

Memoria Proyecto

Cambio Climático 2020: Ayudas a entidades locales

Restauración de la capacidad de absorción de CO₂ de terrenos afectados por malas prácticas culturales, mediante la implementación de un modelo de forestación de alto valor para la conservación y soluciones basadas en la naturaleza.



Proyecto presentado a la Convocatoria del 31 de julio de 2020 del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco, para la realización de acciones que promuevan el desarrollo sostenible. Línea Cambio climático: absorción de carbono



Octubre 2022

Indice

1. Presentación	3
2. Objetivos del Proyecto	4
3. Ubicación de los terrenos	5
4. Estado actual de los terrenos	6
5. Metodología	7
5.1 Fases del proyecto	7
5.2 Metodología de cálculo utilizada	7
6. Fases de desarrollo del proyecto	9
Fase 1: Análisis de las características fisico-químicas del suelo	9
Fase 2: Preparación del terreno con técnicas manuales no impactantes.	11
Fase 3: Plantación especies autóctonas y delimitación de sendero.	13
Fase 4: Socialización del proyecto.	17

1. Presentación

En el presente documento se describen las actuaciones realizadas en la restauración y forestación de dos parcelas que suman una superficie de 2,0 hectáreas y cuya titularidad corresponde al Ayuntamiento de Errigoiti.

En los últimos 90 años estos terrenos han sostenido tres turnos de plantaciones de pino radiata, a través de las cuales el suelo ha sufrido de manera reiterada pérdida de los horizontes orgánicos y compactación por efecto de prácticas silvícolas mecanizadas. Si bien las dos primeras plantaciones fueron productivas, la plantación actual de pino radiata que se estableció hace 20 años no ha prosperado y se encuentra en total decaimiento. En el terreno apenas persisten algunos árboles muertos en pie y en consecuencia la superficie esta cubierta en gran parte por un denso estrato de argoma, y no tiene valor ni económico ni ambiental.

Para restaurar estos suelos el presente proyecto ha consistido el establecimiento de una masa mixta de especies autóctonas que favorezcan la absorción de CO₂, la incorporación de materia orgánica y la creación de hábitat forestal, mediante el uso de técnicas silvícolas poco impactante que eviten la exportación de nutrientes y aseguren el buen desarrollo de la nueva masa.

2. Objetivos del Proyecto

La ejecución de este proyecto busca recuperar la capacidad de absorción de CO₂ de terrenos degradados, restaurando la fertilidad de suelo mediante el establecimiento especies de alto valor ambiental. De esta manera, implementa lo principios de –e impulsa– Soluciones Basadas en la Naturaleza, como herramientas para la mitigación del cambio climático.

Como objetivos específicos el proyecto busca aportar en los siguientes aspectos:

- a) Restaurar la materia orgánica y la fertilidad del suelo, a través de una gestión innovadora de los residuos de plantación existente y el uso de especies mejoradoras.
- b) Implantar un modelo silvícola multifuncional y resiliente al cambio climático, basado en especies adaptadas al sitio y un modelo de gestión orientado a minimizar efectos de eventos extremos.
- c) Incorporar aspectos sociales a través de la sensibilización, participación y difusión de la experiencia

3. Ubicación de los terrenos

Emplazamiento. Paraje de Arriondo - Errigoiti (Bizkaia)

Ubicación: parcelas SIGPAC nº 10-60 y 10-19

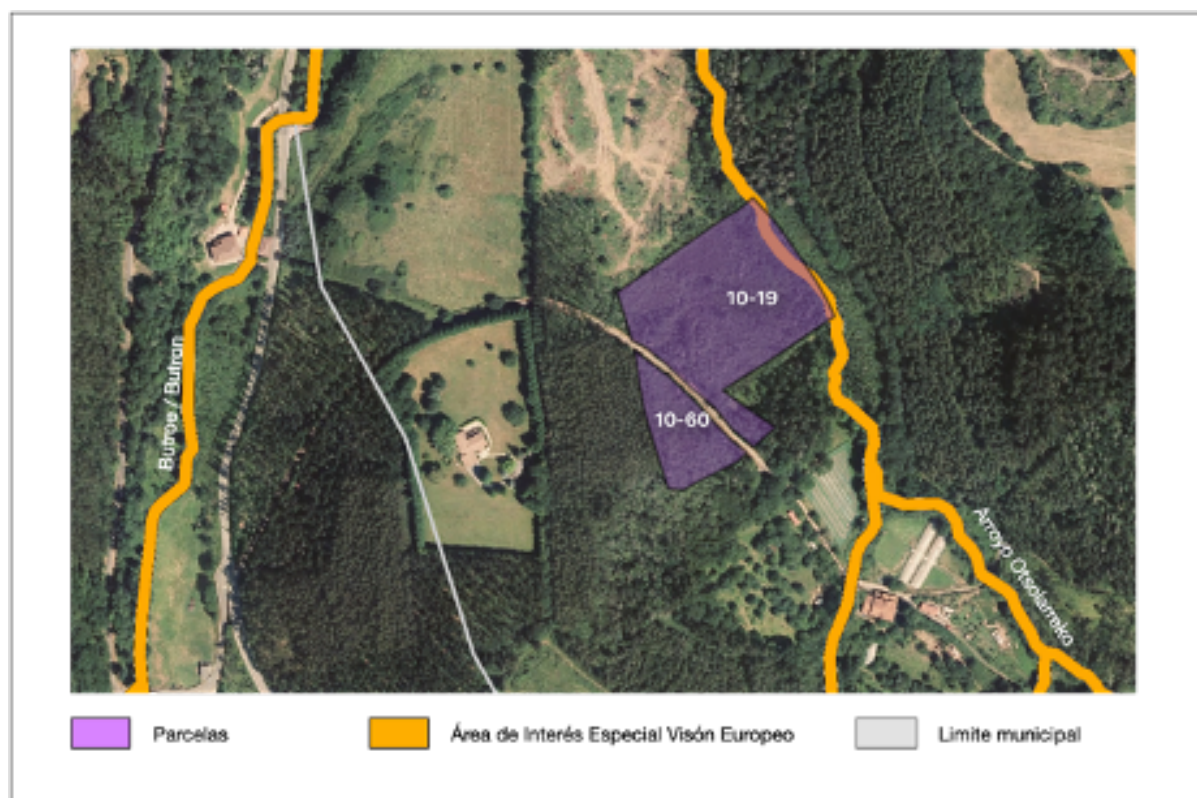
Superficie: 2,01 ha

Coordenadas:

X: 5208009,43

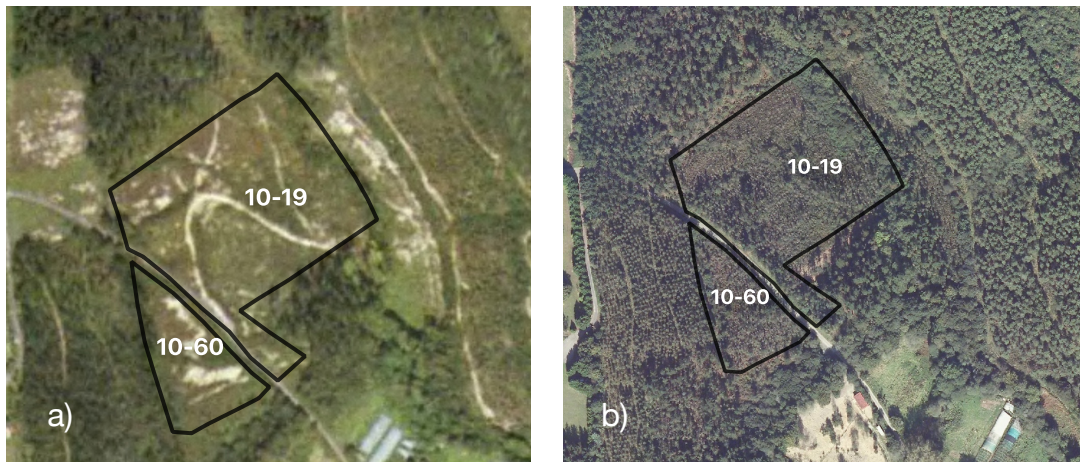
Y: 4795496,52

Mapa Geoeuskadi: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGeoeuskadiWAR/index.jsp>



4. Estado actual de los terrenos

Tal como se explica anteriormente el uso pasado de estas parcelas ha estado ligado a la mecanización del terreno que ha llevado a su estado actual de degradación. La siguiente secuencia fotográfica muestra el estado del terreno tras la última cosecha, donde se aprecia gran proporción de suelo descubierto, y el escaso desarrollo alcanzado por la plantación tras 13 años de un tercer ciclo productivo.



a) Año 2001: corta y plantación de segundo ciclo productivo con evidencias de decapado y
b) Año 2014: a trece años del tercer ciclo productivo



A 20 años del establecimiento del tercer ciclo productivo con pino radiata, se aprecia el fallo de la plantación donde apenas persisten unos pocos pies vivos (año 2021).

5. Metodología

5.1 Fases del proyecto

En las primeras fases del proyecto, se realizó un diagnóstico nutritivo del suelo en el que se incluyó un análisis de densidad aparente, porcentaje de carbono orgánico y cantidad de macro y micro elementos. Con estos resultados y según las recomendaciones aportadas por Neiker, se determinó las acciones a seguir para mejorar el secuestro de carbono y su estabilización en el suelo.

Posteriormente en la preparación del terreno para el establecimiento de la nueva masa, para evitar al máximo nuevos impactos sobre el suelo, y favorecer la incorporación de materia orgánica, se optó por el chipiado y distribución de todos los restos de la limpia sobre el terreno. La plantación con especies autóctonas se realizó de forma manual.

En su fase final, el proyecto ha sido explicado a la ciudadanía, mediante excursiones con los vecinos para mostrar y explicar la diferencia entre el estado inicial de los terrenos y el resultado de las actuaciones.

5.2 Metodología de cálculo utilizada

Sobre los cálculos y supuestos de absorción de carbono se han utilizado en este proyecto las formulas de cálculo de biomasa recopiladas por Zianis et al (2005) para distintas especies y zonas geográficas de Europa. (*Fuente*¹)

En base a los parámetros de diámetro (cm) a los 30 años de cada una de las tres especies a establecer se ha obtenido la masa (Kg) de tronco, ramas, follaje y hojarasca. La biomasa de las raíces gruesas con los mismos parámetros se estima con las ecuaciones alemanas de Röhling et al 2019. Para la hojarasca se estima que un 5% de la biomasa producida en 30 años permanece como carbono en el suelo.

Este valor total (Biomasa/árbol) en toneladas, multiplicado por el total de árboles (Nº) y por el factor de conversión de biomasa (FC), entrega el CO₂ absorbido por la plantación al final del período.

$$\text{CO}_2 \text{ absorbido (t)} = \text{Biomasa/árbol (t)} \times \text{N}^\circ \text{ arboles} \times \text{FC (1,53)}$$

¹ Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R. & Mencuccini, M. 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *Silva Fennica Monographs* 4. 63 p.

Así el Factor de conversión de Biomasa a CO₂ absorbido resulta de la siguiente operación:

$$0,416 \text{ C} \times 3,67 \text{ CO}_2 = 1,53$$

Donde,

0,416 representa la proporción de Carbono en la biomasa seca

0,367 representa las unidades de CO₂ absorbidas por cada unidad de Carbono fijado

Valores de Biomasa por especie y árbol a los 30 años basados en modelos de Zianis et al (2005)

Especie	<i>Fuste</i>	<i>Ramas</i>	<i>Follaje</i>	<i>Hojarasca y Raíces</i>	Biom / árbol (Kg)	Biom / árbol (t)	Nº arboles	Biomasa total (t)	CO ₂ Abs. (t)
Roble	58,50	12,94	2,34	27,84	101,62	0,102	833	84,647	129,509
Abedul	97,76	8,15	9,90	51,41	167,22	0,167	416	69,564	106,432
Aliso	91,35	8,57	7,55	28,36	135,83	0,136	416	56,507	86,456
									322,397

Parámetros de crecimiento de las especies estimados a los 30 años (zona atlántica)

Especie	Diámetro (cm)	Altura (m)
Roble	14	11
Abedul	19	15
Aliso	17	17

6. Fases de desarrollo del proyecto

Fase 1: Análisis de las características físico-químicas del suelo.

Estudio específico de las condiciones de compactación y disponibilidad de nutrientes en que se encuentra el suelo de cara a definir necesidades de la futura plantación. La obtención de muestras se realizó en marzo de 2021 y la metodología del muestreo se detalla en el informe anexo elaborado por Neiker. Se resumen a continuación los principales resultados y recomendaciones hecha por el centro tecnológico.

Factores químicos

Los resultados de los análisis mostraron que los suelos de ambas parcelas alcanzan valores de concentración de nutrientes adecuados para el crecimiento de pino radiata y por lo tanto no parece ser este factor el que ha sido limitante para el desarrollo de la plantación. Sin embargo a pesar de contar con una cantidad de materia orgánica que se considera adecuada en plantaciones de pino radiata del País Vasco, su baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) muestra que es un suelo muy pobre (valores en tabla 1 del Informe)



Toma de muestras de suelo y evidencias de la existencia de zonas con mal drenaje (moteado)

Factores físicos

Los suelos presentan una textura pesada con una alta proporción de las partículas finas (arcillas y limos) que le confieren una alta susceptibilidad a la degradación mecánica. Esta característica del suelo, en condiciones de alto nivel de humedad lo hace vulnerable a la compactación con la ocurrencia de cargas y presiones en sus capas superficiales. De esta manera, considerando el régimen de humedad del suelo, la susceptibilidad inherente a la

compactación de las parcelas de Otsolarreko se convierte en una *vulnerabilidad muy alta o extremadamente alta*. En estos casos se debería evitar la circulación de vehículos en momentos del año en que el terreno esté demasiado húmedo.

Los análisis de conductividad hídrica son concluyentes en este sentido y muestran incluso que los horizontes sub superficiales de 15 - 20 cm presentaron una conductividad menor que los horizontes superficiales, mostrando una clase de permeabilidad entre muy lenta y moderadamente lenta. Estas clases de permeabilidad reflejan que en algún momento de su historia las parcelas de Otsolarreko sufrieron compactación.

Recomendaciones de gestión del suelo

- Para prevenir la compactación será importante reducir el tráfico de vehículos a lo absolutamente indispensable. Se deberá planificar previamente las rutas y vías por las que circulará la maquinaria, sobre todo en suelos desnudos, reduciendo el número y la frecuencia de las operaciones. Se crearán sistemas de tráfico controlado y las actividades forestales se realizarán sólo cuando el contenido de humedad del suelo sea adecuado a más profundidad.
- Durante las actividades forestales, cuando se haya de circular por el área de plantación, se recomienda utilizar los restos de cosecha como tapiz vegetal sobre el que circular con la maquinaria para ayudar a proteger los suelos expuestos a daños físicos.
- Será importante mantener una cantidad adecuada de materia orgánica del suelo para mejorar y estabilizar su estructura, y promover la macrofauna y la actividad microbiana (especialmente fúngica). Esto contribuirá al crecimiento de la raíz al mejorar la aireación del suelo, la infiltración de agua y la transmisión de calor.
- Dado que la densidad aparente y la conductividad hidráulica en los horizontes 15-20 cm evidencian cierto grado de compactación y probabilidades de encharcamiento en ciertos periodos del año, deberían considerarse especies forestales tolerantes a los suelos pesados y encharcamientos como los roble pedunculado, fresno, abedul o alisos.

Fase 2: Preparación del terreno con técnicas manuales no impactantes.

La primera actuación que se realizó previo a la plantación fue el desbroce de la densa masa de argoma. Tal como lo señala el propio proyecto, así como las recomendaciones del estudio de fertilidad del suelo, se buscó la mejor manera de mantener la biomasa en el lugar con el fin de asegurar su incorporación al suelo y mejorar las características físicas y químicas del suelo.

Aunque la propuesta original consideraba un desbroce manual del estrato arbustivo y su apilado en fajas, finalmente se optó por un trabajo semi mecanizado que como recomienda el estudio del suelo, facilitará una mejor distribución e incorporación de los restos al horizonte orgánico del suelo. Para esto se utilizó un pequeño tractor de 800 Kg con un cabezal habilitado para realizar a la vez el corte, astillado y esparcimiento de los restos. Las labores se realizaron en el mes de octubre con el suelo seco. En las siguientes imágenes se puede apreciar el estado, antes y después del desbroce, y el grado al que se logró reducir la vegetación arbustiva y los pies remanentes de pino radiata.



Estado de la vegetación antes y después del desbroce, astillado y dispersión de restos en el terreno

Durante estos trabajos, como también se aprecia en las siguientes fotografías, se tuvo especial cuidado en mantener la vegetación autóctona ya presente, constituida por pequeños corros de especies como roble, abedul, sauce, avellano o cornejo, así como también algunos pies de pino. Todo esto con el fin de asegurar elementos de hábitat para la fauna, así como posaderos y lugares de refugio para las aves.



Preservación de vegetación arbórea, capaz de proveer de posaderos y alimento para las aves. Esto favorecerá la colonización del terreno por una mayor variedad de especies vegetales.



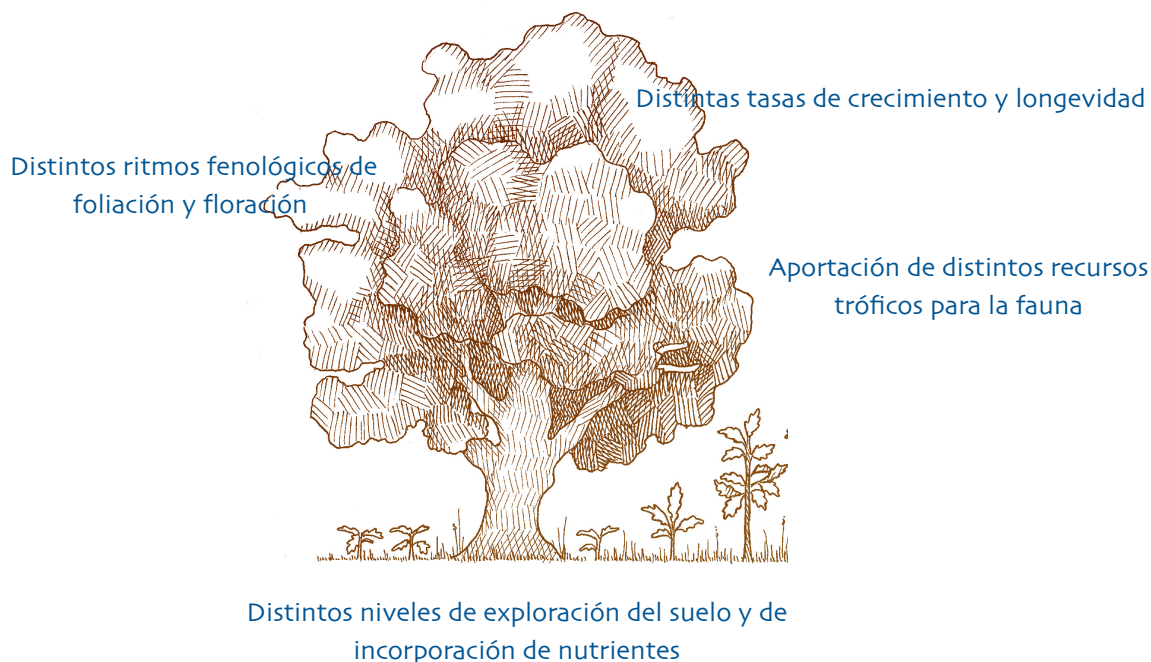
Franja de vegetación de ribera hacia la zona de actuación y en borde de arroyo

Las labores también debieron asegurar, según lo estipulaba el proyecto, la conservación del bosque de ribera, manteniendo una franja inalterada de vegetación en su entorno. Con esto se buscó asegurar la protección de la calidad de agua del arroyo Otsolarreko y preservar el Área de Interés Especial para Visión europeo.

Fase 3: Plantación especies autóctonas y delimitación de sendero.

Composición de la plantación

La elección de especies para la plantación busca generar procesos naturales propios de la dinámica de bosques y se basan por tanto en la diversidad de sus atributos vitales. Esta diversidad de estrategias se puede identificar en aspectos tales como los que se señalan en la siguiente figura.



Atributos vitales de las especies establecidas en la restauración

Especie	Longevidad	Estrategia regeneración	Tipo de raíz	Recursos tróficos
Roble	400 - 600	En Claros	Pivotante	Frutos / hojas
Aliso	100 - 120	Pionera	Ramificada	Semillas / hojas
Abedul	80 - 100	Pionera	Ramificada	Semillas

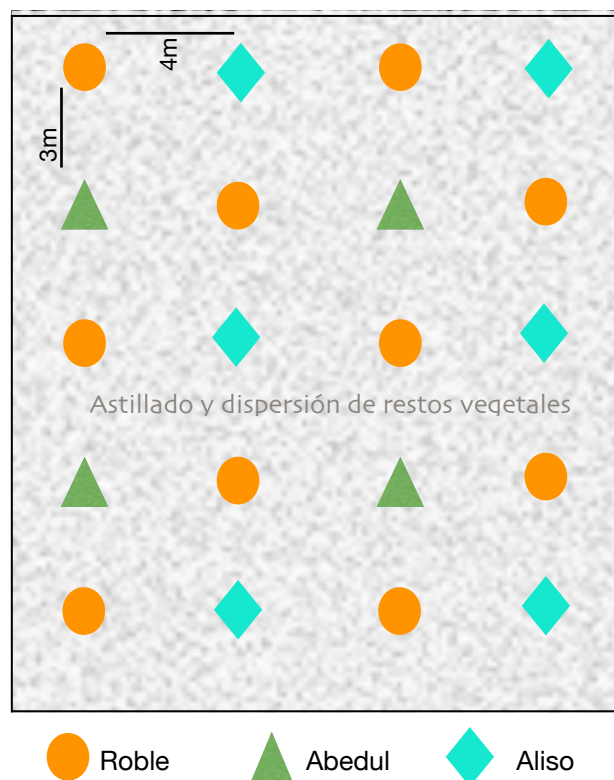
La plantación consistió en el establecimiento de un total de 1.600 plantas a una densidad de 830 plantas/ha en la siguiente proporción por especie:

Quercus robur (roble europeo)	830 plantas
Alnus glutinosa (aliso)	416 plantas
Betula pendula (abedul)	416 plantas

Modelo de plantación

El modelo de plantación propuesto para alcanzar los objetivos de restauración de la zona detalla la distribución de las especies en el terreno, la densidad y distancia entre plantas. Tales características que se aprecian en el siguiente esquema, están diseñadas para lograr beneficios tales como:

- Mantener los restos orgánicos para su descomposición in situ. Busca mejorar la estructura del suelo.
- Disposición intercalada de las especies. Minimiza la competencia intra específica y promueve la facilitación y complementación entre ellas, debido a sus diferencias en tasas de crecimiento y requerimientos de recursos en sus partes aérea y subterránea.
- Naturalización de la masa. Se espera que las diferencias en longevidad y otros atributos vitales de las especies generen a futuro procesos de mortalidad, regeneración y enriquecimiento de la composición.
- Organización en hileras y protección con tubos de la especie mas exigente. Con esta medida, se busca asegurar la manutención de cada planta especialmente durante las limpiezas y desbroces. Esta estrategia permite identificar de manera clara la ubicación de la planta, a diferencia de las plantaciones en disposición irregular o al azar. También resulta muy útil en las actuaciones de abonado y de medición de las plantitas a la hora de evaluar su crecimiento.



Esquema de la plantación y organización espacial de las especies

La plantación

La plantación se realizó mediante ahoyado manual, con lo cual se evitó la alteración del suelo. De esta manera la superficie se mantuvo tal cual quedó tras el triturado de los restos de la limpia. El tipo de planta utilizada fue a raíz desnuda para asegurar que esta se encuentre bien desarrollada y sin deformaciones, una edad de dos años en vivero y de entre 100 - 120 cm de altura. La planta procede de un vivero local ² con producción propia.

Los tubos protectores de 1,2 m solo fueron utilizados en roble, por ser la especie más vulnerable al daño por herbívoros. Aliso y abedul son más resistentes a estos daños y además su mayor tasa de crecimiento inicial, les permite salvar antes este riesgo. De cualquier forma, en los extremos de la plantación se instaló un repelente orgánico utilizado para alejar a jabalíes, corzos y venados. Se trata del compuesto denominado *Orina de lobo* hecho efectivamente a base de resina y orín de lobo.

Finalmente, el abonado se realizó al momento de la plantación para lo cual en torno a cada se aplicó fertilizante de origen natural autorizado en agricultura ecológica. El abono aplicado fue *Roca fosfórica* en dosis de 150 gr / planta y de *Dolomita calcárea* 40 gr/planta.



Vista general de las dos parcelas tomada desde la parte alta de la ladera hacia la zona de ribera.
(diciembre de 2021)

² Viveros Cresme , Murgia - Alava



Izquierda: Planta de aliso intercalada con roble (tubo). Derecha: en primer plano estaca con envase de repelente ubicado en un borde de la plantación

Fase 4: Socialización del proyecto.

Esta fase final del proyecto abordó las siguientes acciones:

- Instalación de panel explicativo del proyecto, en zona visible al borde del camino. El panel ubicado en el punto de acceso a la parcela, redactado en euskera y castellano, explica los objetivos principales del proyecto y beneficios esperados, así como los correspondientes logos de las entidades involucradas.



- Instalación de una pasarela por uno de los lados de la senda que entra a la zona, con el fin de delimitar el recorrido por el interior de la parcela. La idea de esta senda ha sido ofrecer una vía de tránsito a los visitantes a lo largo de los años, mientras se desarrolla la masa arbórea. Tal como se indicó en los objetivos del proyecto, desde el Ayuntamiento se buscará impulsar un mayor uso educativo para estas parcelas de restauración, realizando actividades en días y celebraciones especiales como el Día del árbol o Día del Medio ambiente.

Estas actividades podrán incluir la instalación de cajas nido, hoteles de insectos o plantación en los bordes y espacios libres de especies arbustivas fruticasas para enriquecer la biodiversidad de la plantación.



- Visita a los terrenos restaurados con los vecinos del municipio.

Desde el Ayuntamiento se organizó una excursión a la zona invitando a los vecinos interesados a conocer el proyecto. Una vez en el lugar, se explicó los alcances del proyecto, momento en que se hizo especial énfasis en los métodos de gestión que llevaron a la degradación del suelo y en las acciones que se realizaron para revertir tal estado. Se explicó además la importancia de realizar este tipo de restauraciones dentro de las acciones de mitigación del cambio climático.



Vecinas y vecinos del municipio de Errigoiti recorriendo la zona restaurada.

En las fotos detalles de distintos momentos de la visita: charla presentación a la entrada de las parcelas; reconocimiento del estado de las plantas y del suelo; y momento de reflexión e intercambio de ideas.