comunes en todos los bosques estudiados, también está presente castaño (*Castanea sativa*) y muy esporádicamente arce campestre (*Acer campestre*). A diferencia de los otros bosques el haya es muy poco frecuente.

La regeneración media en su conjunto es 50% menor que en Orbelaun llegando a unas 20.000 pl/ha. Entre esta también predominan fresno y laurel, pero también aparecen otras especies más heliófilas como olmo, arce campestre y espino albar (*Crataegus monogyna*).

Roble por su parte mantiene niveles similares a los de Orbelaun en torno a las 5.000 pl/ha pero de la misma manera, en ambos tipos de bosques, los registros no reflejan la existencia de reclutamiento para la especie, expresado en plantas de más desarrollo de más de medio metro de altura.

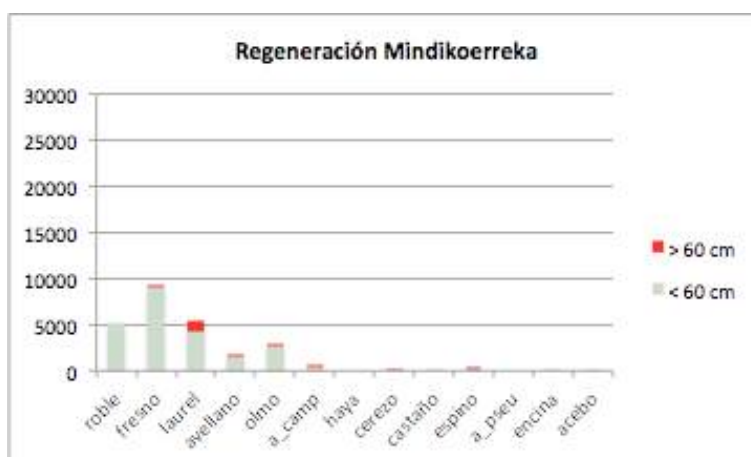


Figura 6. Abundancia media de regeneración por especie (nº plantas/ha) en los robledales de Mindikoeerka

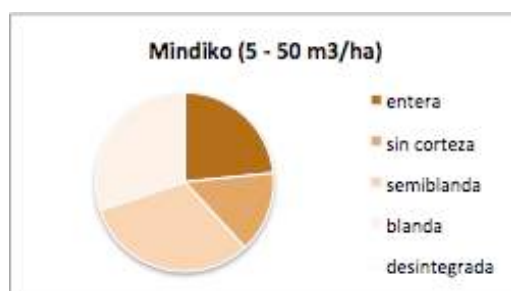


Figura 7. Volumen medio de madera muerta según estado de descomposición

Los valores medios de madera muerta son algo menores, pero su calidad como sustrato es de mayor riqueza puesto que presenta distintos grados de descomposición, especialmente la muy descompuesta. Esta mayor presencia de madera podrida en el piso del bosque se puede explicar en parte por la mayor ocurrencia de árboles trasnochos y árboles viejos que se ha detectado en estos bosques.

4.1.3 Bosque de roble de Altzolaras

Los robledales del barranco de Altzolaras se diferencian de las otras zonas por la predominancia de árboles trasmochos principalmente de roble, pero también de castaño y haya. Aquí no se registran árboles adultos sin trasmochar y todos los pies de más de 60 cm de diámetros son antiguos trasmochos. Aquí también se registran los árboles más añosos de roble con edades estimadas superiores a los 300 años y también se ha constatado la mayor proporción de árboles trasmochos con pudrición central que puede abarcar entre 50 y 80% del volumen del fuste. Los trasmochos de castaño son más escasos y en muchos casos muy deteriorados por lo que no se les ha determinado la edad. Los trasmochos de haya de diámetros en torno a 60 cm alcanzan los 80 años y no presentan signos de deterioro.

En términos de composición de los doseles bajos e intermedios, olmo sigue siendo una especie frecuente al igual que en los otros tipos de bosque, pero fresno es prácticamente inexistente, y se da paso a otras especies de rápido crecimiento como aliso y abedul. También es más frecuente en estos estratos la presencia de roble, especialmente en la categoría de brinzal, y que refleja procesos recientes de regeneración de roble.

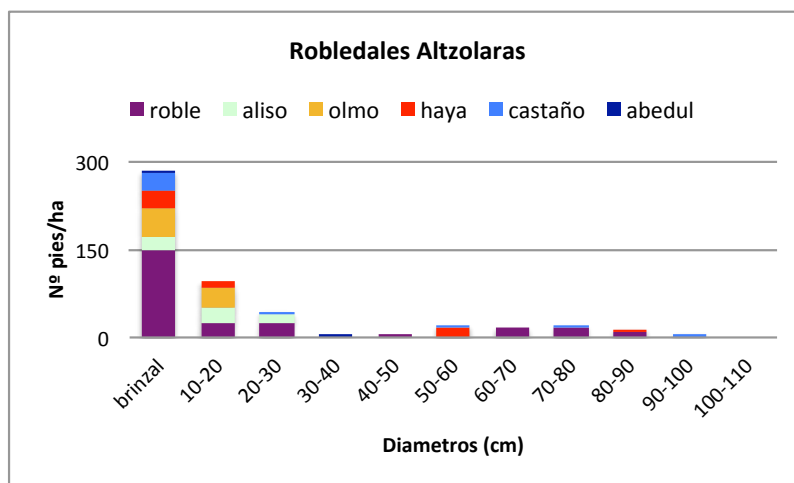


Figura 8. Distribución de tamaños de robledales muestreados en barranco de Altzolaras

Por su parte la abundancia de regeneración en el piso forestal es la más baja de las tres zonas estudiadas y alcanza un valor medio de unas 12.000 plantas/ha. Y a diferencia de lo que refleja roble en la distribución de tamaños, aquí tiene una muy baja participación en los distintos rodales y su regeneración se encuentra en rangos de entre 0 a 700 pla/ha.

En la composición de la regeneración también es evidente la escasa participación de fresno, mientras que laurel aquí es la más abundante y además con cierto éxito en el reclutamiento de plantas mayores a los 60 cm de altura. En esta zona es característico además el establecimiento en el piso del bosque de especies como acebo y haya, que no aparecen en las otras masas.

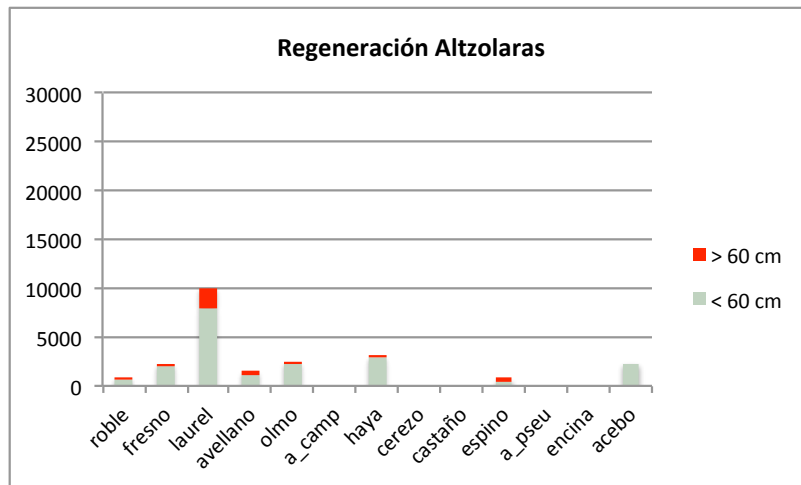


Figura 9. Abundancia media de regeneración por especie (nº plantas/ha) en los robledales de Altzolarra

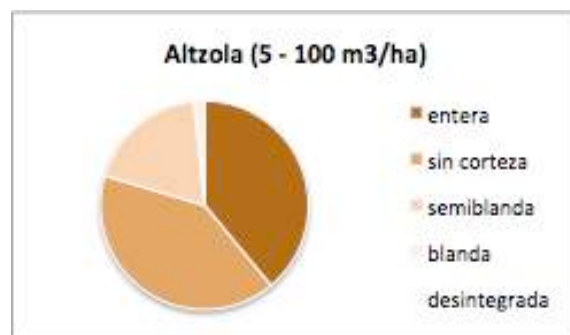


Figura 10. Volumen medio de madera muerta según estado de descomposición

La madera muerta en el piso del bosque también es muy variable según el tipo de masa en términos de volumen, llegando en algunos rodales a niveles muy deseables de 100 m³/ha. Sin embargo los volúmenes más altos corresponden especialmente a madera sin descomponer o muy poco descompuesta y aparece muy concentrada por zonas. También aquí como en las otras zonas la madera caída proviene principalmente del desarraigo de árboles de gran tamaño.

4.2 Dinámica y crecimiento de los robledales

4.2.1 Los bosques jóvenes

Las zonas en que crecen juveniles de roble las distribuciones presentan edades bastante coetánea y no se registra a pesar de la dispersión de diámetros una incorporación de nuevas cohortes muy extensa en el tiempo. Sin embargo la presencia de algunos pies de más de 50 años en algunos sectores puede indicar la ocurrencia de pulsos anteriores y sin interrupción hasta hace unos 20 años como podría ser el caso de los sectores registrados en el bosque de Orbelaun.

En estos rodales roble parece haber entrado sincrónicamente con aliso y olmo o incluso con especies exóticas (transecto 12). Según el registro de edades por clase de tamaño seguramente esta entrada comenzó hace unos 40 a 30 años en la mayoría de los sitios y las ultimas se han producido hasta hace unos 20 años. Si se considera que no se ha detectado reclutamiento de roble en ninguna de las zonas estudiadas parece ser que en las condiciones actuales de cierre del dosel, ya no se producen nuevas incorporaciones.

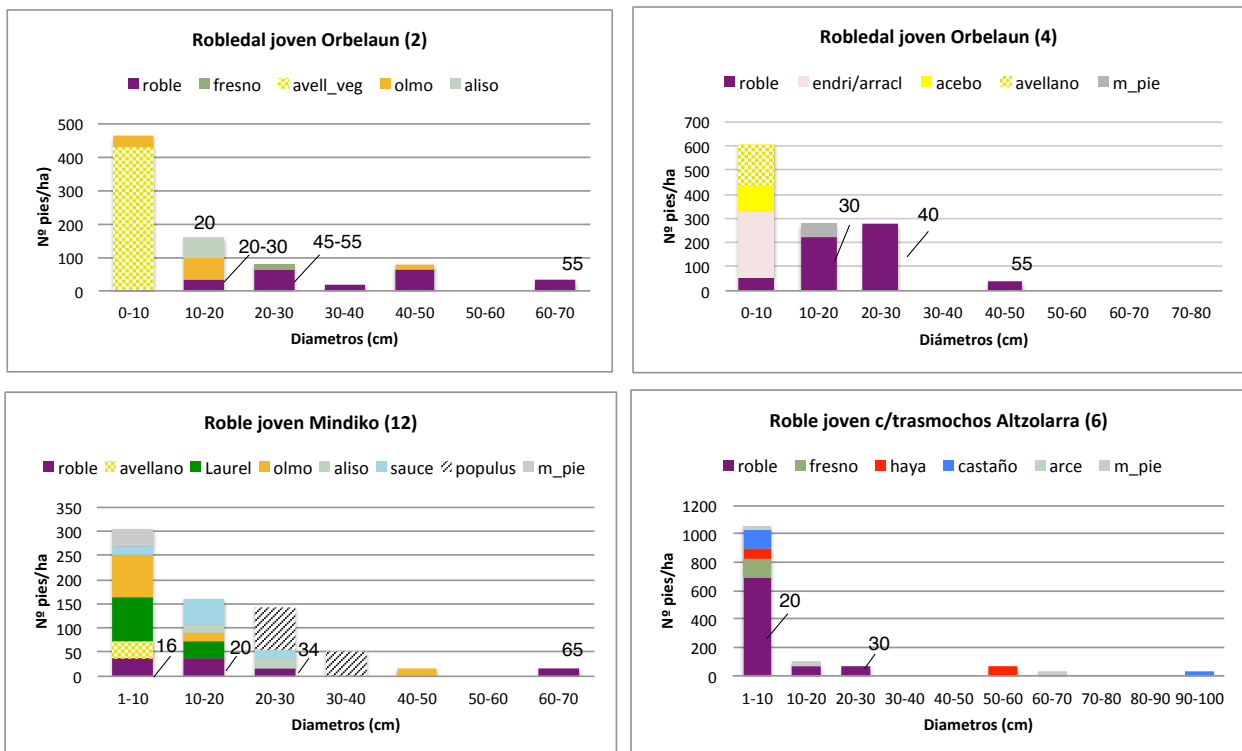


Figura 11. Distribuciones de diámetro de rodales con juveniles de roble y las edades de algunas clases

La escasa presencia de grandes árboles en el dosel superior muestra que el establecimiento de roble en las últimas décadas esta asociado a un dosel superior abierto y poco denso. Cabe destacar que la presencia de estos pies más jóvenes en categorías de 1-10 cm de diámetro se asocia además a una menor proporción de

avellano vegetativo en este estrato. La ocurrencia de estas condiciones para la regeneración también tienen en común la cercanía a zonas de prado. Esta condición que pudo implicar el tránsito de ganado en un pasado reciente, pudo tener efecto en el control de avellano, permitiendo el desarrollo de la regeneración una vez que la zona quedo exenta de pastoreo.

En el caso de las masas trasmochas con juveniles de roble, estos grandes árboles se encuentran en muy baja densidad y parcialmente muertos en sus copas como ocurre principalmente con pies de castaño y roble en Altzolaras (tr 6) y que al parecer ha favorecido el desarrollo de la regeneración de roble.

4.2.2 Los bosques maduros

Como robledales maduros se han considerado los rodales con árboles en torno a los 100 años de edad. En estas masas roble forma grupos bastante coetáneos y de distribución tendiente a la normalidad, aunque en su conjunto la estructura del bosque se compone principalmente de dos estratos. Mientras roble domina el dosel superior, en las clases intermedias y el sotobosque crecen especies como olmo, fresno, laurel y más escasamente también haya. El grueso de este estrato intermedio es en la mayoría de los bosques, a excepción de Orbelaun, los brinzales vegetativos de avellano que a pesar de estar distribuidos en numerosos y densos grupos de hasta 20 varas/pie, mantienen una alta ocupación del sitio y generan importante competencia para el resto de especies originadas a partir de semillas.

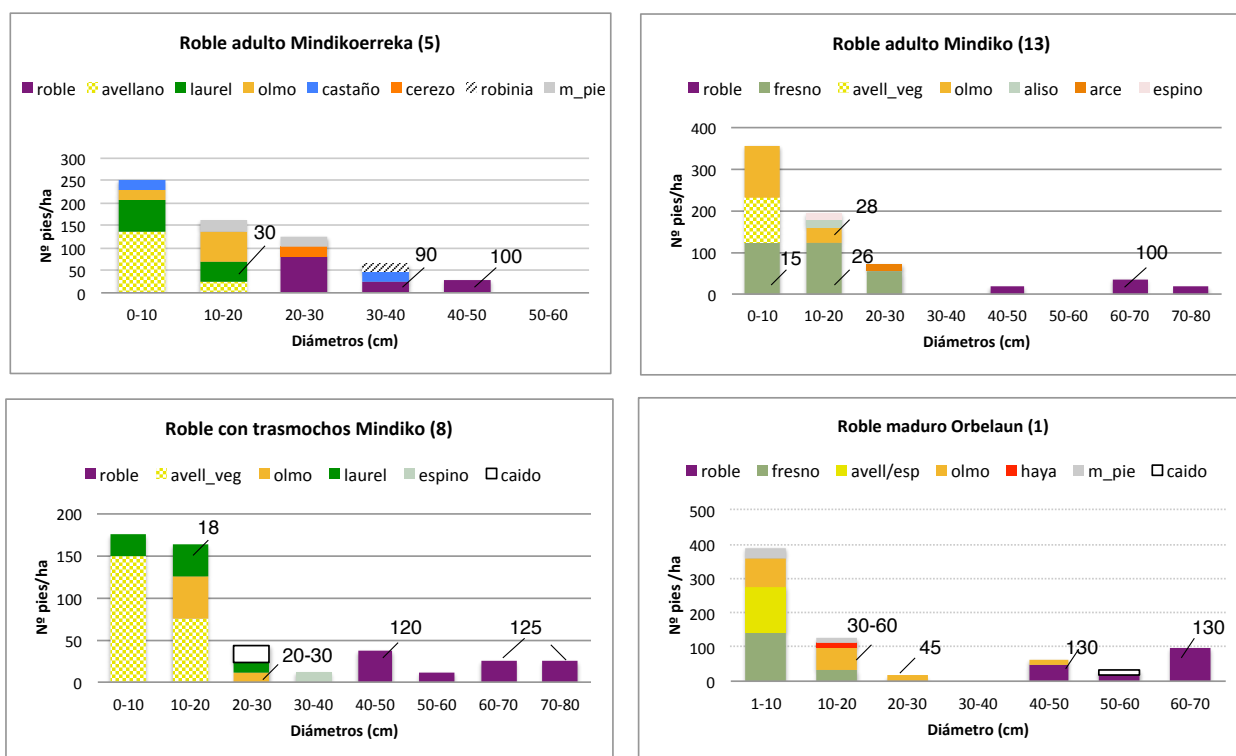


Figura 12. Distribuciones de diámetro y edades de rodales maduros de roble

En estas masas con mayor desarrollo del dosel superior no se registra incorporación de roble en las clases más jóvenes, por lo que al parecer no ha habido procesos de regeneración de roble en los últimos 90 años a excepción de situaciones más intermedias como Mindikorerreka (transecto 5). En los últimos 30 a 40 años si que se aprecia la incorporación de olmo, aliso, fresno, haya, castaño y laurel dependiendo de la zona. Laurel y fresno por su parte y aunque no en los mismos sitios, son las únicas especies que se muestran capaces de establecer regeneración en los últimos años, pues presentan los individuos más jóvenes, menores a 20 años, a pesar de la mayor cobertura arbórea y sobre todo, la fuerte competencia por luz y recursos que genera la masa vegetativa de avellano.

4.2.3 Los bosques de trasmochos

Las masas trasmochas de manera similar a las otras masas presentan estructuras de dos generaciones muy marcadas, aunque con una diferencia de edades entre ambas mucho mayor. Otra característica de este tipo de masas es la presencia de castaño y haya entre los antiguos trasmochos, aunque en menor densidad que roble.

En estas masas gran parte de los árboles trasmochos muestreados presentan parte de su centro deteriorado, por lo que las edades se han estimado en función de la sección legible. A pesar de esto las muestras obtenidas han permitido estimar edades que pueden superar los 300 años en Altzolaras y llegar en torno a los 250 años en los trasmochos de Orbelaun. También ha sido posible identificar las supresiones generadas por los últimos trasmochos y que al parecen se producen entre 60 a 75 años atrás (figura 14).

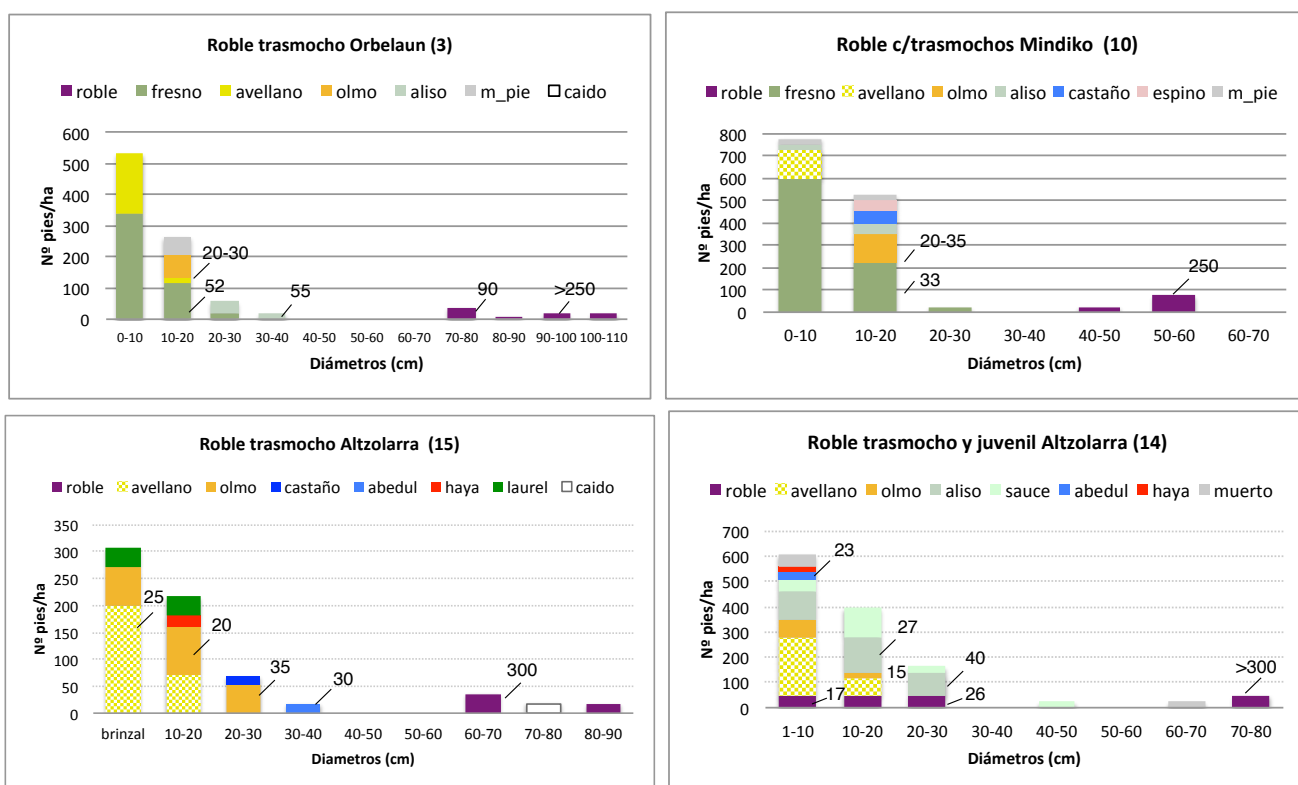


Figura 13. Distribuciones de diámetro y edades de rodales trasmochos de roble

Cabria esperar que a partir de esa época se hubiese producido la incorporación de una nueva cohorte de regeneración bajo los árboles trasmochos. Sin embargo, la ausencia de un estrato intermedio con edades cercanas a esas últimas intervenciones, indican probablemente que en la zona se mantuvo una cierta actividad ganadera que impidió el establecimiento de regeneración, o que el sustrato de regeneración no fue adecuado para la germinación hasta los últimos 30 a 40 años.

Tal como muestran las edades registradas en el estrato intermedio, tras este largo período de más de 200 años sin regeneración, las primeras en llegar en las décadas recientes han sido especies más bien de carácter pionero como aliso, sauce, olmo y fresno de las que casi no hay representantes adultos en el dosel arbóreo. En algunas ocasiones en estas cohortes también aparecen en menor proporción roble y castaño, que con menor capacidad de dispersión, explican su aparición la presencia de árboles madre en el rodal.

El robledal trasmochado de Orbelaun (3) sin embargo muestra una mayor continuidad en estos procesos de regeneración ya que según muestra la figura se aprecia la existencia de tres generaciones, donde la primera es el roble trasmochado de más de 250 años, la segunda robles de 90 años probablemente acompañado por fresno y la tercera y más nueva generación la menor a 40 años. Esto puede estar explicado en parte por la historia de uso de este bosque, información que queda por incorporar a este análisis, pero también puede estar relacionado con un factor fisiográfico como la pendiente.

Esta zona, a diferencia de las demás zonas de trasmochos que tienen pendientes de hasta 80%, es totalmente llana y muy húmeda por estar rodeada de cursos de agua. Es probable que estas condiciones ambientales hayan permitido una recuperación más rápida del suelo a la vez que hayan favorecido el anclaje de la incipiente regeneración, más fácilmente que en las otras zonas.



Figura 14. Muestras de crecimiento de ejemplares trasmochos de 224 años de edad para muestra completa y similar estimada para muestra incompleta. La flecha muestra detalle un suceso de trasmochado hace unos 66 años. Árboles de 50 y 56 cm de diámetro respectivamente (Mindikoerreka)

Tal como se aprecia en la estructura de estas masas, roble no es la especie principal en el reemplazo de las antiguas generaciones de trasmochos y la composición de las nuevas masas parece estar dominada por la presencia de especies como olmo y fresno en el dosel superior, pudiendo ser acompañadas esporádicamente por haya, castaño o roble.

Así también parece ser que roble puede aparecer en pequeños grupos en zonas más abiertas o donde los árboles trasmochos son muy añosos y están en muy baja densidad, tal como lo muestran situaciones del barranco de Altzolarra, representadas en los transectos 14 y 6 de trasmochos con juveniles (en punto 4.2.1)

4.3. Patrones de regeneración de las principales especies

El análisis de los patrones de regeneración de las especies permiten identificar las condiciones que favorecen el establecimiento de estas y la disponibilidad de recursos con que cuentan en relación con sus atributos vitales. Tales atributos se refieren a aspectos como tolerancia a la sombra, capacidad de dispersión de las semillas, ritmos de crecimiento o resistencia a estrés.

4.3.1 Regeneración bajo dosel

El proceso de llegada de propágulos de especies de carácter colonizador es importante en estos bosques. Si se considera el total de regeneración desde las categorías de plántula (< 60 cm de altura) hasta la de brinzal se puede ver que la participación de especies con estas características es siempre muy superior a la de roble. El reclutamiento de roble a plantas de al menos más de 3 años representada por la regeneración de más de 60 cm es casi inexistente y de hecho el 3% del total de esta regeneración sólo está representada por una zona de trasmochos con juveniles de roble y que se caracteriza por un dosel arbóreo muy abierto, en Altzolaras.

Tal como se aprecia en estos gráficos, las especies más frecuentes en el estrato de regeneración son también las más frecuentes en las clases de brinzales y nuevas generaciones. En la primera fase de establecimiento, fresno es la más abundante y se establece en cantidades medias de 1,3 plántulas/m², mientras roble con valores más discretos de 0,5 pl/ha se encuentra en rangos bajos en relación a los encontrados por Harmer (2005) en el sur de Inglaterra y los registrados por Errotuz (2006) en otros robledales del País Vasco. Laurel (*Laurus nobilis*) por su parte comparte con roble el segundo lugar en abundancia.

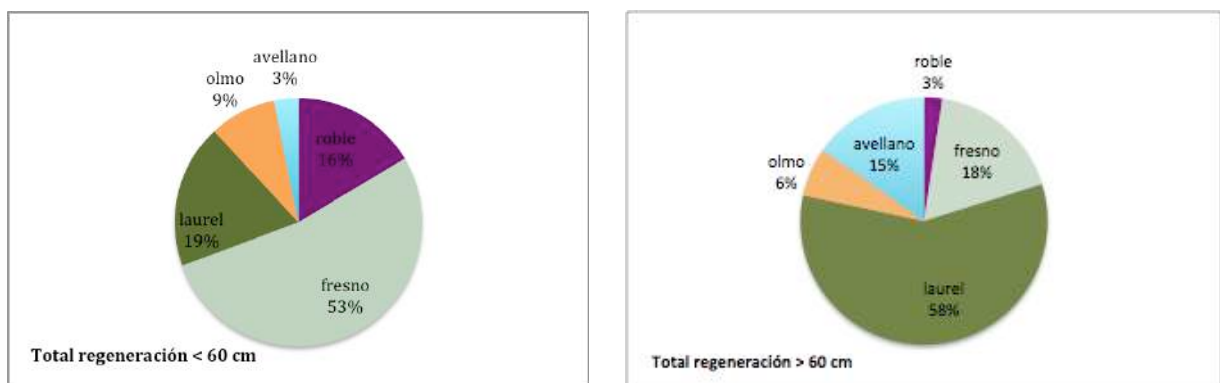


Figura 15. Proporción de abundancia de plantas en distintos estados de desarrollo (< 60 y > 60 cm de altura) para las especies más frecuentes en el piso del bosque.

Sin embargo el reclutamiento a clases superiores es de los más bajos para roble y es mucho más exitoso para laurel que para fresno. A diferencia de lo que se ha encontrado en otros estudios, la participación del roble en el dosel superior, no explica

los niveles de abundancia de regeneración de roble en el piso del bosque y en estudio no se ha encontrado relación entre estos dos factores.

Según se aprecia en la tabla 3 el reclutamiento de fresno explica que solo el 7% de las plantitas de fresno logran superar la primera etapa y alcanzar más de 60 cm de altura, mientras en el caso de laurel a pesar de establecer menos plantitas, logra mantener casi un tercio de estas. Sin embargo fresno es una de las especies que más se mantiene en el clases superiores gracias a su alta capacidad de resistir la competencia y de suprimir su crecimiento en espera de una apertura del dosel. Tal como se ha encontrado en muestras de crecimiento en este estudio (figura 16) y como el realizado en robledales de Godamo en Alava (Errotuz, 2006) en los que fresno es la especie principal en dosel intermedio. En estas muestras fresno registra fuertes supresiones y edades adultas para diámetros muy juveniles. Según Diekmann (1996) esta capacidad de la especie le permite permanecer en diversas situaciones bajo dosel.

Tabla 3. Frecuencia, densidad y tasa de reclutamiento de la regeneración de las especies más frecuentes en el bosque

Especie	Tasa de reclutamiento (%)	Densidad (Nº plantas/m ²)	Frecuencia (%)
Roble	3,6	0,5	24
Fresno	7	1,3	35
Laurel	32	0,8	33
Olmo	30	0,4	18
Avellano	36	0,2	8

Los datos apuntan a olmo y avellano como las más eficientes a la hora de establecer su regeneración si se considera la baja densidad de plantas y baja frecuencia en el piso del bosque, y sin embargo altas tasas de reclutamiento. Estos valores en comparación con la baja tasa de roble es probable que se explique por la capacidad que tengan olmo y avellano de beneficiarse de pequeñas aperturas de dosel a diferencia de roble para el que esta luminosidad y cobertura de dosel no parece ser suficiente. Así lo señala también Harmer *et al* (2005) cuando encuentra en un estudio con parcelas permanentes que la regeneración de roble no sobrevive más de 8 años cuando la luz que llega al piso del bosque es inferior al 15 %. Según el autor aunque tras la remoción del sotobosque y parte del dosel arbóreo, roble y fresno, son las especies más abundantes en la primera etapa, la mortalidad de las plantitas tras los primeros años, oscila entre el 40-50% al año.

También en bosques de *Q. robur* en Latvia (Ikauniece, *et al* 2012), un estudio describe un sotobosque dominado por fresno, tilo y olmo (*U. glabra*) en el que roble sólo participa en las plantas menores a 1 m, pero que no aparece en tamaños mayores, como reflejo de una alta tasa de mortalidad.

Tabla 4. Incremento medio en diámetro de los primeros años de crecimiento, medidos a partir de muestras completas

Incremento inicial en diámetro (cm/año)	Roble	Olmo	fresno	avellano
	0,75	0,74	0,47	0,54

De las especies que forman el estrato de regeneración, roble es probablemente la que más recursos necesita para su establecimiento y esto se refleja también en los crecimientos iniciales, tras los primeros 4 a 5 años, registrados en los pies adultos a los que se les determinó la edad. Tal como se ve en la tabla 4 y figura 16, su crecimiento inicial es más parecido al de una especie pionera como olmo y superior a Fresno, que en estos estados es capaz de suprimir mucho su crecimiento.

Estos incrementos en diámetro explican un crecimiento bajo condiciones de mayor disponibilidad de luz y confirman la idea de que roble tiene características de especie pionera y no resiste la competencia en su primera etapa de crecimiento.

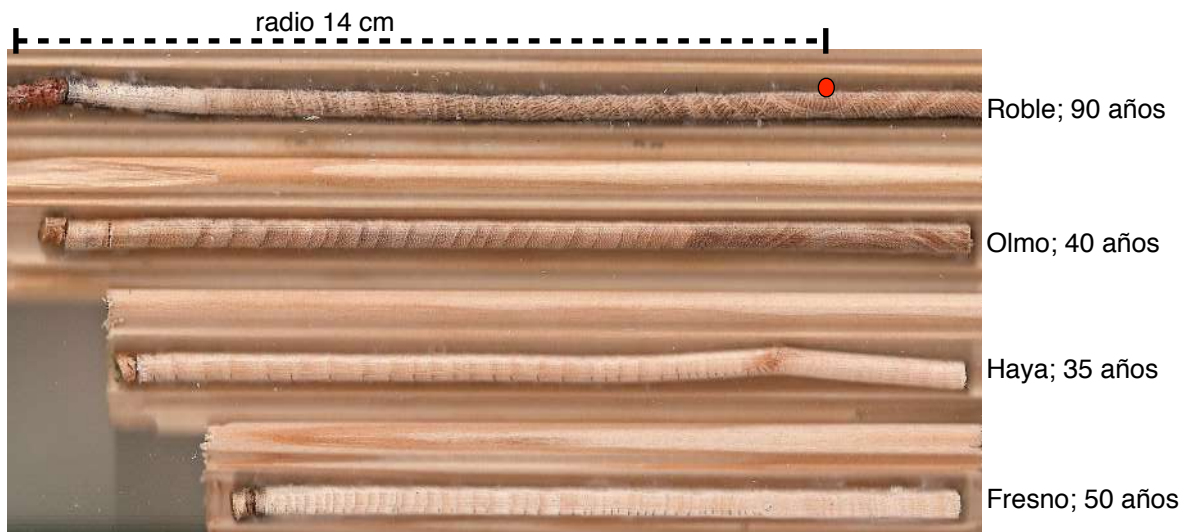


Figura 16. Muestras de crecimiento radial que revela el crecimiento inicial de cuatro especies creciendo en el estrato intermedio y de diámetros entre 17 y 30 cm. (distintos sectores)

Esto es también lo que ha reportado Diekmann (1996) cuando señala en su trabajo en bosques boreo-nemorales de Suiza, sobre que roble es la especie más demandante de luz de entre las otras especies deciduas con la que forma bosques entre las se que incluyen a feno y arce campestre.

Por otro lado, el éxito de laurel en la etapa de plantitas de más de 60 cm de altura, como especie más tolerante a la sombra, refleja en parte que se trata de masas con un dosel que se mantiene bastante cerrado durante la época vegetativa. Sólo las especies no caducas como laurel se puedan beneficiar de la etapa previa a la foliación del resto de especies.

Tabla 5. Frecuencia de cobertura arbórea de las masas estudiadas

Cobertura de copas (%)	Frecuencia (%)
< 50	7
50 -70	30
70 - 100	63

a) El sotobosque en la regeneración

En este sentido es importante destacar que estas masas en que el dosel arbóreo está compuesto por árboles adultos o añosos en baja proporción, son principalmente los brinzales vegetativos de avellano los que más están interfiriendo en la llegada de luz al piso del bosque. Como se aprecia en la gráfica en la categoría de arbolitos mayores a 1,5 cm de diámetro, avellano representa más del 80% de la regeneración de avanzada en el sotobosque. La estrategia de las otras especies para evadir esta competencia, es la dispersión amplia de sus semillas en el piso del bosque, en busca de un espacio con los recursos necesarios para desarrollarse.

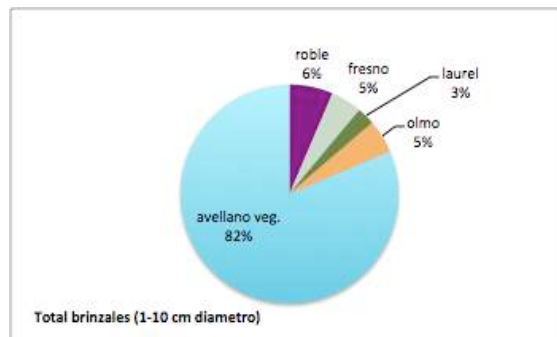


Figura 17. Abundancia relativa de las distintas especies en la categoría de brinzales

La presencia de este estrato, probablemente, no ha permitido encontrar una relación clara entre cobertura arbórea y reclutamiento de la regeneración, como sí se encontró en otros robledales estudiados por Errotuz (2006).

Por otro lado las especies arbustivas y herbáceas que ocupan el estrato de regeneración, también pueden afectar el desarrollo de la regeneración, compitiendo especialmente por luz. De estas especies las más frecuentes han sido zarza, helechos de los géneros *Pteridium* y *Blechnum*, y hiedra, presentes en más del 75% del sotobosque estudiado en todos los sitios.

La frecuencia con que estas especies aparecen a lo largo del suelo del bosque ronda el 27% para zarza y helechos y hasta el 40% para hiedra, pero en general, a excepción de en los claros, bajo el bosque no alcanzan coberturas importantes y no parecen interferir con la regeneración. Las frecuencias con que aparecen sin embargo son similares a las que se registra para la regeneración de algunas especies arbóreas como roble, olmo o fresno (tabla 3) y que indica que tienen una probabilidad similar para ocupar los espacios de luz que se puedan generar por aperturas puntuales del dosel.

b) La pendiente en la regeneración

En este estudio sin embargo, se ha encontrado una cierta relación de la abundancia de regeneración con la pendiente. Esta relación muestra que la regeneración en general es más abundante en condiciones de pendientes medias y bajas, y puede ser muy escasa en condiciones de pendientes superiores al 40%. Tal como se pudo apreciar en el barranco de Altzolaras, una pendiente más pronunciada de entre 70 y 90% está expuesta a deslizamientos y remoción de la hojarasca, afectando negativamente el anclaje de algunas semillas especialmente de más tamaño como las de roble. Precisamente en esta zona la regeneración de roble no sobrepasó las 500 plantas/ha mientras en el rodal trasmocho de Orbelaun, en zona llana, la regeneración llegó a las 13.000 pl/ha.

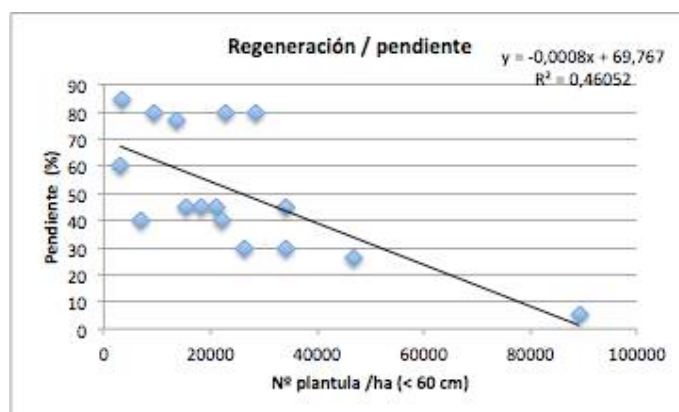


Figura 18. Relación de la abundancia de la regeneración con la pendiente del terreno, para plántulas < 60 cm de altura

Esta relación negativa de la regeneración con la pendiente también se constata en los robledales alaveses de Godamo y Baias en el estudio realizado por Errotuz (*op cit*). En estas zonas con pendientes menores al 20% se registraron los valores más altos para la regeneración de roble donde esta alcanzó niveles de abundancias de 80.000 y 40.000 pl/ha respectivamente.

4.3.2 Regeneración en claros

En esta situación de un dosel muy cerrado la ocurrencia de claros resulta muy importante para que algunas especies logren llegar al dosel superior y mantener su presencia en el bosque. En general, los claros, no han sido muy frecuentes en las masas muestreadas y cuando se han encontrado se han caracterizado por su pequeño tamaño. Estos en general no han superado los 300 m² y sólo en algunos casos se pudo determinar un origen asociado a la caída de un árbol. En estos casos el árbol generador del claro fue siempre un pie de roble de diámetros que oscilaron entre los 50 y 80 cm de diámetro.

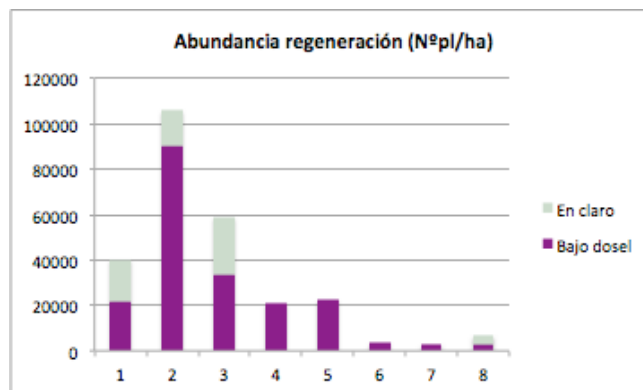


Figura 19. Abundancia de regeneración en claro y bajo dosel registrada en el mismo bosque

Por otro lado la abundancia de regeneración ha sido más baja dentro del claro que bajo el propio dosel, ocurriendo incluso que en algunos claros la dominancia de zarza impide completamente la regeneración hacia el centro del claro. De hecho, el efecto tanto de la zarza como de los helechos (*Pteridium spp*) sobre la regeneración ha sido claramente descrito en estudios realizados en robledales del sur de Inglaterra (Harmer, 2005) donde esta vegetación ha impedido el desarrollo de especies como fresno, roble, arce o cerezo, aunque ha interferido menos en el desarrollo de especies como haya y abedul.

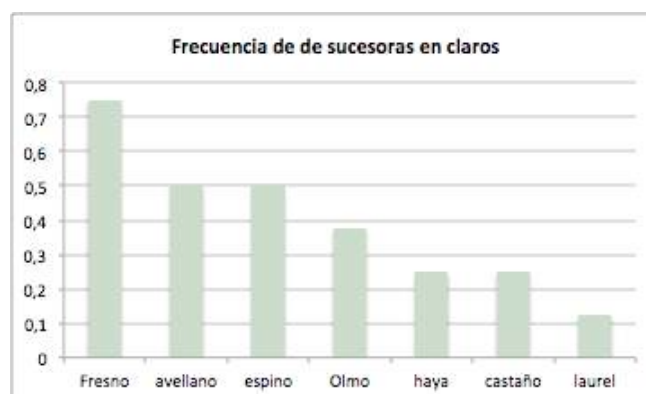


Figura 20. Frecuencia de las especies sucesoras encontradas en los claros

A pesar de esto, todos los claros presentan árboles sucesores, como potenciales ocupadores del claro. Estos se desarrollan tanto al centro o en los casos de abundante zarza, en los bordes del claro. Con respecto a las especies que se registraron, fresno es el más frecuente y el que aparece en todos los tamaños de claro, lo que también se corresponde con su abundancia bajo dosel.

También fresno es la especie que aparece con más número de individuos en el total de claros, seguida de olmo que aparece en un 50% de los claros, mientras que haya y castaño son mucho menos frecuentes. Laurel por su parte no aparece en los claros como potencial sucesora.

Así, de entre las especies arbóreas olmo es la siguiente en importancia como potencial ocupadora de los claros. Roble sin embargo no aparece en los claros como sucesor y aunque tiene una mayor frecuencia de plántulas que olmo en el piso del bosque, no genera regeneración de avanzada que pueda beneficiarse de estos pequeños espacios como lo hace olmo. Esto muestra por tanto que tamaños de claros menores a 300 m² no ofrecen condiciones para que roble acceda al dosel superior, pero sí favorecen el crecimiento de especies menos heliófilas entre las que se encuentran además de fresno y olmo, otras como haya o castaño.

Tabla 6. Número total de sucesores por especie encontradas en el total de claros por zona

Zona	fresno	olmo	haya	castaño	abedul	avellano	espino	Total sucesores
Orbelaun	8	-	1	-	-	2	1	12
Mindikoeerreka	5	5	-	-	-	2	1	13
Altzolarra	1	4	1	4	1	2	1	14
Total	14	9	2	4	1	6	3	39
% especie	35,9	23,1	5,1	10,3	2,6	15,4	7,6	

La aparición de haya en estas pequeñas aberturas de dosel, también se corresponde con lo que señala el estudio realizado por Rozas (2002) en Cantabria sobre regeneración, donde encuentra que haya se puede desarrollar en una mayor variedad de situaciones de luminosidad que roble, debido a su mayor tolerancia a la sombra.

Esto es similar a lo que también puede ocurrir con olmo bajo dosel, donde al parecer se mantiene por adecuarse a pequeños espacios de luz, pero sin llegar a suprimirse como fresno. En este sentido, olmo y haya tienen una respuesta similar a la ocurrencia de estos claros ya que pueden mantener crecimientos adecuados como regeneración de avanzada en espera de una apertura del dosel (ver muestras de crecimiento en figura 16). No parece sin embargo que haya pueda llegar a ser la especie que desplace a roble en estas situaciones, como se especula frecuentemente con la dinámica de estas especies. Por un lado haya es muy poco frecuente en el estrato de regeneración en comparación con roble y la menor capacidad de dispersión de sus semillas, la hace la menos frecuente en los claros, en comparación con fresno y olmo.

4.3.3 Regeneración de especies exóticas

Las especies exóticas que aparecen asociadas a estas masas en general se encuentran dispersas en su interior o como plantaciones colindantes o inmersas en una matriz de bosque autóctono. La especie que aparece más comúnmente al interior de las masas es *Robinia pseudoacacia*, tal como se aprecia Mindikoerreka (transecto 5) y en esta zona especialmente. Se trata de individuos que muy probablemente llegaron junto a otras especies como cerezo, olmo y roble cuando el dosel era más abierto. Actualmente estos pies presentan copas poco desarrolladas y en algunos casos escaso vigor, lo que hace pensar en que las condiciones de ocupación del sitio no son adecuadas para su desarrollo. Otras especies que lindan el bosque como roble americano (*Q. rubra*) y tulipero (*Liriodendron tulipífera*) no han sido registradas al interior de las masas autóctonas, ni en el estrato arbóreo ni en el de regeneración.

De esto se desprende las condiciones de cobertura y luz de estas masas y tal como se describe anteriormente, las hacen impermeables para estas especies de carácter pionero como falsa acacia o populus spp. o poco tolerantes a la sombra como tulipero o roble americano. La especie de álamo foráneo encontrado dentro de un rodal en Mindikoerreka (transecto 12) corresponde al parecer a un establecimiento artificial por plantación y se trata probablemente de *Populus deltoides*.

4.3.4 Crecimiento de roble y su permanencia en el bosque

Tal como se ha señalado anteriormente la composición de estas masas tiende a formaciones de especies de más rápido crecimiento y menos longevas que roble. Esta dominancia por fresno y olmo como especies más comunes y con más probabilidades de llegar al dosel superior, se puede explicar en parte cuando se compara las tasas de crecimiento en altura y diámetro que presentan estas especies con respecto a roble, cuando comparten el dosel intermedio.

Como muestra la tabla, los crecimientos medios en altura de roble son inferiores al resto, mientras que los incrementos en diámetro son similares a olmo. En general las especies más abundantes como fresno y avellano son las que presentan menor crecimiento en diámetro, explicado probablemente por la alta competencia en la que se están desarrollando, también evidente por el bajo crecimiento en altura de los pies vegetativos de avellano.

Tabla 7. Tasas de crecimiento de las principales especies que forman el dosel intermedio

Incremento medio anual (*)	Roble	Olmo	Fresno	Aliso	Avellano
Diámetro (cm/año)	0,65	0,7	0,46	0,55	0,4
Altura (m/año)	0,47	0,55	0,55	0,51	0,35

(*) calculado a partir de muestras de edad en individuos de entre 15 y 50 años

Dada la sabida relación positiva entre el diámetro y la copa de los árboles, los incrementos medios en diámetro de roble y olmo en esta etapa, reflejan que para

alcanzar un mejor desarrollo que las otras especies, estas requieren de una cierta disponibilidad de recursos como espacios de luz y menor competencia lateral.

Como es sabido roble se caracteriza por ser una especie exigente en luz para su establecimiento inicial, pero a diferencia de las especies pioneras sus semillas tienen una baja capacidad de dispersión. Esto hace que requiera establecerse cerca de árboles madre pero cuando se encuentran en baja densidad y permitan un dosel abierto y luminosos.

Así a pesar de las de las ventajas iniciales que tienen otras especies para dominar en abundancia esta etapa de desarrollo del bosque, roble presenta otros atributos que probablemente aseguren su permanencia en estas masas. Así, los buenos crecimientos que presenta en general en todos los bosques muestreados, indican también que cuando roble se establece puede llegar a crecer muy bien tal como se aprecia en la relación edad/altura de la figura y cuya tendencia muestra ritmos comparables a las mejores curvas de crecimiento descritas para roble (para Holanda en Madrigal *et al*, 1999)

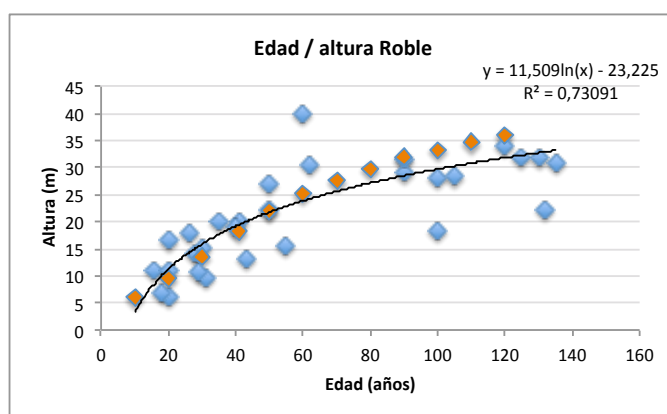


Figura 21. Relación de edad / altura generada por los individuos de roble no trasmochos registrados en todos los sectores (azul) comparada con curva de crecimiento Calidad I ($9\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) (naranja)

Esta relación mostrada en la gráfica expresa el desarrollo alcanzado por pies de roble no trasmochos y que por los tanto muestran su crecimiento potencial que tal como se ha podido comprobar algunos pies pueden alcanzar grandes dimensiones antes de los 80 años. Este potencial de crecimiento de roble, además de su longevidad, muy superior al resto de especies que actualmente dominan en los estratos intermedios, son probablemente los principales factores que aseguran la presencia de la especie en el paisaje, y en los bosques de las zonas estudiadas.

4.4 Diversidad estructural

Los elementos de diversidad estructural del bosque que se analizan permiten tener valores de referencia que expliquen su grado de naturalización. Elementos como madera muerta, árboles muertos en pie, árboles emergentes o añosos, suelen ser indicadores de este proceso de naturalización y su presencia es casi exclusiva de bosques no gestionados productivamente.

4.4.1 Madera muerta

a) Madera caída

En su conjunto estos bosques aportan madera muerta en el piso del bosque en distintos estados de descomposición, aunque predominan las piezas de madera en que el leño está íntegro o en sus primeros estados de deterioro. La madera recién caída es dominante en el barranco de Altzolarra debido probablemente al estado de sobremadurez de los árboles trasmochos y a las fuertes pendientes que favorecen su caída. Aquí los diámetros de los árboles caídos superan los 70 cm de diámetro, mientras en las zonas Orbelaun y Mindikoeerrea los árboles caídos se encuentran entre los 30 y 60 centímetros.

El origen predominante de la madera en el piso del bosque proviene de pies de roble y menos frecuentemente castaño, desraizados y caídos enteros. Esto resulta ser una diferencia importante con respecto a otros robledales estudiados tales como los de Añarbe o Endara, también en Gipuzkoa, (Errotuz, *op cit*) donde resultaron ser más comunes los árboles caídos por rotura de fuste. La caracterización de estos fenómenos están explicados en dinámica forestal por atributos específicos de los árboles como la dureza de su leño o profundidad de enraizamiento, como de los suelos en términos de profundidad, nivel freático o saturación de humedad, entre otros (Glenn-Lewin & Maarel, 1992).

En estos casos al tratarse principalmente de la misma especie, es probable que una mayor ocurrencia de roturas tenga que ver con el estado más añoso de viejos trasmochos, como se constató en Endara y Añarbe, mientras que en los bosques de Pagoeta, puede ocurrir que los árboles caen cuando aún mantienen en buen estado sus fustes, pero donde el suelo no es capaz de retenerlos. Según se pudo constatar en el estudio, en algunos casos se asocia a la escasa profundidad del suelo como en Altzolarra o a una alta saturación de agua del suelo como en zonas bajas en Orbelaun. Por otro lado, la orientación más frecuente de los pies caídos NO-SE especialmente en las zonas de Orbelaun y Mindikoeerrea, puede hablar también de los vientos predominantes en la zona como un factor determinante en la explicación de estos sucesos.

Sobre el origen de las piezas estos resultados se asemejan a los encontrados en robledales de Latvia (Ikaunieca, *et al*, 2012) en proceso incipiente de naturalización, los cuales también han tenido un intenso uso pasado, y donde también roble es la

especie que aporta más del 50% de la madera muerta con valores de hasta 100m³/ha y con diámetros superiores a los 30 cm

Tabla 8. Volumen de madera muerta (m³/ha) en el piso del bosque y según estado de descomposición, para cada sector.

Zona	rodal	entera	sin corteza	semiblanda	blanda	desintegrada	Totales	Origen
Orbelaun	R_maduro	8,15	48,46	14,25	0,00	0	70,85	Desraizado
	R-joven	0	6,4	0	0	0	6,40	ramas
	R-trasmocho	2	0	0	0,6	0	2,60	Desraizado
	R-joven	0	0	0	0	0	0,00	ramas
Mindiko	R-adulto	0	0	32,47	11,85	0	44,32	Desraizado
	R_c/trasmochos	19,71	0	0	33,1	0	52,81	Desraizado
	R_dispersos	7,04	13,7	12,71	0	0	33,45	Desraizado
	R_c/trasmochos	0	2,04	0,7	0	0	2,74	ramas
	R_dispersos	8,18	5,08	0	0	0	13,26	Desraizado
	R_joven	0	1,16	1,21	0	0	2,37	Desraizado
	R_dispersos	0	0	0,26	0	0	0,26	Desraizado
Altolarra	R-trasmocho	0	0	39,4	0	0	39,40	Desraizado
	R-trasmocho	0	0,2	0,86			1,06	Desraizado
	R-trasmocho	92,8	0,86				93,66	Desraizado
	R-trasmocho	2,97	99,01	2,53			104,51	Desraizado
	R-trasmocho		7,46	7,04	4,3		18,80	Desraizado

Con respecto a los valores totales de madera muerta, ningún rodal llega a valores de bosques naturales si se toma como referencia los bosques no alterados de Bielowieza, donde se encuentran valores medios superiores a los 500 m³/ha (Christensen *et al*, 2005). Si se encuentran sin embargo en rangos similares a los bosques templados europeos cuyos valores oscilan entre 40 y 200 m³/ha. A nivel más local sin embargo, algunos rodales ofrecen volúmenes algo mayores que los robledales estudiados en otras zonas del País Vasco, que en los mejores casos de no intervención, como en Trucios se encontraron valores de hasta 75m³/ha (Errotuz, *op cit*)

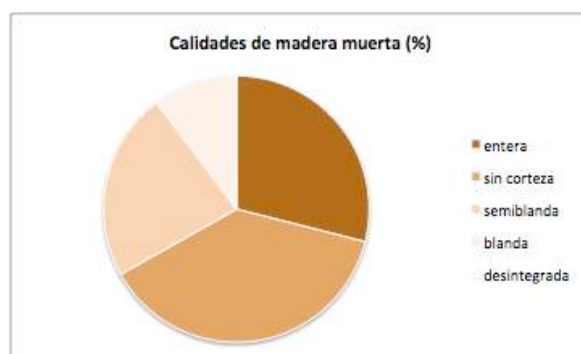


Figura 22. Tipo de madera muerta según estado de descomposición para todos los sectores.

Si se considera que la cantidad y grado de descomposición en que se encuentra la madera en el piso del bosque, es el resultado de su tasa de formación y

descomposición, y varía según el tipo de bosque, la edad o la historia de alteraciones, aquí se encuentra una relación más bien clara con el abandono de estos bosques al trasmucho en las últimas décadas y la ausencia de madera en alto grado de descomposición. La incorporación actual de árboles caídos, responde por un lado a la conservación que se hace de ella a través de la no extracción y probablemente también a la falta de vigor de algunos pies de trasmochos, especialmente en la zonas de Altzolaras. El menor volumen de madera reciente en Orbelaun puede ser reflejo de masas menos viejas y en el caso de los trasmochos de esta zona y los de Mindikoerreka, puede estar explicado por un abandono más reciente a la extracción de leñas, muy común en zonas con caseríos cercanos.

b) Madera muerta en pie

Los árboles muertos en pie en el dosel del bosque se pueden originar más frecuentemente por procesos de competencia, en cuyo caso se mantienen en los estratos intermedios del bosque, o por sobre madurez de pies añosos, y en este caso los árboles se ubican en el dosel dominante.

Como se aprecia en la tabla 1 en estos bosques se registran ambas causas de muerte aunque son más abundante los árboles muertos en pie de diámetros inferiores a os 30 cm. La presencia de estos árboles muertos en el dosel intermedio es indicativo de un proceso de mortalidad por competencia que se produce bajo condiciones de alta densidad y que ha sido registrado principalmente en los bosques de Orbelaun y Mindikoerreka. Los árboles de grandes dimensiones que solo representan cerca del 12% de la madera muerta en pie, y que en general corresponden a árboles trasmochos, han sido mas frecuentes en Altzolaras donde según ya se ha comentado en este estudio, se registran más árboles con gran parte del tronco ahuecado.

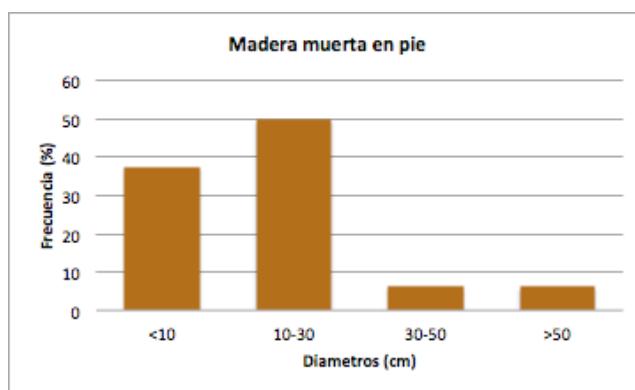


Figura 23. Frecuencia de las clases de diámetro de los árboles muertos en pie registrados en todos los sectores

4.4.2 Árboles emergentes y grandes árboles

El desarrollo que alcanzan algunos árboles en estos bosques es destacable y suponen un signo importante de la capacidad de restauración de estos ecosistemas. Por un lado los árboles de diámetro superior a los 50 cm están presentes en todas las masas estudiadas, lo que les confiere características de bosque maduro. Sin embargo son mucho más escasos los diámetros superiores a los 80 cm y contrario a lo que cabe esperar, estas dimensiones no son exclusivas de los árboles trasmochos pues en algunos casos corresponden a los diámetros que alcanzan árboles emergentes cuyas alturas sobrepasan los 30 m de altura.

Estos árboles emergentes se caracterizan por sus fustes rectos y copas ampliamente desarrolladas que sobresalen del dosel. Como muestra la grafica, estos pies fueron registrados exclusivamente en robledales de Orbelaun y Mindikoeerka en zonas donde se mezclan árboles trasmochos con árboles no alterados. Al interior del bosque estos árboles se encontraron en zonas húmedas o asentados en regatos que discurren por la pendiente hacia cursos de agua permanentes.

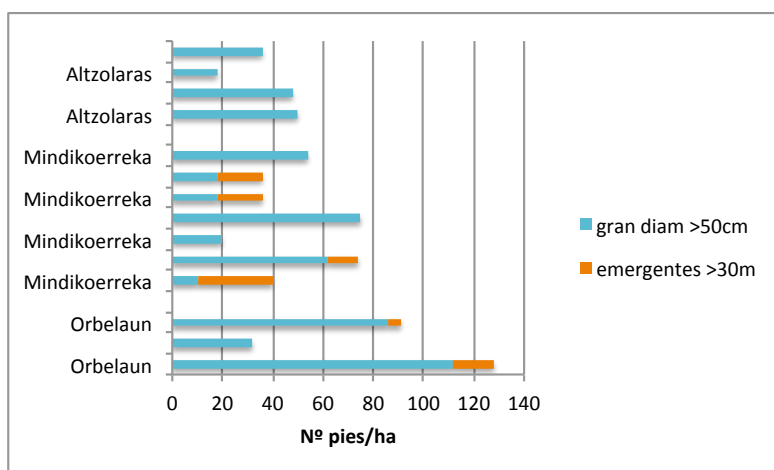


Figura 24. Frecuencia de pies de roble emergentes (> 30 m de altura) y diámetros grandes en todos los sectores

Otra característica remarcable de estos árboles es su edad, pues no siempre son los más viejos de la masa y por el contrario sus edades oscilan entre los 70 y 130 años.

En los bosques de Mindikoeerka en que los árboles emergentes se encuentran siempre mezclados con trasmochos, estos representan una segunda generación de robles que probablemente se estableció bajo un dosel abierto. Esto es lo que también parecen confirmar sus crecimientos iniciales analizados en los registros de edad extraídos que muestran amplios anillos de crecimiento con incrementos iniciales entre los 0,8 a 1 cm/año.

Claramente estos árboles representan el desarrollo potencial que tiene roble en estas zonas cuando no son alterados en su forma. Por esto también es probable que en la época en que aún se explotaban estos bosques, estos pies fueran especialmente mantenidos dentro del robledal trasmochos, con el fin de disponer de madera de calidad y dimensiones adecuadas para otros fines como la construcción o la reparación de viviendas.

Tabla 9. Densidad de árboles emergentes y de grandes diámetros por rodal (Nº pies/ha)

Zona	Tipo de masa	Diámetro 50-80 cm	Diámetro > 80 cm	Emergentes Altura > 30 m
Orbelaun	roble maduro	112		16
	roble joven	32		
	roble joven	86	48	
	Trasmochos			
Mindikoerreka	c/ trasmochos	10		30
	roble disperso	62		12
	c/trasmochos	20		
	roble disperso	75		
	roble disperso	18	18	18
	roble disperso	18		18
Altolarras	Trasmochos	0		
	Trasmochos	50		
	Trasmochos	48		
	Trasmochos	18	18	
	Trasmochos	36		

4.4.3 Otros elementos de biodiversidad.

Todos los elementos que diversifican la estructura de estos bosques también contribuyen a la biodiversidad al aportar sustrato para el establecimiento, alimentación y reproducción de otras formas de vida que dependen de estos sistemas forestales.

Las evidencias de uso fueron registradas en todo tipo de árboles tanto trasmochos como los naturales. Sin embargo y tal como muestra la gráfica son los árboles trasmochos los que ofrecen mas condiciones para su uso por parte de epífitos como líquenes foliosos, hiedras y musgos. Así los bosques mixtos de trasmochos de roble, haya y castaño son los que más aportan en este sentido, donde los árboles de entre 70 y 100 cm de diámetro son los que sustentan gran parte de los epífitos del bosque. También, al igual que ocurre en otros robledales son estos árboles los que más aportan grandes oquedades como elementos de refugio para la fauna. Precisamente estos árboles son los elementos de bosque antiguo en el paisaje y como tal ofrecen una mayor variedad de sustratos par la fauna

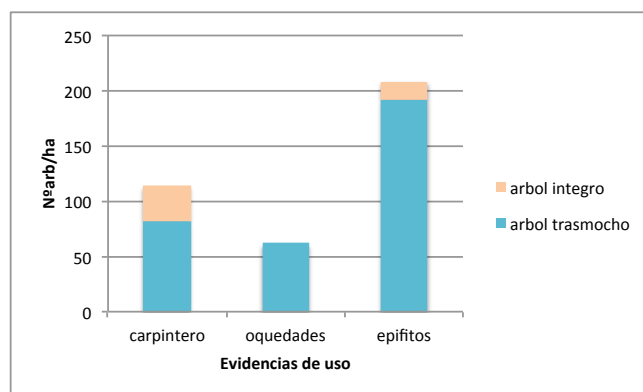


Figura 25. Frecuencia de evidencias de uso encontradas en árboles trasmochos y árboles naturales

Por otro lado, para las especies de carpintero presente en estos bosques como pito negro o pico menor, también parecen importantes las zonas de árboles más jóvenes como en Orbelaun, donde la mortalidad natural por competencia en masas no trasmochas, produce árboles moribundos o de copas parcialmente muertas de diámetro entre 40 y 60 cm. Es en estos árboles donde el estudio ha registrado también los agujereados como evidencia de uso por estas aves.

Así, tal como lo resume la tabla, aunque los bosques de trasmochos aportan una parte importante de diversidad estructural, también son importante en el paisaje masas en otros estados de desarrollo, donde operan otros procesos dinámicos y se aportan otros elementos de diversidad.

Tabla 10. Abundancia y diámetros de árboles que aportan elementos de biodiversidad en las distintas zonas y tipos de bosque

Zona	Tipo masa	Diámetro árboles (cm)	Árboles con presencia (Nº pies/ha)		
			Oquedades	Epífitos	Alimentación
Orbelaun	Maduro	60	16		16
	Joven	40			16
	Trasmucho	70 - 100	32	48	64
Altzolaras	Trasmucho	100	12	12	
	Trasmucho	75-80	12	12	
	Trasmucho	70-90		36	
	Trasmucho	70		36	
	Trasmucho	70	18	36	18
Mindikorreka	c/trasmochos	50	12	12	

5. Conclusiones

Estructura

Los tres bosques estudiados conservan zonas de árboles trasmochos en donde se concentran los árboles más añosos. No se registran robles que alcancen edades cercanas al ciclo de la especie entre 400 y 500 años. La mayor proporción de trasmochos y los árboles más viejos, que pueden tener entorno a 300 años de edad, se registran en el barranco de Altzolaras y el estado de sus fustes revela un avanzado estado de envejecimiento.

La estructura de la mayoría de estas masas se compone de dos generaciones muy distanciadas en el tiempo, donde la mayor de entre 200 y 300 años, está compuesta principalmente de roble trasmochos. La segunda generación o cohorte, de entre 20 y 50 años, esta compuesta principalmente por especies como olmo y fresno, y en menor medida arce campestre, haya o castaño. En ocasiones, en zonas relativamente abiertas y formando grupos aparecen también robles en esta cohorte juvenil.

En zonas de Orbelaun y Minikoerreka también hay bosques con una generación intermedia de robles adultos de gran porte puesto que pueden superar los 30 metros de altura. Estos árboles *emergentes* tienen edades entorno a los 100 años, no fueron trasmochados y reflejan muy buenas tasas de crecimiento para la especie.

A escala de paisaje roble se ha mantenido en estos bosques a través de pulsos de regeneración espaciados en el tiempo entre 30 a 50 años en las zonas de Orbelaun y Mindikoerreka y por períodos mucho más extensos de más de 200 años, en el barranco de Altzolaras.

Regeneración

Todas las especies del dosel superior están presentes en la regeneración en mayor o menor medida. La abundancia de *plántulas* de unos pocos años, es muy variable entre sectores. Es muy abundante en Orbelaun pero relativamente escasa en los trasmochos de Atzolaras donde su abundancia está en el rango bajo de los valores que se encuentran en los robledales adultos de la CAPV.

De todas las especies arbóreas que componen la regeneración, roble es de las menos exitosa tanto bajo dosel como en claros y presenta la tasa de reclutamiento más baja. Principalmente fresno, olmo, avellano y laurel, a través de distintas estrategias, logran llegar con plantas a la categoría de más de 60 cm. El éxito de laurel en esta categoría y la ausencia de especies de luz como arce y cerezo, reflejan condiciones de poca luminosidad al interior del bosque.

El haya es poco abundante en la regeneración y aunque si aparece como especie sucesora en claros lo hace en una proporción significativamente inferior a otras especies como fresno y olmo. De hecho solo aporta el 5% de los arboles sucesores. Esto permite concluir que el reemplazo de roble por haya no es un fenómeno que esté teniendo lugar de manera significativa en los bosques analizados.

Los pies vegetativos de avellano representan la principal interferencia de la luz hacia el piso del bosque en la mayoría de los bosques poco densos. Por otro lado las fuertes pendientes parecen ser una variable negativa importante en el establecimiento de las plántulas.

Los claros registrados en el dosel son pequeños ($< 300 \text{ m}^2$) y no se encontraron en todos los rodales. Roble es la principal especie generadora de claros por desarraigo y caída de árboles maduros. Aunque la regeneración es más abundante bajo dosel que en el claro, todos los claros presentan árboles sucesores, entre los que predominan fresno y olmo y en menor medida haya y castaño. Roble no aparece como árbol sucesor en estos claros, que parecen ser demasiado pequeños para sus requerimientos.

Las zonas en que roble se ha establecido en los últimos 20 años se caracterizan por una baja presencia de avellano vegetativo en este estrato y un dosel superior de baja cobertura, típicamente en bordes de rodal. Al parecer, estos pulsos de establecimiento de roble se producen tras el abandono de la actividad ganadera en rodales de trasmochos muy dispersos.

No hay presencia de regeneración de especies exóticas en ninguna clase de altura, aún cuando estas especies están presentes en el dosel superior (siempre en baja proporción) o en rodales cercanos. Así, las especies exóticas al interior y en el entorno del bosque no parecen representar una amenaza sobre la composición y dinámica actual de estas masas. La mayoría de ellas son especies heliófilas o de carácter invasor para las que las condiciones de luz en el sotobosque no son adecuadas para el establecimiento.

Diversidad estructural

En general, las masas estudiadas cuentan con madera muerta en el piso del bosque en distintos estados de descomposición. Esta madera está compuesta principalmente por pies enteros de roble, y en menor medida de castaño, que han caído por desraizamiento. En algunos rodales, gracias a las medidas de no extracción, los volúmenes llegan a los $100 \text{ m}^3/\text{ha}$, con valores similares a bosques semi naturales europeos o en proceso de naturalización, pero aún distan mucho de bosques inalterados.

Los árboles muertos en pie provienen principalmente del dosel intermedio donde operan procesos de mortalidad por competencia y sus diámetros no superan, típicamente, los 30 cm. Los árboles muertos en pie de gran diámetro solo representan un 12% del total y son, generalmente, viejos trasmochos de Alzolaras.

Los árboles trasmochos son los principales generadores de sustrato para otras especies como líquenes, musgos, hiedras y helechos, y también son los únicos que aportan las oquedades y huecos de árboles para la fauna. Los árboles no trasmochos y más jóvenes también muestran evidencias de uso por la fauna y se muestran como elementos necesarios para la biodiversidad a escala de paisaje.

Naturalización

Los procesos de regeneración, mortalidad, madera muerta, generación de claros y otros elementos de diversidad estructural que tienen lugar en estos bosques, muestran un proceso de naturalización reciente desde hace unos 50 años, cuando se abandona el intenso uso al que estuvieron sometidos. Así, el dosel superior, de entre 200 y 300 años de edad, presenta características de bosques de viejo crecimiento. Estas, sin embargo, vienen dadas por su condición de bosques trasmochos más que por madurez y por el grado de desarrollo del ecosistema. Bajo esa cohorte de mayor edad, se desarrolla una nueva generación juvenil y bastante coetánea. Este proceso se asemeja al que se ha observado en otros bosques europeos y sus parámetros se encuentran dentro de rangos que se pueden catalogar como normales.

Como también ocurre en otros lugares de Europa estos bosques tienden a mantenerse muy cerrados y carecen de heterogeneidad en el dosel o apertura de grandes claros que favorezcan la diversidad. Para algunas situaciones de homogenización del bosque es factible por tanto plantarse intervenciones puntuales que eviten procesos de estancamiento, activen la descomposición de la madera muerta y formación del suelo y aporten condiciones adecuadas para especies objetivo que requieran condiciones distintas a las actuales para su establecimiento.

6. Recomendaciones de gestión

Las zonas de orla del bosque cercana a las campas son donde actualmente se concentran los grupos juveniles de roble. Para promover más sucesos de este tipo en zonas en las que no se ha desarrollado el estrato vegetativo de avellano, se puede aprovechar de dar ventaja a la regeneración, asegurándose de mantener excluido el ganado.



Para dar oportunidad a las plántulas que actualmente produce roble en zonas de baja densidad de roble y alta de avellano, puede ser recomendable controlar el crecimiento de los rebrotes de avellano durante un tiempo. Esto puede permitir que roble junto a especies como cerezo o arce campestre, también puedan desarrollarse y contribuir a la diversificación del bosque.



En zonas de trasmochos muy añosos de Altzolaras, con baja densidad de roble, haya y castaño, implementar medidas que activen la regeneración, mediante medidas que disminuyan la biomasa de avellano y favorezcan el anclaje de las semillas, siguiendo criterios como que:

- El control de estos pies vegetativos no debería contemplar su eliminación permanente especialmente en laderas de fuerte pendiente donde cumple un papel importante en la retención del suelo. Sólo se recomienda el corte necesario para dar ventaja de unos años a las otras especies.
- La mayor entrada de luz al piso del bosque también favorecerá la descomposición de la hojarasca y acceso al suelo mineral de las semillas. La disposición perpendicular a la pendiente de las varas de avellano extraídas, también pueden contribuir a la heterogeneidad del sustrato de regeneración creando zonas estables de acumulación de suelo para germinar.



La corta de varas de avellano se puede implementar de manera puntual o a escala experimental. La aplicación de esta intervención puede constituir una forma de reproducir una práctica tradicional a la vez que imitar las condiciones de apertura del dosel en el que probablemente se establecieron los últimos pulsos de regeneración y que hoy constituyen las nuevas generaciones.

Los árboles trasmochos cumplen funciones para la biodiversidad que no requieren más intervención que dejar que el proceso de desmoronamiento se complete. Mantenerlos permite controlar el desarrollo del sotobosque hasta su caída y cualquier intervención alteraría el proceso de naturalización.



Continuar con las medidas de retención de árboles caídos naturalmente con el fin de aumentar el volumen de madera muerta en el suelo y acercarse a condiciones de bosques naturales.



Evitar cortar árboles debilitados, o las cortas sanitarias sobre árboles moribundos o de poco vigor. Estos constituyen elementos requeridos por especies insectívoras, especialmente carpinteros.



Las intervenciones destinadas a abrir el dosel y promover la disponibilidad de recursos para la regeneración de especies autóctonas, deben evitarse en zonas contiguas a bosquetes o plantaciones de especies exóticas de carácter invasor.



6. Bibliografía citada y consultada

BOBIEC, A., JASZCZ, E., WOJTUNIK, K.; 2011. Oak (*Quercus robur* L.) regeneration as response to natural dynamics of stands in European hemiboreal zone. Eur. J. Forest Res. 130:785-797

BRADSHAW, R. & HANNON, G.; 2004. The Holocene Structure of North-west European Temperate Forest Induced from Palaeoecological Data. Forest Biodiversity: Lesson for Conservation (eds. O. Honnay, K Verheyen, B Bossuyt and M. Hermy)

DANIELS, L.D. , DODRY, J., KLINKA, K AND SÉLLER, M. 1997. Determining year of death of logs and snags of *Thuja plicata* in southwestern coastal British Columbia. Ca. J. For. Res. 27:1132-1147

DIEKMANN, M.; 1996. Ecological behaviour of deciduous hardwood trees in Boreo-nemoral Sweden in relation to light and soil conditions. For. Ecol. and Man. 86: 1-14.

ERROTUZ, 2006. Integridad ecológica, diversidad estructural y Patrones de regeneración en robledales semi naturales de la CAPV. Análisis de su contribución a la biodiversidad y sus necesidades de conservación. Dirección de Biodiversidad del Gobierno Vasco.

GLENN-LEWIN, D.C. y VAN DER MAAREL, E.;1992. Pattern and process of vegetation dynamics. In: Plant succession, theory and prediction Glenn-Lewin, Peet y Veblen (eds.)

HARMER, R., BOSWELL, R., AND ROBERTSON, M. 2005. Survival and growth of tree seedlings in relation to changes in the ground flora during natural regeneration of an oak shelterwood. Forestry, Vol. 78, No. 1, 2005

IKAUNICE, S., BRUMELIS, G., AND KONDRATOVICS, T. 2012. Naturalness of *Quercus robur* stands in Latvia, estimated by structure, species, and processes. Estonian Journal of Ecology, 2012, 61,1 64-81

IKT; 2000. Estado de Situación de los Bosques del País Vasco en base a los Criterios e Indicadores Paneuropeos de Gestión Forestal Sostenible

LÖF, M. 2000. Establishment and growth in seedlings of *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: influence of interference from herbaceous vegetation. Can. J. For. Res. 30 :855-864

McEVOY, P.M., Mc, J.H., MOSQUERA-LOSADA, M.R. y RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; 2006. Tree regeneration and sapling damage of pedunculate oak *Quercus robur* in a grazed forest in Galicia, NW Spain: a comparison of continuous and rotation grazing systems. Agroforestry System 66:85-92

PELTIER, A., TOUZET, M.C., ARMENGAUD, C. & PONGE, J.F.;1997. Establishment of *Fagus sylvatica* and *Fraxinus excelsior* in an old-growth beech forest. Journal of Vegetation Science 8: 13-20.

ROZAS, V. 2002. Estructura y patrones de regeneración del roble y el haya en un bosque maduro del litoral occidental de Cantabria. Investigación Agraria: Sist Recur. For, Vol 11 (1)

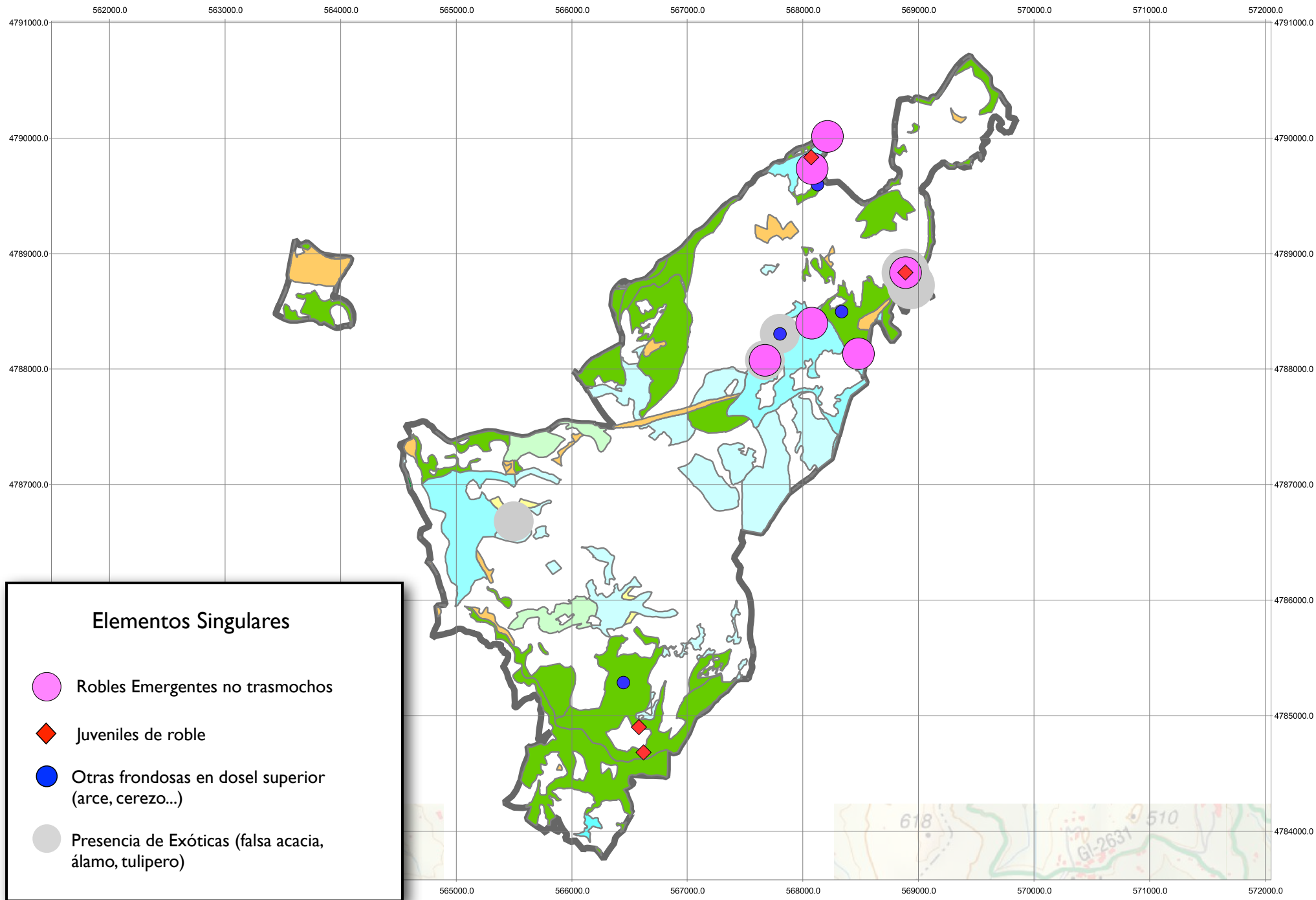
ROZENBERGAR, D., DIACI, J. 2003. Comparative Studies of Gap-phase Regeneration in Managed and Natural Beech Forest in Different Parts of Europe: Slovenia. NAT-MAN Working Report 38

OLIVER, C.D. & LARSON, B.C.; 1991. Forest Stand Dynamics. Mc Graw-hill Inc. Nueva York.





VALLADARES, F., CHICO, J., ARANDA, I., BALAGUER, L., DIZENGREMEL, P., MANRIQUE, E. & DREYER, E.; 2002. The greater seedling high-light tolerance of *Quercus robur* over *Fagus sylvatica* is linked to a greater physiological plasticity. Trees 16: 395-403

7. Anexos

Anexo I Mapa temático de elementos remarcables



Elementos Singulares

-  Robles Emergentes no trasmochos
-  Juveniles de roble
-  Otras frondosas en dosel superior (arce, cerezo...)
-  Presencia de Exóticas (falsa acacia, álamo, tulipero)

Anexo II Fotografías

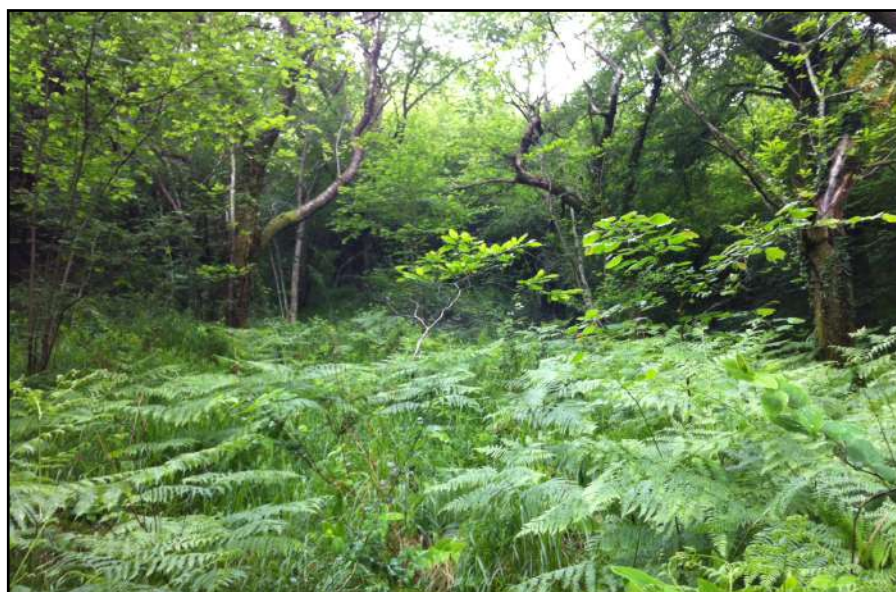
**Anexo
Fotográfico**



Trasmocho con helechos. MIndikoerreka



Trasmochos dispersos con juveniles de olmo. MIndikoerreka



Claro con regeneración de castaño y avellano. Altzolaras



Roble trasmucho con juveniles de olmo. Altzolaras



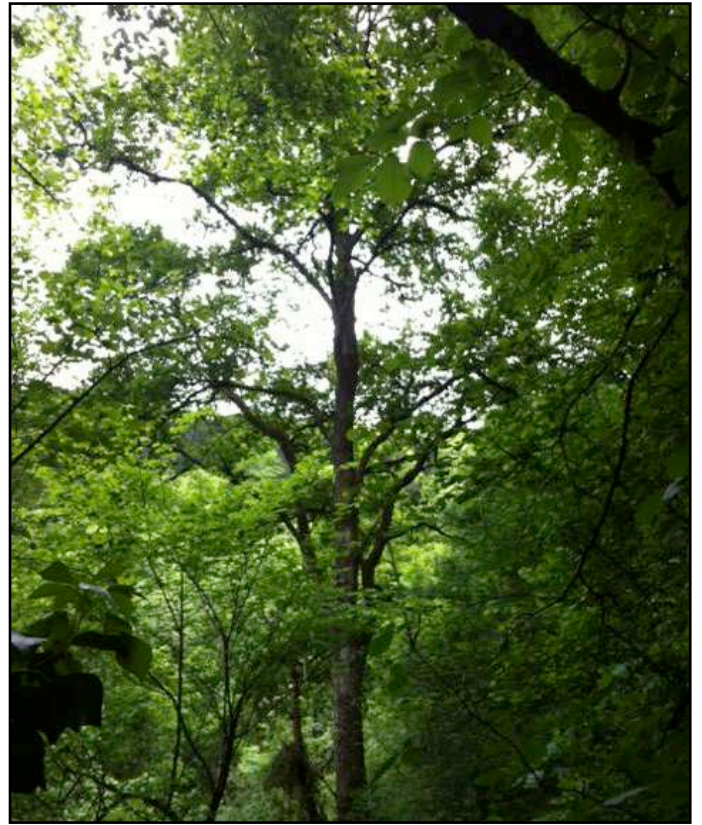
Roble trasmucho con juveniles de fresno. Orbelau



Castaño desraizado. Alzolarras



Trasmocho con juveniles de roble. Altzolarras



Roble emergente. Mindikoerreka



Roble trasmocho ahuecado. Altzolarras



Brinzales vegetativos de avellano. Altzolarras



Semillas de olmo



Regeneración de olmo



Regeneración de acer campestre



Regeneración de fresno



Regeneración de arce pseudoplatano



Regeneración de roble



Madera muerta en descomposición. Trasmocho de Orbelaun