

Calculadora de absorciones de CO₂ *ex ante* de la Comunidad Autónoma del País Vasco



MANUAL DE USO

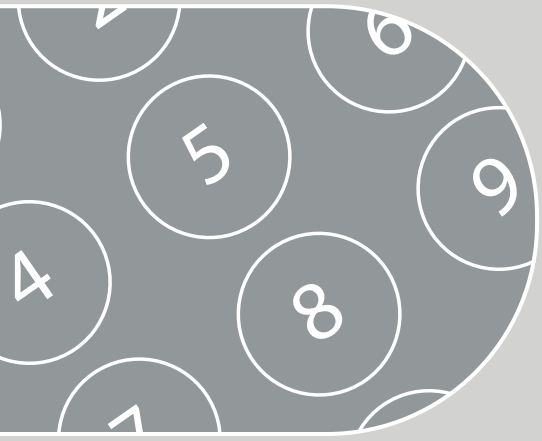
biomasa + suelo



Herri-baltzua
Sociedad Pública del

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

EKONOMIAREN GARAPEN,
JASANGARRITASUN
ETA INGURUMEN SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD
Y MEDIO AMBIENTE



Calculadora de absorciones de CO₂ *ex ante* de la Comunidad Autónoma del País Vasco



MANUAL DE USO

biomasa + suelo



© Ihobe S.A., diciembre de 2021

Edita:

**Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental
Departamento de Medio Ambiente,
Planificación Territorial, Agricultura y Pesca
Gobierno Vasco**

Alda. Urquijo, 36 - 6ª Planta
48011 Bilbao
Tel: 900 15 08 64

Contenido:

Este documento ha sido elaborado para Ihobe por NEIKER-Tecnalia, en el marco del convenio existente entre Ihobe y Neiker en el año 2021 (Acción 3: “Calculadora de absorciones y mecanismo para proyectos de absorción”). Autores: Óscar del Hierro, Ainara Artetxe y Patricia Gallejones.

Diseño publicación: dual comunicación y diseño



Los contenidos de este libro, en la presente edición, se publican bajo la licencia:
Reconocimiento - No comercial - Sin obras derivadas 3.0 Unported de Creative Commons
(más información http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es_ES)

ÍNDICE

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	LA HERRAMIENTA	3
3.	¿A QUIÉN VA DIRIGIDA LA CALCULADORA?	3
4.	REQUISITOS PREVIOS PARA EL USO DE LA CALCULADORA	4
5.	INSTRUCCIONES DE USO DE LA CALCULADORA PASO A PASO	4
5.1	CONTENIDO E INSTRUCCIONES	6
5.2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	8
5.3	BIOMASA FORESTAL FUTURA	10
5.4	SUELO	12
5.5	RESULTADOS CO ₂	15
5.6	RESUMEN DE ABSORCIONES SUSCEPTIBLES DE INSCRIPCIÓN EN INICIATIVAS DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES	16
5.7	FACTORES DE ABSORCIÓN	18
5.8	CARTOGRAFÍA DE APOYO	18
6.	APLICACIÓN A CASOS PRÁCTICOS	19
6.1	CAMBIOS EN LA GESTIÓN DE TIERRAS DE CULTIVO: MEJORAS PROCEDENTES DEL MANEJO Y/O INSUMOS	19
4.2.	CAMBIOS EN LA GESTIÓN DE TIERRAS DE CULTIVO: PASO DE CULTIVO HERBÁCEO A CULTIVO PERENNE.	24
4.3.	CAMBIOS EN LA GESTIÓN FORESTAL: MEJORAS PROCEDENTES DEL MANEJO Y/O INSUMOS	28
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
	ANEXO I. TIPOLOGIAS DE PROYECTO	35
A.	PROYECTOS EN TIERRAS QUE SE CONVIERTEN EN TIERRAS FORESTALES.	36
B.	PROYECTOS EN TIERRAS FORESTALES QUE CAMBIAN DE GESTIÓN.	37
C.	PROYECTOS SOBRE ACTUACIONES EN ZONAS FORESTALES INCENDIADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA MASA FORESTAL.	38
D.	OTROS PROYECTOS BASADOS EN LA GESTIÓN FORESTAL.	38
E.	PROYECTOS EN TIERRAS DE CULTIVO QUE CAMBIAN DE GESTIÓN.	39
F.	PROYECTOS EN TIERRAS DE PASTO QUE CAMBIAN DE GESTIÓN.	40
G.	PROYECTOS EN TIERRAS DE CULTIVO QUE SE CONVIERTEN EN PASTOS.	41
	ANEXO II. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LOS MUNICIPIOS DE LA CAPV.	43
	ANEXO III: MAPA LITOLÓGICO SIMPLIFICADO IMPLEMENTADO EN LA HERRAMIENTA. GRUPOS LITOLÓGICOS.	47
	ANEXO IV: CÁLCULO DEL CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO ACTUAL (SOC _A) A PARTIR DE ANÁLISIS DE SUELO.	48
	ANEXO V. ABSORCIÓN TOTAL DE CO ₂ : SUELO Y BIOMASA	49
	ANEXO VI. TIERRAS FORESTALES: PÉRDIDAS DE CARBONO EN SUELO ACTUAL (SOC _A) ASOCIADAS A DISTINTOS TIPOS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL.	50
	ANEXO VII. TIERRAS FORESTALES: CARBONO ORGÁNICO EN SUELO FINAL (SOC _F). STOCKS DE CARBONO EN SUELO ASOCIADOS A GRUPOS LITOLÓGICOS.	51
	ANEXO VIII: TIERRAS FORESTALES: TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA FUSTAL EN CARBONO FIJADO EN BIOMASA AÉREA (CVEG _A).	52
	ANEXO IX. TIERRAS FORESTALES: FACTORES DE ABSORCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES (CVEG _F).	53
	ANEXO X. ANEXO. TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO FINAL (SOC _F).	56
	ANEXO XI. ANEXO. TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: ORIENTACIONES SOBRE EL MANEJO Y LOS INSUMOS.	57
	ANEXO XII. TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: VALORES PARA LOS FACTORES FLU, FMG Y FI POR REGIÓN CLIMÁTICA	59
	ANEXO XIII: TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: CARBONO EN LA BIOMASA (CVEG _A Y CVEG _F).	61

TABLAS

Tabla 1: Resumen de los principales índices y factores que se calculan en la herramienta, mostrándose su definición e indicándose los anexos de referencia en los que poder consultar la metodología de cálculo.	14
Tabla 2: Zonificación climática de los municipios de Araba acorde al modelo de clasificación del IPCC (IPCC, 2006). MAP: media anual de precipitación (mm); ETP: evapotranspiración (mm); MAT: media anual de temperatura (°c). MAP/ETP: ratio entre media anual de precipitación y evapotranspiración anual. Zona climática (ZC): ZC 1: templada cálida, seca; ZC 2: templada cálida, húmeda. Los datos climáticos de cada municipio, se obtuvieron a partir del sistema de información geográfica de datos agrarios del miteco (SIGA).	44
Tabla 3: Zonificación climática de los municipios de bizkaia acorde al modelo de clasificación del ipcc (ipcc, 2006). Map: media anual de precipitación (mm); etp: evapotranspiración (mm); MAT: media anual de temperatura (°c). MAP/ETP: ratio entre media anual de precipitación y evapotranspiración anual. Zona climática (ZC): ZC 1: templada cálida, seca; ZC 2: templada cálida, húmeda. Los datos climáticos de cada municipio, se obtuvieron a partir del sistema de información geográfica de datos agrarios del miteco (SIGA).	45
Tabla 4: Zonificación climática de los municipios de gipuzkoa acorde al modelo de clasificación del IPCC (IPCC, 2006). MAP: media anual de precipitación (mm); etp: evapotranspiración (mm); MAT: media anual de temperatura (°c). MAP/ETP: ratio entre media anual de precipitación y evapotranspiración anual. Zona climática (ZC): ZC 1: templada cálida, seca; ZC 2: templada cálida, húmeda. Los datos climáticos de cada municipio, se obtuvieron a partir del sistema de información geográfica de datos agrarios del miteco (SIGA).	46
Tabla 5: Factores de aprovechamiento aplicados al carbono del suelo en función de distintos métodos de aprovechamiento forestal.	50
Tabla 6: Reserva de carbono orgánico en los primeros 30 cm del suelo (t C/ha) alcanzado en función del grupo litológico.	51
Tabla 7: Datos utilizados para la transformación de las existencias fustales en carbono fijado en biomasa aérea. Fuente: Neiker, 2014.	52
Tabla 8: Agrupación de especies para la asignación de los valores determinados en la Tabla 7 . Fuente: Neiker, 2014.	52
Tabla 9: Factores de absorción de las especies forestales españolas. Absorciones estimadas (t CO ₂ /pie) en diferentes horizontes temporales (20, 25, 30, 35 y 40 años). Fuente: calculadora-Miteco, enero de 2018, versión 4.	53
Tabla 10: Orientaciones sobre el manejo y los insumos para los cultivos herbáceos y perennes (Decisión 2010/335/CE).	57
Tabla 11: Orientaciones sobre el manejo y los insumos para tierras de pastos (Decisión 2010/335/CE).	57
Tabla 12: Valores proporcionados por la herramienta para los factores de uso de la tierra (F _{LU}), de manejo (F _{MG}) y de insumos (F _I) para los cultivos agrícolas perennes en función de la zonificación climática.	57
Tabla 13: Prácticas de gestión contempladas en la encuesta esyrce para cultivos perennes (fuente: esyrce, encuesta de superficies y rendimientos de cultivos de españa).	58
Tabla 14: Ternas de factores de uso de la tierra (F _{LU}), de manejo (F _{MG}) y de insumos (F _I) adoptadas para los cultivos perennes (fuente: esyrce, encuesta de superficies y rendimientos de cultivos de españa).	58
TABLA 15: Factores F _{LU} , F _{MG} Y F _I para los cultivos herbáceos. Se presentan los factores según el IPCC 2019 (Capítulo 5, Tabla 5.5)	59
Tabla 16: Factores F _{LU} , F _{MG} Y F _I para para los cultivos perennes. Se presentan los factores según el IPCC 2019 (capítulo 5, Tabla 5.5)	59
Tabla 17: Factores F _{LU} , F _{MG} y F _I para para las tierras de pasto. Fuente: (Decisión 2010/335/CE).	60

FIGURAS

Figura 1: Diagrama de estructura del esquema de las siete pestañas u hojas que forman parte de la calculadora de absorciones <i>ex ante</i> de CO ₂ de la CAPV.	5
Figura 2: Captura de pantalla de la pestaña “contenido e instrucciones” de la calculadora de absorciones <i>ex ante</i> de CO ₂ de la CAPV (biomasa y suelo).	6
Figura 3: Manejo de las diferentes celdas de la calculadora en función de su color.	6
Figura 4: Icono con el que se indican las observaciones o explicaciones que sirven de ayuda para la correcta cumplimentación de la calculadora, e icono de acceso a la presente guía.	6
Figura 5: Conjunto de botones disponibles en la calculadora de absorciones <i>ex ante</i> .	7
Figura 6: Mensaje previo a la ejecución del código “limpiar formulario”.	7
Figura 7: Captura de pantalla de la pestaña “datos generales del proyecto” de la calculadora de absorciones <i>ex ante</i> de CO ₂ de la CAPV (biomasa + suelo).	8
Figura 8: Vías de trabajo indicadas por la calculadora: para proyectos forestales y para el resto de las tipologías.	9
Figura 9: Metodologías de cálculo en función de tipo de repoblación realizada en el proyecto: opción A: sin aprovechamiento maderero o de aprovechamiento no intensivo; opción B: de aprovechamiento intensivo, cortas a hecho.	10
Figura 10: Estima de las absorciones estimadas que generará el proyecto durante el periodo de permanencia. La calculadora alerta del error al haberse cumplimentado ambas opciones de proyecto.	11
Figura 11: Captura de pantalla de la hoja “Suelo”, donde se refleja el primer bloque de información que debe cumplimentar la persona usuaria, en términos de uso y manejo actual y futuro del proyecto.	12
Figura 12: Captura de pantalla de la hoja “Suelo”, donde se refleja el segundo bloque de información que debe cumplimentar la persona usuaria, en proyectos forestales (desde el uso y manejo actual).	13
Figura 13: Captura de pantalla de la hoja “Suelo”, donde se refleja el tercer bloque de información	13
Figura 14: Captura de pantalla de la hoja “Resultados CO ₂ ” desde donde la persona usuaria obtiene un resumen pormenorizado de los resultados de absorción asociados a su proyecto.	15
Figura 15: Captura de pantalla de la hoja “Resultados CO ₂ ” desde donde la persona usuaria obtiene un resumen pormenorizado de los resultados de absorción asociados a su proyecto.	16
Figura 16: Datos generales del proyecto que deben cumplimentarse: promotor y nombre del proyecto, C.I.F./N.I.F., municipio (Alegría-Dulantzi), tipo de suelo, periodo de permanencia (20 años), tipología del proyecto (desde el uso y manejo actual hacia el futuro), referencias catastrales, superficie de las parcelas (3 ha) y del proyecto (3 ha), y año de inicio del proyecto (2016).	20
Figura 17: Captura de pantalla para el caso: cultivos anuales, labranza completa e insumos medios desde el uso y manejo actual, hacia un manejo del suelo sin labranza e insumos altos con estiércol en el futuro.	21
Figura 18: Captura de pantalla para el caso: cambio en la gestión del cultivo, sin cambio en el uso del suelo. Con los valores incluidos (C = 0,58 %, y DA = 1,3 g/cm ³), se obtiene un SOC _A de 22,62 t C/ha y un CVEG _A de 4,70 t C/ha. Se estima una fijación de carbono en el suelo de 13,21 t C/ha y unas reservas de carbono totales de 17,91 t C/ha.	22
Figura 19: En la hoja “Resultados CO ₂ ”, se recogen las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia, y las disponibles para compensar <i>ex ante</i> (20 % de las estimadas), y las absorciones cedidas a la bolsa de garantía (10 % de las absorciones disponibles).	23
Figura 20: Hoja “Registro”: se desglosan las absorciones que podrían inscribirse en iniciativas de compensación de emisiones. La herramienta permite generar un archivo en formato .pdf de la hoja.	23
Figura 21: La persona usuaria selecciona la tipología de proyecto: desde el uso y manejo actual (cultivo anual) hacia el uso y manejo futuro (cultivo perenne).	24
Figura 22: Captura de pantalla para el caso: cambio en el cultivo y en el manejo actuales (cultivo anual con labranza completa e insumos medios), hacia un cultivo perenne (viñedo con labranza completa e insumos bajos).	25
Figura 23: Captura de pantalla de la herramienta para el caso: desde cultivo hacia cultivo con cambio en la gestión y/o en el manejo. La persona usuaria ha introducido las analíticas (MO = 1,2 %, y DA = 1,35 g/cm ³). La herramienta obtiene un SOC _A de 28,19 t C/ha y un CVEG _A de 4,70 t C/ha y estima un CVEG _F de 42 t C/ha.	26
Figura 24: Captura de imagen de la pestaña “Resultados CO ₂ ”, donde el usuario dispone de las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia, las absorciones futuras disponibles para compensar <i>ex ante</i> (cantidad equivalente al 20 % de las estimadas), y las absorciones cedidas a la bolsa de garantía (cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles).	27
Figura 25: Hoja “Registro”: se desglosan las absorciones que podrían inscribirse en iniciativas de compensación de emisiones. la herramienta permite generar un archivo en formato .pdf de la hoja.	27
Figura 26: Proyecto de absorción forestal con mejoras procedentes del manejo y/o insumos (hoja de datos generales del proyecto).	28
Figura 27: Absorciones estimadas que generará el proyecto durante el periodo de permanencia. opción A: (aprovechamiento no intensivo) para la especie <i>Quercus ilex</i> .	29
Figura 28: Captura de pantalla de la pestaña “Suelo”. La persona usuaria debe cumplimentar datos relacionados	30

- Figura 29: Captura de pantalla para un ejemplo de repoblación forestal sobre una superficie actual de tres hectáreas de *Pinus radiata* hacia *Quercus ilex*. 31
- Figura 30: Captura de imagen de la hoja "Resultados CO₂". se resumen las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia, las absorciones futuras disponibles para compensar *ex ante* (cantidad equivalente al 20 % de las estimadas), y las absorciones cedidas a la bolsa de garantía (cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles). el cálculo de las reservas totales (biomasa aérea + suelo) se calculan de acuerdo con el Anexo V. 32
- Figura 31: Hoja "Registro", donde se desglosan las absorciones que podrían inscribirse en iniciativas de compensación de emisiones. la herramienta permite generar un archivo en formato .pdf de la hoja. 33
- Figura 32: Modelo de clasificación para las regiones climáticas por defecto (IPCC, 2006). 33
- Figura 33: Grupos litológicos implementados en la herramienta: arenas de grano medio y grueso; areniscas calcáreas y calcarenitas - calizas dolomíticas; margas y limolitas amarillentas; alternancia de areniscas y lutitas con dominancia de arenas; coluviales - aluviales; alternancia de lutitas y areniscas con dominancia de lutitas; rocas volcánicas e ígneas; alternancia de calizas y margas - margas grises - ofitas; alternancia de margas y calizas - pizarras y grauvacas; calizas bioclásticas - calizas urgonianas - dolomías. 47
- Figura 34: Consejos para una fácil y rápida utilización de la cartografía implementada en la calculadora. para facilitar la búsqueda de la parcela, el visor dispone de un buscador de municipios y se puede mostrar u ocultar la capa visible (grupo litológico). 47
- Figura 35: Absorciones estimadas a los 30 años (t CO₂/pie). fuente: calculadora-Miteco, enero 2018. 55
- Figura 36: Árbol de decisión sobre el manejo y los insumos para las tierras cultivadas y los cultivos perennes. 58

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es ya una realidad, y sus efectos se van haciendo cada vez más visibles y se extienden por todo el mundo. Están aumentando los episodios de eventos extremos como olas de calor, sequías, fuertes lluvias, inundaciones y deslizamientos de tierra. Euskadi no es ajena a esta realidad, y se espera que para final de siglo el aumento de las temperaturas y las variaciones en los regímenes de precipitaciones tengan graves consecuencias en los ecosistemas naturales, el sector primario, las infraestructuras, sectores económicos como el turismo o el comercio, y la salud de las personas. De hecho, ya se están evidenciando consecuencias como el aumento del nivel y temperatura del mar, o una mayor ocurrencia de olas de calor y periodos de sequía.

Para frenar el cambio climático y evitar sus consecuencias, es necesario avanzar en la mitigación y la adaptación, con un objetivo claro de limitar el calentamiento global a 1,5°C, tal y como se estableció en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015 en París¹, y alcanzar la neutralidad en carbono a más tardar en 2050. Por ello, siguiendo los pasos de la Unión Europea, el Gobierno Vasco aprobó en 2019 la declaración de Emergencia Climática². Mediante esta declaración, que se basa en la declaración de emergencia climática de la UE y los objetivos marcados por el Pacto Verde Europeo³, la CAPV pretende liderar el desafío del cambio climático y convertirlo en una oportunidad para la transformación hacia una economía más competitiva y climáticamente neutra.

La neutralidad de carbono, o huella cero de carbono, se consigue cuando el balance entre la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) emitido a la atmósfera y la retirada por distintas vías es nulo. La forma más saludable de conseguir este equilibrio es fomentando las absorciones de CO₂ por los sumideros naturales, como los bosques, las plantas, el suelo, los humedales o los océanos.

Un sumidero de carbono es cualquier sistema que absorba más carbono del que emite. Si la cantidad de CO₂ absorbida por la actividad de la vegetación y los microorganismos del suelo es mayor que las emisiones que ocurren simultáneamente, entonces, ese ecosistema vegetal será un sumidero; de lo contrario, constituirá una fuente de emisión. Pero ese flujo de carbono del ciclo biológico no se detiene, de manera que una cuestión clave en cuanto a los sumideros es el tiempo de permanencia del carbono almacenado. Por ejemplo, las cantidades de CO₂ absorbidas por un sumidero como un bosque pueden volver a la atmósfera si ese bosque desaparece por cualquier circunstancia (plagas, enfermedades, extracción de madera, vendavales, incendios, etc.).

Los principales sumideros de CO₂ de la CAPV son la biomasa vegetal y el suelo. En 2018, se fijaron 1,9 millones de toneladas de CO₂-equivalente principalmente por tierras forestales, pero también por pastos, cultivos y humedales, entre otros (Ihobe, 2020). Sin embargo, las estimaciones realizadas (NEIKER-Tecnalia, 2014) indican que se podría llegar a fijar un 52% más de carbono en la biomasa forestal, mediante una ordenación y gestión adecuada de tierras forestales. Además, cabe destacar que la materia orgánica del suelo representa unas existencias de carbono más estables, con un tiempo de residencia mayor que el carbono fijado en forma de biomasa forestal. Se ha estimado que los suelos del 30% de la superficie de la CAPV podrían llegar a fijar aproximadamente 670.000 t CO₂ eq. por hectárea y año en tierras forestales, ganaderas y agrícolas, si se aplicaran ciertas medidas como la reforestación, la gestión sostenible de plantaciones y explotaciones agrícolas, mejora de pastos, etc. (Ihobe, 2019).

¹ https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es

² https://bideoak2.euskadi.eus/2019/07/30/news_56172/Declaracion_Emergencia_Clim_tica.pdf

³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es

Para la lucha contra el cambio climático es fundamental fomentar este tipo de prácticas y proyectos que supongan el aumento del carbono almacenado. Las actividades relacionadas con el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura que fomenten las absorciones y la permanencia del carbono en el suelo y en la biomasa se denominan proyecto de absorción.

El objetivo de la “Calculadora de absorciones de CO₂ ex ante de la Comunidad Autónoma del País Vasco” es **proporcionar una herramienta de gestión que ayude a la estimación de manera sencilla las absorciones de dióxido de carbono** asociadas a:

- la **biomasa** y
- los **suelos**,

de diferentes usos de la CAPV (forestal, cultivos herbáceos y perennes y pastos), permitiendo por tanto una gestión más adecuada los recursos de carbono, en particular, los sumideros de carbono.

Además, se pretende **fomentar el desarrollo de proyectos de absorción con características adecuadas para poder ser considerados en iniciativas de compensación de emisiones**. Para ello, se ha diseñado la herramienta teniendo en cuenta los requisitos y especificaciones del “Registro de huella, compensación y proyectos de absorción de CO₂” del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico. Este registro, regulado por el Real Decreto 163/2014 4, permite inscribir proyectos de repoblación forestal ubicados en el territorio nacional, y ofrece a empresas y organizaciones la posibilidad de compensar su huella de carbono.

⁴ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-3379

2. LA HERRAMIENTA

La “Calculadora de absorciones de CO₂ ex ante de la Comunidad Autónoma del País Vasco” (a partir de ahora, “la Calculadora”) es una **hoja de cálculo de fácil manejo que permite calcular las absorciones de dióxido de carbono (CO₂) asociadas a proyectos de absorción que se desarrollen en la CAPV**. La herramienta permite el cálculo de las absorciones de CO₂ asociadas a la biomasa y al suelo, ligadas diferentes usos (forestal, cultivos herbáceos, cultivos perennes y pastos).

Para el cálculo de las absorciones en **biomasa** forestal, la calculadora emplea los factores de absorción correspondientes a las especies forestales arbóreas españolas y las operaciones incluidas en la Calculadora de absorciones de CO₂ *ex ante* del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico. La metodología de cálculo se basa en la [herramienta diseñada por el Ministerio para la Transición Ecológica](#) (MITERD, s.f.). Además, la Calculadora de absorciones *ex ante* de la CAPV también tiene en cuenta el destino de la madera en el caso de los proyectos forestales, de tal forma que se contabilizan las absorciones originadas por el uso de la madera extraída para la producción de productos de larga vida útil (mayor a 30 años).

Por otra parte, la herramienta también considera el carbono de la biomasa actual y futura en tierras de cultivo (herbáceos y leñosos) y de pastos (prados, praderas, pastizales y similares). Para ello, se apoya en los datos proporcionados por el IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Las absorciones correspondientes al **suelo** se calculan a partir de la materia orgánica existente y la densidad aparente del suelo previamente al inicio del proyecto. Por ello, será necesario, o bien, disponer de datos analíticas de suelo realizadas *ad hoc*, o tomar como referencia el “Mapa de existencia de carbono y mapa de textura para los suelos del País Vasco” (Ihobe, 2019). Una vez calculado el carbono existente en el momento inicial, se tienen en cuenta el uso del suelo, el manejo y los insumos, tanto del momento inicial del proyecto como del previsto en el futuro, de manera que la Calculadora aplica ecuaciones y factores indicados en los anexos para calcular las reservas de carbono al inicio y al final del proyecto.

Como resultado final, la Calculadora ofrece el dato de absorciones totales que se generarán al final del periodo de permanencia del proyecto, teniendo en cuenta lo absorbido tanto por el suelo como por la biomasa aérea.

3. ¿A QUIÉN VA DIRIGIDA LA CALCULADORA?

La Calculadora de absorciones de CO₂ *ex ante* de la CAPV está dirigida **a cualquier persona física o jurídica que desee estimar las absorciones que generará en el futuro su proyecto de absorción**.

Con el uso de esta herramienta se pretende, por un lado, fomentar la realización de proyectos de absorción y, por otro, facilitar la adhesión a las iniciativas de compensación. Por ello, además del cálculo de las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia, la Calculadora cuantifica las absorciones que podrían estar disponibles *ex ante* (20% de las absorciones totales) a efectos de compensación hasta que se puedan justificar mediante mediciones sobre el terreno (seguimiento del carbono absorbido en suelo y/o biomasa), así como las absorciones destinadas a la bolsa de garantía (10% de las absorciones disponibles). Las absorciones de la bolsa de garantía tienen por objeto cubrir posibles incidencias que conlleven la pérdida de las absorciones del proyecto (p.e. por efecto de una plaga, incendios, temporales, etc.).

Por el momento, solo las absorciones de CO₂ en biomasa forestal pueden adherirse a la iniciativa de proyectos de absorción del MITECO, así como inscribirlas en el [Registro de huella, compensación y proyectos de absorción de CO₂ \(MITERD, s.f.\)](#), siempre y cuando se cumplan los requisitos establecidos en el Real Decreto 163/2014⁵ y los reflejados en la documentación de apoyo del registro. Además, cabe recalcar que se deberá poder justificar toda la información introducida en la calculadora.

4. REQUISITOS PREVIOS PARA EL USO DE LA CALCULADORA

Tal y como se ha indicado, para poder utilizar la Calculadora, es recomendable **conocer la cantidad de carbono orgánico** (toneladas de carbono por hectárea) y la **densidad aparente del suelo** presente en la parcela en el momento inmediatamente previo al inicio del proyecto (anterior bien a la conversión al nuevo uso del suelo o bien al cambio de gestión).

Estas determinaciones deberán llevarse a cabo mediante el **muestreo y análisis de los suelos** realizado por un tercero que esté facultado para tal fin. Se entiende por un tercero facultado aquella entidad que, siendo ajena al promotor del proyecto, pueda acreditar experiencia en la realización de muestreos y análisis de suelos.

En el caso de no disponer de muestreos de suelo de la parcela objeto del proyecto, la herramienta ofrece la posibilidad de consultar la **estimación de la existencia de carbono en suelo (SOC_A)** en función del uso actual del suelo en la cartografía resultante de la publicación "[Sumideros de carbono de la CAPV: capacidad de secuestro y medidas para su promoción](#)".

No obstante, en el caso de querer inscribir el proyecto en algún registro de proyectos de absorción, será necesario disponer de datos reales de la existencia de carbono en suelo mediante analíticas realizadas por un tercero facultado.

Por otro lado, todos los proyectos de absorción de carbono deben conllevar un **compromiso de permanencia** durante un periodo determinado, que será definido por la persona promotora. Durante este periodo, se deberán mantener las condiciones y los manejos previstos al inicio y que determinarán los resultados de los cálculos de absorción. En el caso de realizarse cambios en el alcance o gestión del proyecto durante el periodo de permanencia, los resultados de la calculadora no serán válidos.

5. INSTRUCCIONES DE USO DE LA CALCULADORA PASO A PASO

La Calculadora de absorciones *ex ante* de CO₂ de la CAPV es una hoja de cálculo que se estructura en siete pestañas u hojas (**Figura 2**). La persona usuaria deberá ir introduciendo los datos del proyecto para que la herramienta pueda calcular las absorciones de CO₂.

1. [Contenidos e instrucciones](#)
2. [Datos generales del proyecto](#)
3. [Biomasa forestal futura aérea](#)
4. [Cálculo de absorciones - Suelo](#)
5. [Resultados CO₂ – Absorciones futuras disponibles para compensación *ex ante*](#)
6. [Resumen de absorciones susceptibles de inscripción en iniciativas de compensación de emisiones](#)
7. [Anexo: factores de absorción por especie forestal](#)

⁵ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-3379

A efectos del uso de la calculadora y de posibilidades de inscripción y registros de proyectos de compensación de carbono, se diferencian dos tipos de proyectos:

- **Proyectos forestales:** proyectos que contemplen el cambio a un uso forestal (forestación o reforestación), o cambios en la gestión de una actividad forestal. En este caso, se deberán cumplimentar todas las pestañas. Respecto a las posibilidades de registro del proyecto, solamente podrán inscribirse las absorciones disponibles a las absorciones por masa forestal aérea de los proyectos de forestación y reforestación (en el Registro de proyectos de absorción de carbono del MITECO). Actualmente no existe ningún registro que permita inscribir las absorciones en suelo forestal; no obstante, en la pestaña Resumen y registro se indica, a modo informativo, las absorciones que podría estar disponibles en esa fracción para su inscripción.
- **Otros proyectos:** proyectos que contemplen el cambio de uso agrícola o de pastos. En este caso, se deberán cumplimentar todas las pestañas excepto la pestaña de Biomasa forestal futura. Respecto a las posibilidades de registro del proyecto, actualmente no existe ningún registro que permita inscribir las absorciones en biomasa aérea de cultivos agrícolas o pastos, ni de las absorciones del suelo. No obstante, en la pestaña Resumen y registro se indica a modo informativo las absorciones que podrían estar disponibles para su inscripción.

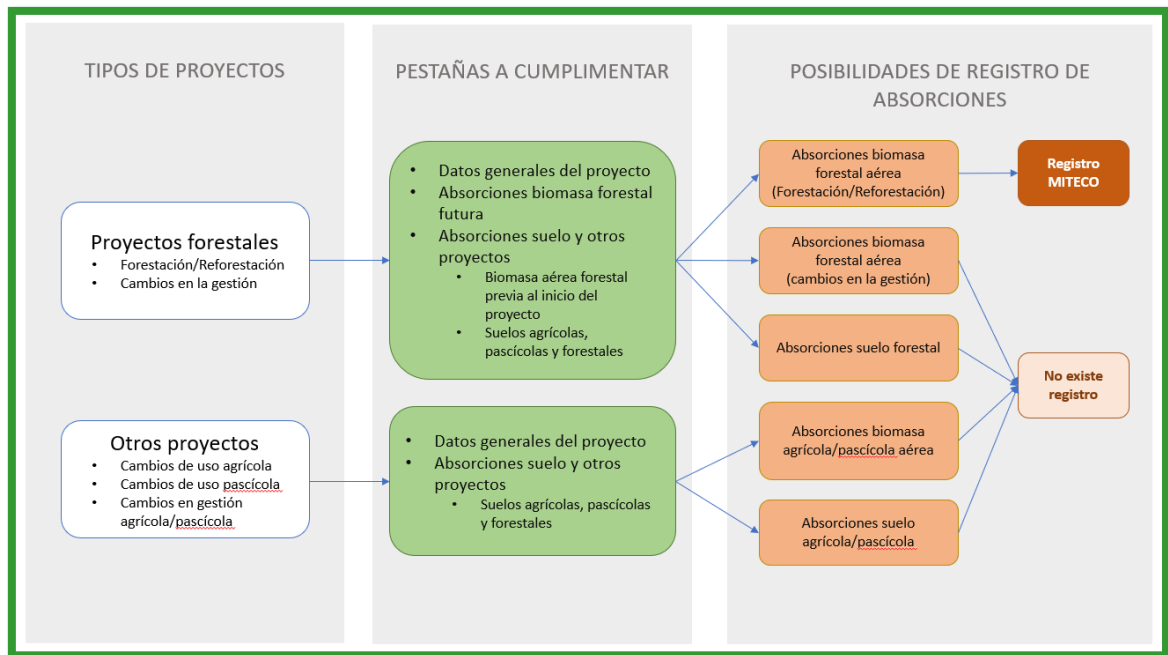
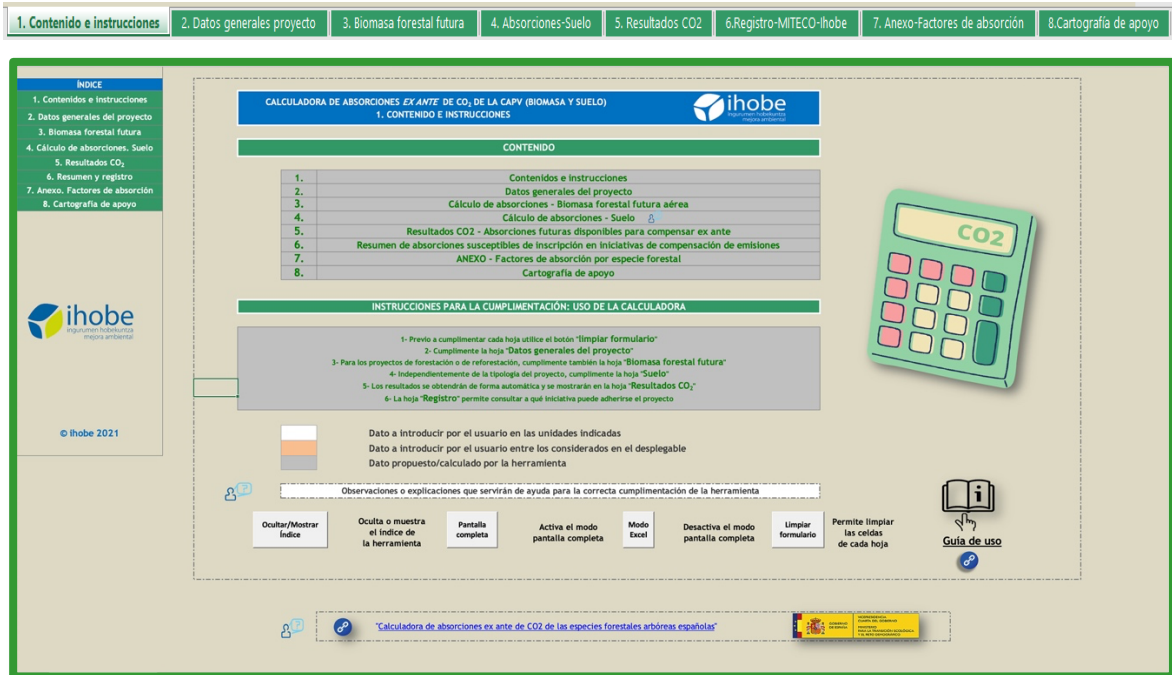


Figura 1: Diagrama de estructura del esquema de las siete pestañas u hojas que forman parte de la Calculadora de absorciones *ex ante* de CO₂ de la CAPV.

A continuación, se detallan las indicaciones necesarias para el manejo de la Calculadora, presentando el contenido de cada una de las hojas y explicando paso a paso cómo cumplimentar la información solicitada.

5.1 CONTENIDO E INSTRUCCIONES



1. Contenido e instrucciones 2. Datos generales proyecto 3. Biomasa forestal futura 4. Absorciones-Suelo 5. Resultados CO₂ 6.Registro-MITECO-ihobe 7. Anexo-Factores de absorción 8.Cartografía de apoyo

INDICE

1. Contenidos e instrucciones
2. Datos generales del proyecto
3. Biomasa forestal futura
4. Cálculo de absorciones - Suelo
5. Resultados CO₂
6. Resumen y registro
7. Anexo - Factores de absorción
8. Cartografía de apoyo

CALCULADORA DE ABSORCIONES EX ANTE DE CO₂ DE LA CAPV (BIOMASA Y SUELO)

1. CONTENIDO E INSTRUCCIONES

CONTENIDO

1.	Contenidos e instrucciones
2.	Datos generales del proyecto
3.	Cálculo de absorciones - Biomasa forestal futura aérea
4.	Cálculo de absorciones - Suelo
5.	Resultados CO ₂ - Absorciones futuras disponibles para compensar ex ante
6.	Resumen de absorciones susceptibles de inscripción en iniciativas de compensación de emisiones
7.	ANEXO - Factores de absorción por especie forestal
8.	Cartografía de apoyo

INSTRUCCIONES PARA LA CUMPLIMENTACIÓN: USO DE LA CALCULADORA

- 1- Previo a cumplimentar cada hoja utilice el botón "limpiar formulario"
- 2- Cumplimente la hoja "Datos generales del proyecto"
- 3- Para los proyectos de forestación o de reforestación, cumplimente también la hoja "Biomasa forestal futura"
- 4- Independientemente de la tipología del proyecto, cumplimente la hoja "Suelo"
- 5- Los resultados se obtendrán de forma automática y se mostrarán en la hoja "Resultados CO₂"
- 6- La hoja "Registro" permite consultar a qué iniciativa puede adherirse el proyecto

Dato a introducir por el usuario en las unidades indicadas
 Dato a introducir por el usuario entre los considerados en el desplegable
 Dato propuesto/calculado por la herramienta

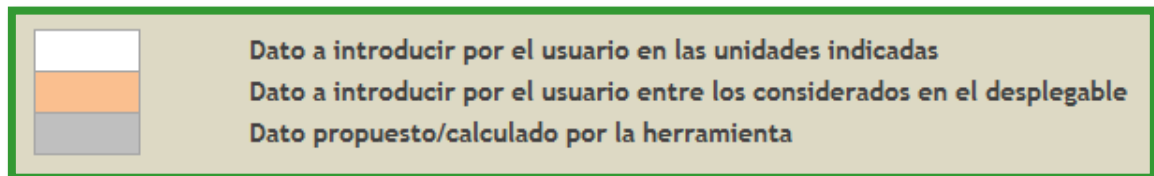
Observaciones o explicaciones que servirán de ayuda para la correcta cumplimentación de la herramienta

Ocultar/Mostrar índice Oculta o muestra el índice de la herramienta Pantalla completa Activa el modo pantalla completa Modo Excel Desactiva el modo pantalla completa Limpiar formulario Permite limpiar las celdas de cada hoja Guía de uso

"Calculadora de absorciones ex ante de CO₂ de las especies forestales arbóreas españolas"

Figura 2: Captura de pantalla de la pestaña "Contenido e instrucciones" de la calculadora de absorciones *ex ante* de CO₂ de la CAPV (biomasa y suelo).

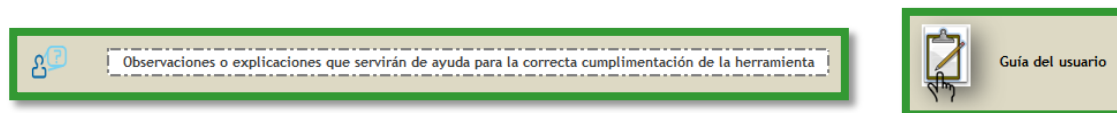
Para facilitar el acceso a cada una de las pestañas, se ha habilitado un índice en la parte izquierda de la pantalla. La persona usuaria simplemente debe clicar en la pestaña hacia donde quiera dirigirse (Figura 2). Por otro lado, y con el objetivo de facilitar la cumplimentación, se ha establecido el siguiente código de colores (Figura 3):



Dato a introducir por el usuario en las unidades indicadas
 Dato a introducir por el usuario entre los considerados en el desplegable
 Dato propuesto/calculado por la herramienta

Figura 3: Manejo de las diferentes celdas de la calculadora en función de su color.

Además, en los casos en los que se ha considerado conveniente, se ofrece una explicación complementaria para la adecuada cumplimentación de determinados campos (se indica mediante el icono que aparece en la Figura 4 (izquierda). La persona usuaria tiene acceso, a su vez, a la presente **Guía de uso** (icono de la derecha de la Figura 4).



Observaciones o explicaciones que servirán de ayuda para la correcta cumplimentación de la herramienta

Guía del usuario

Figura 4: Icono con el que se indican las observaciones o explicaciones que sirven de ayuda para la correcta cumplimentación de la calculadora, e icono de acceso a la presente guía.

En cada hoja de la calculadora se dispone de una serie de botones que facilitan su uso (Figura 5):

- **Ocultar/Mostrar índice:** el botón activa y desactiva la visualización del índice.
- **Pantalla completa:** el botón activa la visualización de la ventana de la calculadora en la pantalla entera. Para salir de la pantalla completa basta con pulsar “Escape”.
- **Modo Excel:** el botón activa el modo Excel (con encabezados de hojas).
- **Limpiar formulario:** el botón permite limpiar o reiniciar todas las celdas que se deben cumplimentar en cada hoja, evitando que se queden celdas rellenas de pruebas previas, por lo que se recomienda limpiar cada hoja previamente a su cumplimentación. No obstante, y dado que el botón “Limpiar” restablece el formulario en su punto inicial, y con el objetivo de evitar borrados accidentales de la información ya cumplimentada, la persona usuaria debe confirmar que realmente quiere restablecer el formulario desde cero (**Figura 6**).

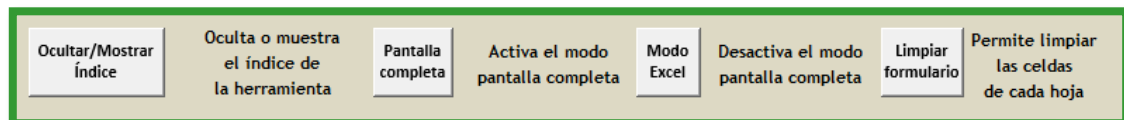


Figura 5: Conjunto de botones disponibles en la calculadora de absorciones *ex ante*.

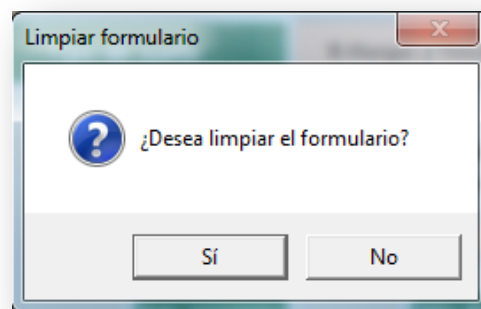


Figura 6: Mensaje previo a la ejecución del código “Limpiar Formulario”.

5.2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO



Esta pestaña se deberá cumplimentar en todos los casos.

Esta hoja recoge los datos generales del proyecto (Figura 7). Para una cumplimentación más sencilla se recomienda hacer uso de los botones disponibles en el orden indicado: **1-Ocultar índice; 2-Limpiar formulario; 3- Pantalla completa; 4- Modo Excel.**

Figura 7: Captura de pantalla de la pestaña “Datos generales del proyecto” de la calculadora de absorciones *ex ante* de CO₂ de la CAPV (biomasa + suelo).

Los datos que se solicitan son los siguientes (los apartados sombreados en gris se autocompletan por la calculadora):

- **Persona promotora del proyecto:** nombre de la persona física o jurídica.
- **C.I.F. / N.I.F** de la persona promotora del proyecto.
- **Nombre del proyecto:** denominación libre para identificar el proyecto.
- **Municipio** donde se localiza el proyecto (lista desplegable).
- **Provincia** (campo autocompletado por la calculadora).
- **Región climática** (campo autocompletado por la calculadora) (ver ANEXO II).
- **Tipo de suelo**⁶: lista desplegable con los tipos de suelo predominantes en la CAPV. Para su selección, se dispone de un enlace a un mapa⁷ donde poder buscar e identificar el tipo de suelo donde se sitúa su parcela. Consultar

⁶ Grupos litológicos implementados en la herramienta: Arenas de grano medio y grueso; Areniscas calcáreas y calcarenitas - Calizas dolomíticas; Margas y limolitas amarillentas; Alternancia de areniscas y lutitas con dominancia de arenas; Coluviales - Aluviales; Alternancia de lutitas y areniscas con dominancia de lutitas; Rocas volcánicas e ígneas; Alternancia de calizas y margas - Margas grises - Ofitas; Alternancia de margas y calizas - Pizarras y grauwacas; Calizas bioclásticas - Calizas urgonianas - Dolomías.

⁷ Se dispone de dos accesos directos para que se pueda consultar el mapa litológico de la CAPV bajo cualquier sistema operativo: (1) <https://goo.gl/pELHB8> , (2) <https://goo.gl/AXvyyY>

- **ANEXO III.**

- **Periodo de permanencia:** periodo (en años) durante el cual la persona promotora se compromete a gestionar el proyecto y a garantizar su continuidad. Tendrá que ser igual o superior a 30 años en los proyectos de forestación, reforestación y de gestión forestal, e igual o superior a 10 años en los demás casos. Además, para la biomasa forestal, en el caso de que el periodo de permanencia sea superior a 50 años, debido a la incertidumbre asociada a periodos tan largos, los cálculos *ex ante* se realizan considerando un horizonte de 50 años. De manera que las cesiones de las absorciones calculadas *ex ante* se limitarán a operaciones realizadas con el máximo de absorciones alcanzadas en 50 años.

- **Tipología de proyecto:** mediante desplegables, se debe seleccionar el uso y manejo actual y futuro. La herramienta permite seleccionar entre los siguientes usos (consultar **Cuadro 1** con relación a la descripción de las categorías de usos de la tierra a considerar):

- | | | |
|---------------------------|--------------------|------------------------|
| A. Cultivo herbáceo anual | B. Cultivo perenne | C. Prados y pastizales |
| D. Terreno forestal | | E. Matorral |

- **Año de inicio del proyecto:** año en que se comienza el proyecto. Si las actuaciones se van a realizar en años distintos, se debe considerar cada año como un proyecto independiente y, por tanto, se deberá aplicar la calculadora a cada uno de los proyectos de manera independiente.

Para cada una de las **parcelas** que forman parte del proyecto se debe cumplimentar la siguiente información:

- **Referencia catastral o de SIGPAC** de la parcela o parcelas donde está ubicado el proyecto. Si el proyecto ocupa varias parcelas, se deben incluir las referencias de todas ellas.
- **Superficie de cada parcela** donde se desarrolla el proyecto, expresada en hectáreas (ha).
- **Superficie del proyecto:** resulta de calcularse el total de la suma de las superficies del proyecto incluidas en cada parcela. En caso de que la suma de las superficies de las parcelas supere a la total del proyecto, la celda se tornará de color rojo (indicando el error).

Finalmente, en función del tipo de proyecto (consultar las tipologías de proyecto en el **ANEXO I**), se indican las hojas a cumplimentar (ver la **Figura 8**):

- **Para proyectos con uso forestal futuro**, se debe cumplimentar la pestaña "*Biomasa forestal futura*" para el cálculo de las absorciones en la biomasa aérea. Posteriormente deberá cumplimentarse la pestaña "*Suelo*" para el cálculo de las absorciones en el suelo.
- **Para el resto de las tipologías de proyectos futuros**, se deberá cumplimentar únicamente la pestaña "*Suelo*".

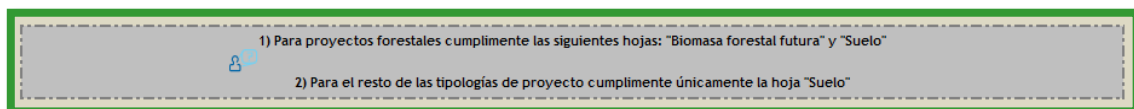


Figura 8: Vías de trabajo indicadas por la calculadora: para proyectos forestales y para el resto de las tipologías.

Nota: Barra de progreso: la calculadora, como apoyo al proceso de cumplimentación de los datos, ofrece el porcentaje de avance a medida que la persona usuaria cumplimenta las celdas, no debiendo pasar a la siguiente pestaña hasta alcanzarse el 100 % de avance.

5.3 BIOMASA FORESTAL FUTURA



Esta pestaña solamente debe cumplimentarse en caso de tratarse de un proyecto forestal (para el resto de las tipologías de proyecto solo deberá cumplimentarse la pestaña “Suelo”)

La metodología de cálculo de las absorciones de la “*Biomasa forestal futura*” se basa en la de la “*Calculadora de absorciones ex ante de CO₂ de las especies forestales arbóreas españolas*”⁸ del MITERD.

Para una cumplimentación más sencilla se recomienda hacer uso de los botones disponibles en el orden indicado: **1-Ocultar índice; 2-Limpiar formulario; 3- Pantalla completa; 4- Modo Excel.**

Se deberá seleccionar una de las dos opciones, en función del tipo de gestión realizada (**Figura 9**):

- Cuando el fin de la repoblación no sea productivo o el turno de corta previsto sea superior al periodo de permanencia, se escogerá la **OPCIÓN A: Repoblaciones sin aprovechamiento maderero o de aprovechamiento no intensivo**. (Nota: el botón “Confirmar Opción A”, permite agrupar y desagrupar la opción A).
- Cuando se trate de repoblaciones de aprovechamiento intensivo cuyo turno de corta sea inferior al periodo de permanencia, se escogerá la **OPCIÓN B: Repoblaciones de aprovechamiento intensivo, cortas a hecho**. (Nota: el botón “Confirmar Opción B”, permite agrupar y desagrupar la opción B).

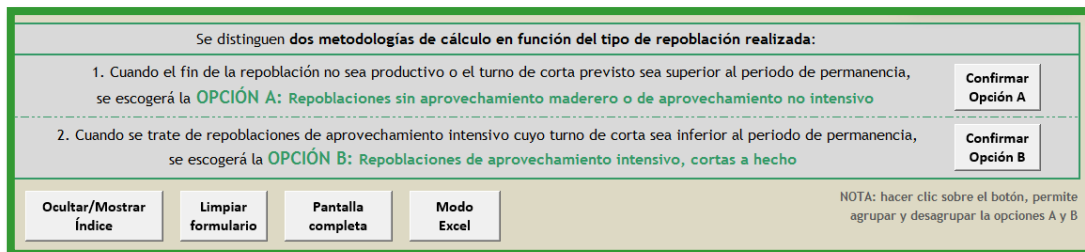


Figura 9: Metodologías de cálculo en función de tipo de repoblación realizada en el proyecto: OPCIÓN A: sin aprovechamiento maderero o de aprovechamiento no intensivo; OPCIÓN B: de aprovechamiento intensivo, cortas a hecho.

Se detallan seguidamente las diferencias, en términos de cumplimentación, en función del tipo de repoblación seleccionada, esto es, Opción A o B.

- **Opción A:** mediante un desplegable (con función autocompletar), se selecciona la especie a plantar e introduce el número de pies objetivo. La herramienta toma el periodo de permanencia del proyecto, la superficie y el año de plantación a partir de los datos previamente incluidos en la hoja “**Datos generales del proyecto**”. Con todos esos datos, junto con las absorciones unitarias de CO₂ por especie, la calculadora estima las absorciones totales (t CO₂) y por hectárea (t CO₂/ha).

⁸ **Proyectos de absorción de CO₂, herramienta disponible:**
<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>

- Opción B:** mediante un desplegable (con función autocompletar), la persona usuaria selecciona la especie a plantar e introduce el turno de corta (años), la superficie de plantación y el número de pies objetivo. La herramienta toma el periodo de permanencia del proyecto, la superficie y el año de plantación a partir de los datos previamente incluidos en la hoja **“Datos generales del proyecto”**. Con todos esos datos, junto con las absorciones unitarias de CO₂ por especie, la calculadora estima las absorciones totales (t CO₂) y por hectárea (t CO₂/ha). (**Nota:** la suma de todas las superficies de plantación no debe superar a la superficie total de plantación del proyecto; en caso de superarse, la herramienta indica el error mostrando la celda que muestra las superficies parciales de color rojo).

Finalmente, la calculadora refleja las **“absorciones estimadas que generará el proyecto durante el periodo de permanencia”** a partir de los datos facilitados (**Figura 10**).

Importante: se debe escoger una única opción. No obstante, y en caso de que se cumplimenten por error ambas opciones, la calculadora alertará del mismo con un color de fondo rojo en la celda que refleja las **“absorciones estimadas que generará el proyecto durante el periodo de permanencia”**.

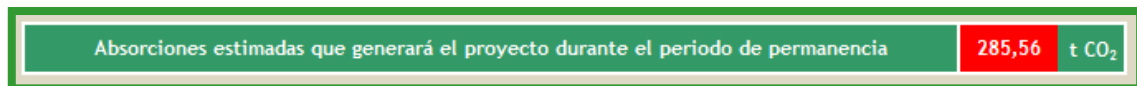


Figura 10: Estima de las absorciones estimadas que generará el proyecto durante el periodo de permanencia. La calculadora alerta del error al haberse cumplimentado ambas opciones de proyecto.

5.4 SUELO

Contenido e instrucciones | Datos generales proyecto | Biomasa forestal futura | **Suelo** | Resultados CO2 | Registro IHOBE-MITECO | Factores de absorción

Esta pestaña se deberá cumplimentar en todos los casos

Se recomienda hacer uso de los botones disponibles en el orden indicado: **1-Ocultar índice; 2-Limpiar formulario; 3- Pantalla completa; 4- Modo Excel.**

BLOQUE 1 (Figura 11): “desde el uso y manejo actual” y “hacia el uso y manejo futuro”. Para ambos apartados, la calculadora toma datos incluidos en las hojas previas (se muestran con formato de fondo gris), como son: el uso del suelo, la región climática y el tipo de suelo.

Los datos para cumplimentar son (celdas en amarillo):

- **Manejo del suelo** (desplegable con autocompletado)
- **Insumos** (desplegable con autocompletado)

Con el fin de facilitar la elección del manejo del suelo e insumos actual y futuro, en la **Figura 36** del

ANEXO XI se incluye un árbol de decisión de fácil comprensión.

	Desde el uso y manejo actual	Hacia el uso y manejo futuro
Uso del suelo	Terreno_Forestal	Terreno_Forestal
Especie forestal dominante/Cultivo	Pinus pinaster ssp. atlantica Zona Norte interior	Quercus ilex
Región climática	Templada cálida, húmeda	Templada cálida, húmeda
Tipo de suelo	5-Areniscas calcáreas y calcarenitas. Calizas dolomíticas	5-Areniscas calcáreas y calcarenitas. Calizas dolomíticas
Manejo del suelo	Con_skidder_buldozer	Con_cable_manual
Insumos	No_aplicable	No_aplicable

Figura 11: Captura de pantalla de la hoja “suelo”, donde se refleja el primer bloque de información que debe cumplimentar la persona usuaria, en términos de uso y manejo actual y futuro del proyecto.

BLOQUE 2 (Figura 12): Biomasa aérea forestal previa al inicio del proyecto. Solo para “Proyectos forestales”, se deben incluir los siguientes datos (el resto de los datos de las celdas con fondo gris se calculan de forma automática a partir de la especie forestal seleccionada):

- **Producción total del bosque actual (m³/ha).** Se debe indicar el volumen de biomasa (m³/ha) que se va a extraer. La biomasa fustal previa al inicio del proyecto proporcionada por la persona usuaria es convertida en biomasa aérea (t C/ha) por medio de la Ecuación En el
- **ANEXO VIII** se indica la ecuación (**Ecuación 7**), así como los datos utilizados para la transformación del volumen fustal en absorción de carbono de la biomasa aérea (**Tabla 7**) y la agrupación de especies que se ha realizado en el marco de la calculadora (**Tabla 8**).
- **Productos de la madera con vida útil superior a 30 años (m³/ha).** De la biomasa aérea presente actualmente, se deberá indicar cuánta se destina a la fabricación de productos de la madera de larga vida (vida > 30 años) y solamente éstos serán contabilizados a efectos del proyecto de absorción de CO₂, como parte de las absorciones alcanzadas mediante el proyecto; el resto del carbono fijado en la biomasa aérea actual (C_{VEGA}) no será contabilizado, si bien es calculado y visualizado por la persona usuaria (**ver Anexo V**).

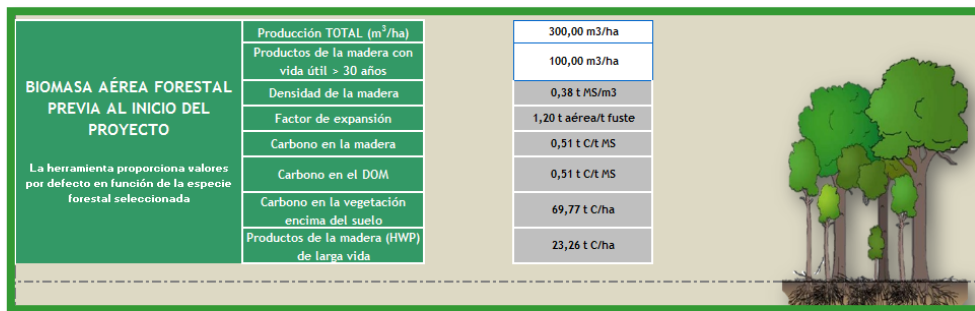


Figura 12: Captura de pantalla de la hoja “Suelo”, donde se refleja el segundo bloque de información que debe cumplimentar la persona usuaria, en proyectos forestales (desde el uso y manejo actual).

BLOQUE 3 (Figura 13): Suelos agrícolas, pascícolas y forestales. Para todo tipo de proyectos, en este bloque se calcula el carbono absorbido por el suelo, así como por la vegetación en suelos agrícolas y pascícolas. Para ello, se recomienda disponer de los siguientes resultados de analíticas de los primeros 30 cm del suelo de la parcela del proyecto:

- **Contenido en carbono orgánico (C %) del suelo.** En el caso de disponerse el análisis del suelo en unidades de materia orgánica (%), se debe convertir a carbono orgánico (%) dividiéndolo por 1,724 (la materia orgánica del suelo contiene un 58 % de carbono aproximadamente, por lo que $1/0,58 = 1,724$)
- **Densidad aparente (g/cm³) del suelo.**

En caso de no disponer de estos datos, en la pestaña “**8-Cartografía de apoyo**” se facilita un enlace a cartografía sobre el stock de carbono (SOC, T C/ha) para estimar el contenido en carbono de la parcela.

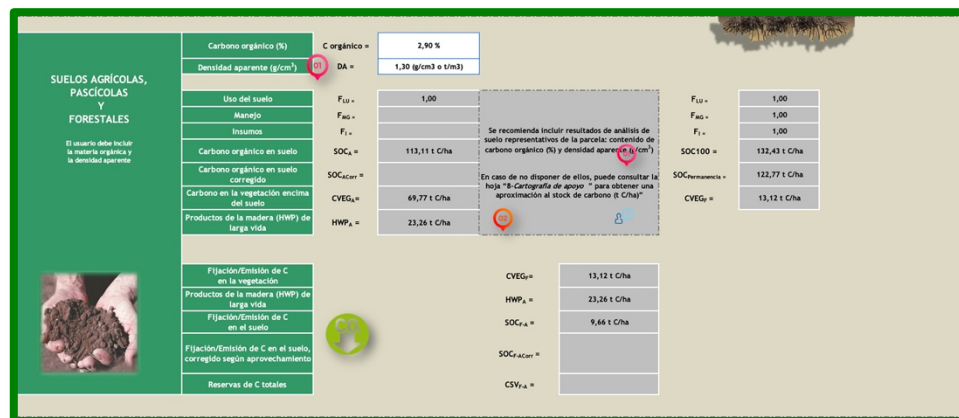


Figura 13: Captura de pantalla de la hoja “Suelo”, donde se refleja el tercer bloque de información que debe cumplimentar la persona usuaria, para todos los proyectos.

Con los datos facilitados, la herramienta calcula diferentes factores y resultados parciales en base a ecuaciones, orientaciones y tablas de valores (ver **Anexo IV a XIII**). En la siguiente tabla se definen los principales índices y factores que se calculan en la herramienta, indicando los anexos de referencia en los que consultar las ecuaciones de cálculo e información adicional:

Tabla 1: Resumen de los principales índices y factores que se calculan en la herramienta, mostrándose su definición e indicándose los anexos de referencia en los que poder consultar la metodología de cálculo.

Índice/Factor	Definición	Forestal	Cultivo/Pastos
SOC_A	Carbono orgánico en el suelo previamente al inicio del proyecto (en los primeros 30 cm del suelo)	Anexo IV	
SOC_{Acorr}	Carbono orgánico en suelo actual corregido dependiendo del aprovechamiento forestal esperado	Anexo VI	No aplica
F_{LU}	Factor de uso del suelo ("land use") que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con el tipo de uso del suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.	No aplica	Anexo XI Anexo XII
F_{MG}	Factor de las técnicas de cultivo ("management") que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con la práctica de cultivo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia	Anexo VI	
F_I	Factor de insumo ("inputs") que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con varios niveles de insumo de carbono en suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia	No aplica	
$CVEG_A$	Carbono en la vegetación aérea previamente al inicio del proyecto	Anexo VIII	Anexo XIII
SOC_F	Carbono orgánico en el suelo esperado al final del periodo de permanencia de proyecto	Anexo VII	Anexo X
$CVEG_F$	Carbono en la vegetación aérea esperada al final del periodo de permanencia del proyecto	Anexo IX	Anexo XIII
CSV	Reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso de la tierra, incluyendo tanto el suelo como la vegetación	Anexo V	

En el apartado "[Aplicación a casos prácticos](#)" se presentan algunos ejemplos que facilitan la comprensión de los datos solicitados, su cumplimentación y la interpretación de los resultados obtenidos.

NOTA METODOLÓGICA

- Para la estima de las emisiones/absorciones en suelos debidas a las prácticas agrícolas en tierras de cultivo, tanto herbáceos como perennes, la calculadora se basa en las orientaciones sobre manejo e insumos (F_{LU} , F_{MG} , F_I) definidos por el IPCC (IPCC, 2019).
- En el caso de tratarse de un cultivo perenne, y como apoyo metodológico a las directrices del IPCC, la calculadora se apoya, a su vez, en las prácticas de gestión para cultivos perennes contemplados en la *Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España* (ESYRCE); (consultar
- **ANEXO XI, Tabla 12).**
- Los valores propuestos por el IPCC (IPCC, 2019) para los factores F_{LU} , F_{MG} y F_I se diferencian por zonas climáticas conforme a criterios de temperatura media anual, precipitación media anual y evapotranspiración potencial media anual. En el
- **ANEXO II** se expone tanto el modelo de clasificación para las regiones climáticas definidas por el IPCC, como la clasificación climática de cada uno de los municipios de la CAPV (
- **Tabla 2,**
- **Tabla 3, Tabla 4).**
- Para el cálculo del SOC_F la calculadora se basa en la **Ecuación 8 (ANEXO X)**, es decir, en la ratio entre factores futuros y actuales, obteniendo un valor final de 35,83 t C/ha. Posteriormente, calcula el cambio en el stock de carbono orgánico entre el suelo del futuro y el suelo actual ($SOC_F - SOC_A = 13,21$ t C/ha).

5.5. RESULTADOS CO₂

1. Contenido e instrucciones | 2. Datos generales proyecto | 3. Biomasa forestal futura | 4. Absorciones-Suelo | 5. Resultados CO₂

Esta hoja no requiere de cumplimentación, tan solo recoge los resultados de la calculadora

Se recomienda hacer uso de los botones disponibles en el orden indicado: **1-Ocultar índice; 2-Limpiar formulario; 3- Pantalla completa; 4- Modo Excel.** Los resultados se presentan en tres bloques (**Figura 14**):

CALCULADORA DE ABSORCIONES EX ANTE DE CO₂ DE LA CAPV (BIOMASA Y SUELO)
5. RESULTADOS CO₂ - ABSORCIONES FUTURAS DISPONIBLES PARA COMPENSACIÓN EX ANTE

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Promotor del proyecto: ihobe | C.I.F. / N.I.F.: 12345678-Z | Nombre del proyecto: ihobe

Provincia: ARABA | Municipio: Alegria-Dulantzi

Tipología de proyecto: Actual Cultivos_anuales Futuro Cultivos_anuales

2. CALCULO DE LAS RESERVAS DE CARBONO

	Desde el uso y manejo actual	Hacia el uso y manejo futuro
Reservas de C en la vegetación	CVEG _A = 51,70 t CO ₂	CVEG _F = 51,70 t CO ₂
Productos de la madera (HWP) de larga vida		HWP _A = 0,00 t CO ₂
Reservas de C en el suelo	SOC _A = 248,84 t CO ₂	SOC _F = 394,16 t CO ₂
C descontado de las Reservas de C en el suelo		0,00 t CO ₂
Reservas totales (Biomasa aérea + Suelo)	300,54 t CO₂	445,86 t CO₂

3. Absorciones futuras estimadas y disponibles para compensar ex ante

Absorciones al final de periodo de permanencia	t CO ₂
Absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia	145
Absorciones futuras disponibles para compensar ex ante = cantidad equivalente al 30 %	29
Absorciones cedidas a la BOLSA DE GARANTIA = cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles	3

Figura 14: Captura de pantalla de la hoja “Resultados CO₂” desde donde la persona usuaria obtiene un resumen pormenorizado de los resultados de absorción asociados a su proyecto.

BLOQUE 1. Datos generales del proyecto: recoge un resumen de los principales datos del proyecto facilitados por la persona usuaria.

BLOQUE 2. Cálculo de las reservas de carbono. En este bloque se resumen los resultados más significativos del proyecto:

- Situación antes de iniciar la actuación:
 - Reservas de carbono existentes en la vegetación (CVEG_A)
 - Reservas de carbono existentes en el suelo (SOC_A)
 - Reservas totales de carbono existentes antes de realizar la actuación (CVEG_A+SOC_A)
- Situación al finalizar el periodo de permanencia del proyecto
 - Reservas de carbono esperadas en la vegetación (CVEG_F)
 - Reservas de carbono esperadas en los productos de madera de larga vida (HWP_A)⁹
 - Reservas de carbono esperadas en el suelo (SOC_F)
 - Carbono descontado de las Reservas de carbono en el suelo¹⁰
 - Reservas totales de carbono esperadas al finalizar el periodo de permanencia.

⁹ Los productos de la madera de larga vida, si bien se producen en el momento previo al inicio del proyecto, se contabilizan como absorciones derivadas del proyecto al final del periodo de permanencia.

¹⁰ Diferencia entre SOC_A y SOC_{ACorr} que indica las pérdidas de carbono ocasionadas por el tipo de gestión realizada.

BLOQUE 3. Absorciones futuras estimadas y disponibles para compensar *ex ante*: en este apartado se indican los resultados del cálculo de las absorciones futuras disponibles para compensar *ex ante* (20% del total de las absorciones) así como de las que se cederían a la bolsa de garantía (10% de las absorciones disponibles).

5.6. RESUMEN DE ABSORCIONES SUSCEPTIBLES DE INSCRIPCIÓN EN INICIATIVAS DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES

3. Biomasa forestal futura || 4. Absorciones-Suelo || 5. Resultados CO₂ || 6.Registro-MITECO-Ihobe

Esta pestaña ofrece, a modo informativo, los resultados sobre las absorciones que podrían ser objeto de inscripción en iniciativas de compensación

Los datos ofrecidos son, por un lado, las absorciones disponibles por **biomasa aérea de proyectos forestales** (que podrían ser inscritos en el Registro del MITECO), y por otro las absorciones disponibles en total por la **biomasa aérea y el suelo de todo tipo de proyectos** (**Figura 15**). De esta manera, se puede observar la importancia del suelo como sumidero de carbono y su potencial para los proyectos de absorción de CO₂.

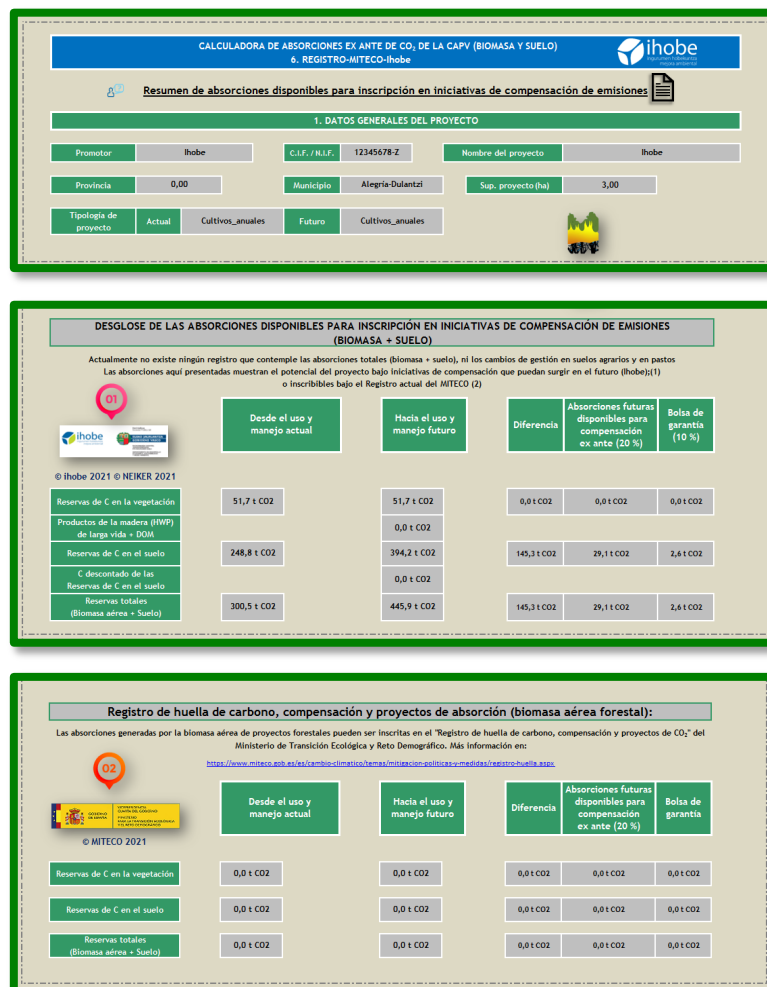
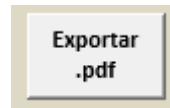


Figura 15: Captura de pantalla de la hoja "Resultados CO₂" desde donde la persona usuaria obtiene un resumen pormenorizado de los resultados de absorción asociados a su proyecto.

En todo caso, cabe recordar que para poder **inscribir un proyecto en el Registro de huella, compensación y proyectos de absorción de CO₂**¹¹, se deberá emplear la [Calculadora de absorciones de CO2 ex ante de las especies forestales arbóreas españolas](#) del MITERD, además de cumplir el resto de requisitos del Real Decreto 163/2014¹².

En la presente hoja se ha añadido el botón “**Exportar.pdf**”, para proporcionar la posibilidad de imprimir los datos globales del proyecto en formato PDF como complemento al archivo Excel de la calculadora.



¹¹ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/inscripcion-registro.aspx>

¹² https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-3379

5.7. FACTORES DE ABSORCIÓN

4. Absorciones-Suelo | 5. Resultados CO2 | 6.Registro-MITECO-Ihobe | 7. Anexo-Factores de absorción

En esta hoja se presentan los factores de absorción de las especies forestales españolas tomadas de la calculadora del MITECO. Se pueden consultar en el **ANEXO IX, Tabla 9 y Figura 35.**

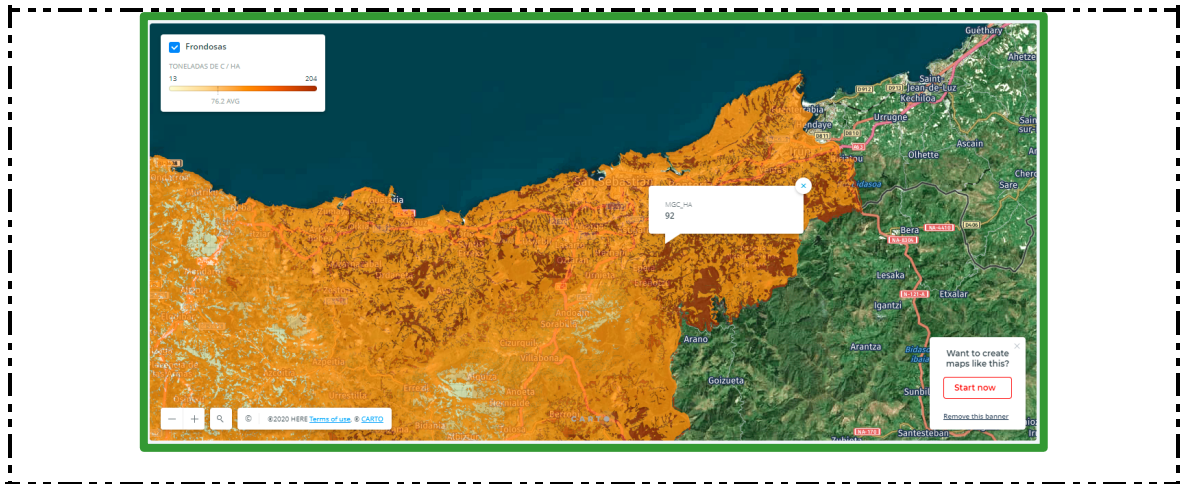
5.8. CARTOGRAFÍA DE APOYO

5. Resultados CO2 | 6.Registro-MITECO-Ihobe | 7. Anexo-Factores de absorción | 8.Cartografía de apoyo

En esta hoja se puede consultar la cartografía resultante de la publicación [“Sumideros de carbono de la CAPV: capacidad de secuestro y medidas para su promoción”](#) donde se recogen las estimaciones de existencias de carbono orgánico en suelo en función del uso del suelo.

Uso actual	Enlaces
Terreno_forestal	https://goo.gl/4Tyr5tF
Cultivos_anuales	https://goo.gl/vt5Q8B
Cultivos_perennes	https://goo.gl/vt5Q8B
Coníferas	https://goo.gl/4U97VW
Frondosas	https://goo.gl/8Nv6CF
Praderas	https://goo.gl/8tziD5
Prados_pastizales	https://goo.gl/8tziD5
Matorral	https://goo.gl/8tziD5
Suelo (mapa litológico)	https://goo.gl/rE1H88

La persona usuaria deberá seleccionar uno de los mapas según el uso actual (antes de realizar el proyecto de absorción) y hacer clic sobre la ubicación de la parcela objeto de estudio. El resultado, en toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) aparece en una ventana emergente.



6. APLICACIÓN A CASOS PRÁCTICOS

Se muestran a continuación una serie de ejemplos prácticos que permiten a la persona usuaria familiarizarse con el uso de la calculadora. En concreto, se analizan los siguientes casos:

- [Cambios en la gestión de tierras de cultivo: mejoras procedentes del manejo y/o insumos.](#)
- [Cambios en la gestión de tierras de cultivo: paso de cultivo herbáceo a cultivo perenne.](#)
- [Cambios en la gestión forestal: mejoras procedentes del manejo y/o insumos.](#)

Para cada uno de los casos, se explica qué pestañas/hojas se deben cumplimentar y qué datos son necesarios, informándose sobre los anexos y tablas en los que se puede consultar más información sobre las ecuaciones, factores de conversión, etc. Además, se facilita la interpretación de los resultados, y se informa sobre en qué tipo de registro de iniciativas de compensación podría inscribirse el proyecto.

6.1 CAMBIOS EN LA GESTIÓN DE TIERRAS DE CULTIVO: MEJORAS PROCEDENTES DEL MANEJO Y/O INSUMOS

CASO PRÁCTICO:

Actualmente, se dispone de una parcela de **cultivos anuales** de **tres hectáreas**, situada en el municipio de **Alegría-Dulantzi (Araba)**, con un tipo de **suelo de arenas de grano medio y grueso**, donde se realiza el **manejo del suelo mediante labranza completa** y un **aporte de insumos medios**.

En el **futuro**, el manejo del cultivo será **sin labranza** y con unos **insumos altos** con **aportes de estiércol**. El año de inicio del proyecto en **2016**, con un **periodo de permanencia de 20 años**.

Materia orgánica (MO) = 1 % y **Densidad aparente (DA) = 1.30 g/cm³**

A) CUMPLIMENTACIÓN DE LOS DATOS

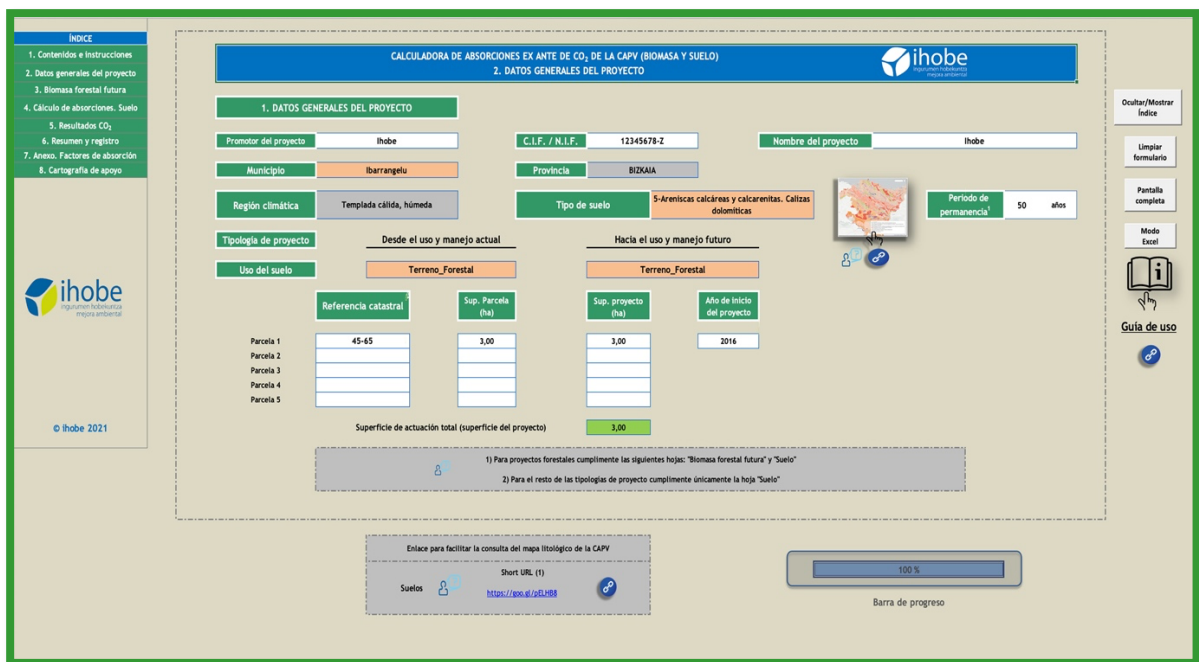
Al tratarse de un proyecto de absorción en el que se analizan las mejoras procedentes del manejo y/o del aporte de insumos en una parcela agrícola, las pestañas a cumplimentar son:

- “**Datos generales del proyecto**”, y

- “Absorciones-Suelo”

➤ “Datos generales del proyecto”

En primer lugar, se debe cumplimentar la pestaña de los datos generales del proyecto, tal y como se recoge en la **Figura 16**:



CALCULADORA DE ABSORCIONES EX ANTE DE CO₂ DE LA CAPV (BIOMASA Y SUELO)
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Promotor del proyecto: ihobe
C.I.F. / N.I.F.: 12345678-2
Nombre del proyecto: ihobe

Municipio: Ibarangelu
Provincia: BIZKAIA

Región climática: Templada cálida, húmeda
Tipo de suelo: S-Areniscas calcáreas y calcarenitas. Calizas dolomíticas

Periodo de permanencia: 50 años

Tipología de proyecto: Desde el uso y manejo actual
Uso del suelo: Terreno_Forestal

Referencia catastral	Sup. Parcela (ha)	Sup. proyecto (ha)	Año de inicio del proyecto
Parcela 1: 45-65	3,00	3,00	2016
Parcela 2			
Parcela 3			
Parcela 4			
Parcela 5			

Superficie de actuación total (superficie del proyecto): 3,00

1) Para proyectos forestales cumplimenten las siguientes hojas: "Biomasa forestal futura" y "Suelo"
2) Para el resto de las tipologías de proyecto cumplimenten únicamente la hoja "Suelo"

Enlace para facilitar la consulta del mapa litológico de la CAPV
Short URL (1): <https://goo.gl/2SLH88>

Barra de progreso: 100%

Figura 16: Datos generales del proyecto que deben cumplimentarse: promotor y nombre del proyecto, C.I.F/N.I.F., municipio (Alegría-Dulantzi), tipo de suelo, periodo de permanencia (20 años), tipología del proyecto (desde el uso y manejo actual hacia el futuro), referencias catastrales, superficie de las parcelas (3 ha) y del proyecto (3 ha), y año de inicio del proyecto (2016).

➤ “Suelos”

Continuando con el ejemplo propuesto, en la pestaña “suelos” se deben **cumplimentar el primer y tercer bloque** (el segundo bloque hace referencia a los proyectos forestales, por lo que en este caso no aplicaría).

- **Bloque 1:**

Tal y como se especifica en el **apartado 5.4.** de la presente Guía, en los casos del **manejo del suelo** y en el de los **insumos**, la herramienta conforma los desplegables que proporciona a la persona usuaria en función de la tipología del proyecto seleccionada. Con el fin de facilitar a la persona usuaria la elección del manejo del suelo e insumos, se han resumido en un árbol de decisión (consultar

ANEXO XI, Figura 36)¹³. En el caso de tratarse de un cultivo perenne, y como apoyo metodológico a las directrices del IPCC, la calculadora se apoya, a su vez, en las prácticas de gestión para cultivos perennes contemplados en la *Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE)*; (consultar **ANEXO XI, Tabla 12**).

Según el ejemplo propuesto, la persona usuaria debería seleccionar **“Cultivo herbáceo anual”** en primer lugar, para posteriormente seleccionar **“Labranza Completa”** e **“Insumos medios”** para el uso y manejo actual, y **“Sin Labranza”** y **“Altos con estiércol”** para el uso y manejo futuro, respectivamente. A partir de las selecciones realizadas, y en función de la zonificación climática municipal establecida internamente, la calculadora estima los valores correspondientes para los factores F_{LU} , F_{MG} y F_I (véase **Figura 18**).

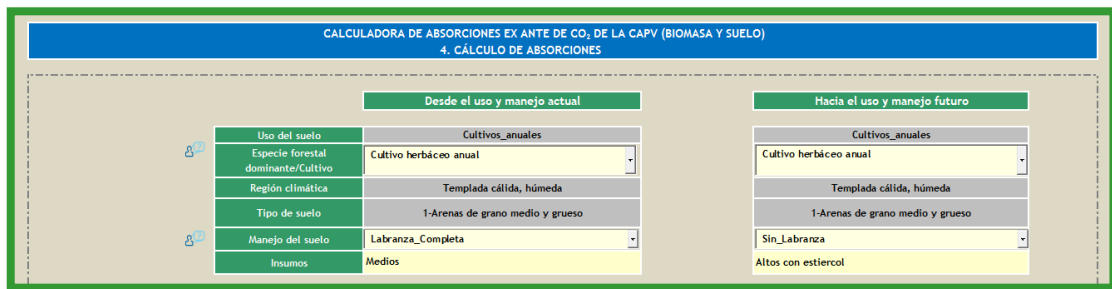


Figura 17: Captura de pantalla para el caso: cultivos anuales, labranza completa e insumos medios desde el uso y manejo actual, hacia un manejo del suelo sin labranza e insumos altos con estiércol en el futuro.

- **Bloque 3**

En el tercer bloque (suelo agrícola y forestal), se deben incluir las analíticas del suelo de la parcela, en términos de carbono orgánico (%) y de densidad aparente (g/cm^3). Así, la persona usuaria incluye las analíticas de los primeros 30 cm del suelo de la parcela del proyecto, **Materia orgánica (MO) = 1 % y Densidad aparente (DA) = 1.30 g/cm^3** .



Tal y como se indica en la calculadora, en caso de disponerse del análisis del suelo en unidades de materia orgánica (%), la persona usuaria debe convertirla a carbono (%) dividiéndola entre 1,724, ya que la materia orgánica del suelo contiene un 58 % de carbono aproximadamente ($1/0,58 = 1,724$).



En caso de no disponer de analíticas de suelo de las parcelas, puede consultarse la hoja **“8-Cartografía de apoyo”** para obtener una aproximación al stock de carbono (T C/ha)” basándose en la publicación **“[Sumideros de carbono de la CAPV: capacidad de secuestro y medidas para su promoción](#)”**

¹³ Para la estima de las emisiones/absorciones en suelos debidas a las prácticas agrícolas en tierras de cultivo, tanto herbáceos como perennes, la herramienta emplea unos factores que se basan en las orientaciones sobre manejo e insumos definidos por el IPCC (IPCC, 2019). Los factores F_{LU} , F_{MG} , F_I se diferencian por zonas climáticas conforme a criterios de temperatura media anual, precipitación media anual y evapotranspiración potencial. En el

ANEXO II se expone tanto el modelo de clasificación para las regiones climáticas definidas por el IPCC, como la clasificación climática de cada uno de los municipios de la CAPV (**Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4**).

F_{LU} = el factor de uso del suelo (“land use”) que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con el tipo de uso del suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia.

F_{MG} = el factor de la gestión del cultivo (“management”) que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con las prácticas de manejo del cultivo en comparación con el carbono orgánico con una gestión de referencia.

F_I = el factor de insumo (“input”) que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con varios niveles de aportes de carbono en suelo en comparación con aportes de referencia de carbono orgánico al suelo.

Partiendo de estas analíticas, la herramienta estima el carbono orgánico en el suelo actual (SOC_A), en toneladas de carbono por hectárea (metodología de cálculo en el **ANEXO IV – Ecuación 1**). En el presente ejemplo, al introducir las analíticas, la herramienta estima un SOC_A de 22.62 t C/ha en los primeros 30 cm del suelo (**Figura 18**). Estima, a su vez, la reserva de carbono actual en la biomasa de los cultivos por encima del suelo ($CVGA = 4,70$ t C/ha); (consultar metodología en **ANEXO XIII**). Para el cálculo del SOC_F (SOC_{20} al tratarse de un terreno de cultivo), la calculadora se basa en la **Ecuación 8 (ANEXO X)**, es decir, en la ratio entre factores futuros y actuales, obteniendo un valor final de 35,83 t C/ha. Posteriormente, calcula el cambio en el stock de carbono orgánico entre el suelo del futuro y el actual ($SOC_F - SOC_{A_{corr}} = 13,21$ t C/ha). Finalmente, la calculadora estima unas reservas de carbono totales de 17,91 t C/ha.

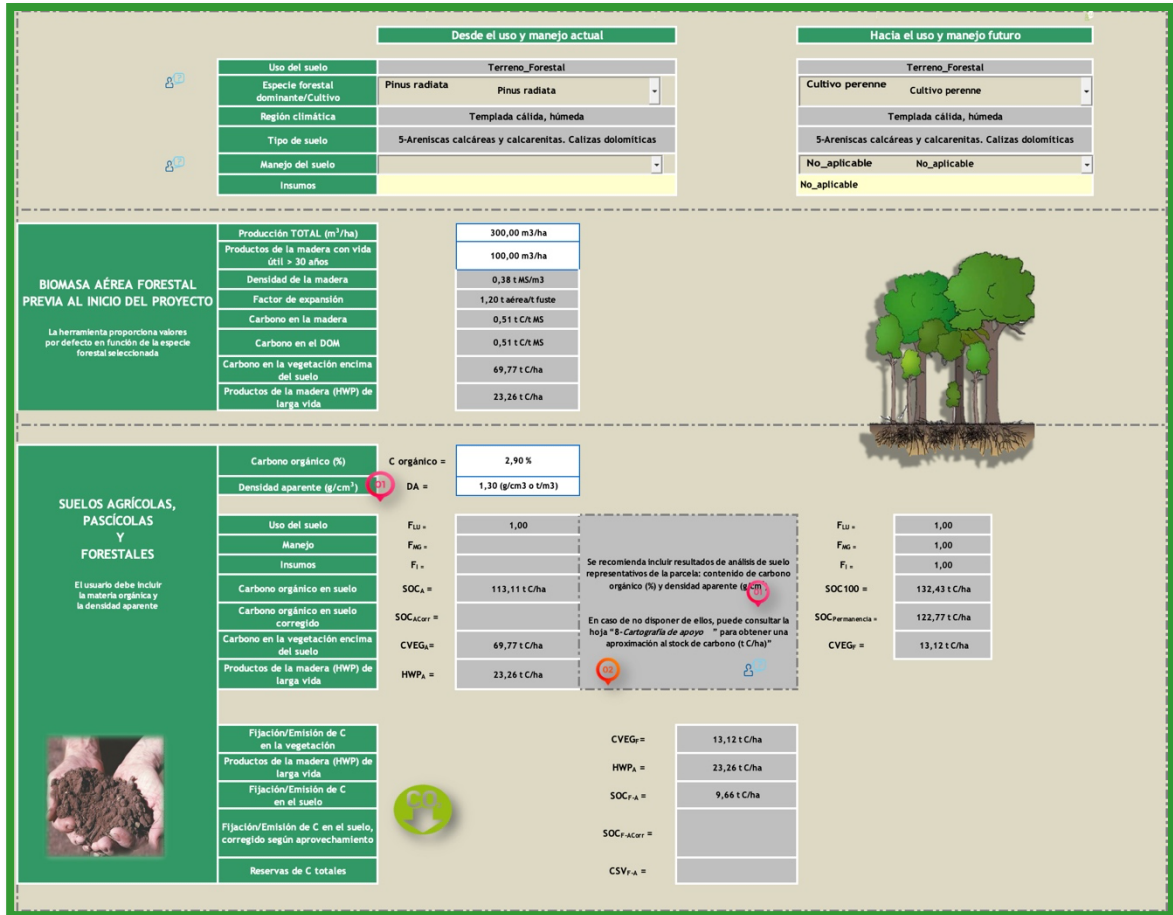


Figura 18: Captura de pantalla para el caso: cambio en la gestión del cultivo, sin cambio en el uso del suelo. Con los valores incluidos (C = 0,58 %, y DA = 1,3 g/cm³), se obtiene un SOC_A de 22,62 t C/ha y un CVEG_A de 4,70 t C/ha. Se estima una fijación de carbono en el suelo de 13,21 t C/ha y unas reservas de carbono totales de 17,91 t C/ha.

B) RESULTADOS

➤ “Resultados CO₂”

En esta pestaña (Figura 19) se presentan, a modo resumen, los principales resultados del proyecto. Así, en un **primer bloque** se recogen los datos generales del proyecto. En un **segundo bloque** se presentan los cálculos de las reservas de carbono. En este caso, las reservas totales de carbono al finalizar el periodo de permanencia se han cuantificado en 445,86 t CO₂, mientras que en la situación actual se estiman en 300,54 t CO₂. Esto significa que las absorciones totales al finalizar el periodo de permanencia serán de 145 toneladas de CO₂. Hay que recalcar que, al tratarse de un proyecto no forestal la celda HWP (Harvested Wood Products) es igual a cero.

En el **tercer** y último **bloque**, se recogen las absorciones futuras estimadas y disponibles para compensar *ex ante*: de este modo, de las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia (145 t CO₂), 29 toneladas estarían disponibles para compensar *ex ante* (cantidad equivalente al 20 %), y 3 toneladas deberían ser cedidas a la bolsa de garantía (cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles).

➤ “Absorciones-Suelo”

Para el ejemplo propuesto, en esta pestaña se deben cumplimentar el primer y tercer bloque (el segundo bloque hace referencia a los proyectos forestales, por lo que en este caso no aplicaría).

- **Bloque 1**

En este bloque, se deben cumplimentar los apartados “**manejo del suelo**” e “**insumos**”. Para ello, y tal y como se ha explicado en el ejemplo anterior, la persona usuaria dispone de toda la información necesaria en el

ANEXO XI, tal y como se especifica en el [apartado 5.4](#) de la presente guía.

Continuando con el ejemplo propuesto, en este caso se seleccionan “**labranza completa**” e “**insumos medios**” para el uso y manejo actual, y labranza completa e insumos bajos para el futuro. A partir de las selecciones realizadas por la persona usuaria, la herramienta proporciona valores para los factores F_{LU} , F_{MG} y F_I para los usos y manejos actual y futuro (véase

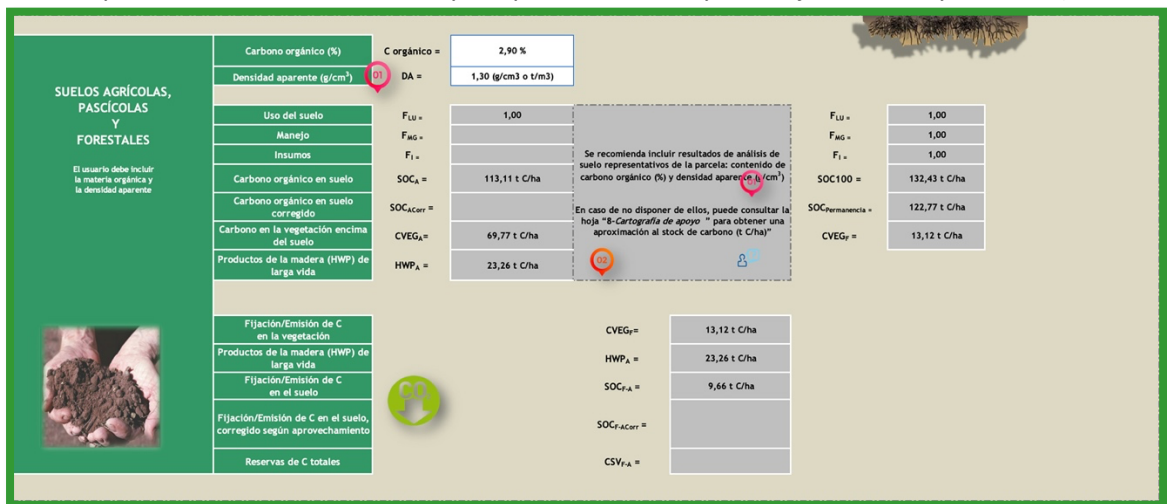


Figura 23).

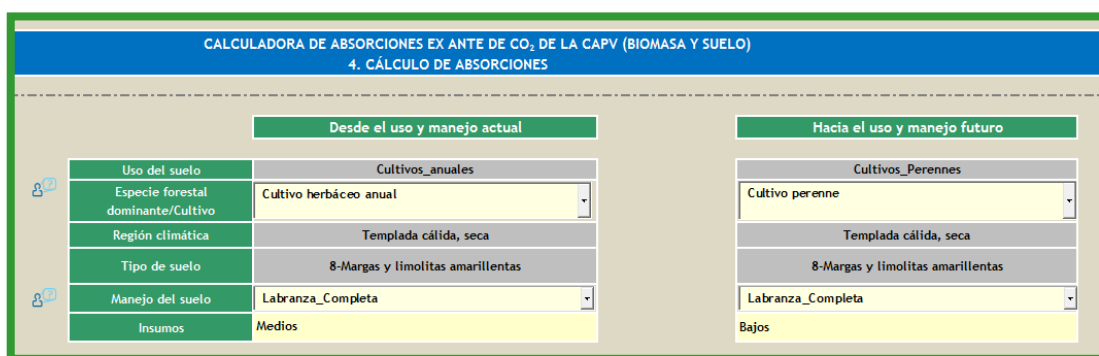


Figura 22: Captura de pantalla para el caso: cambio en el cultivo y en el manejo actuales (cultivo anual con labranza completa e insumos medios), hacia un cultivo perenne (viñedo con labranza completa e insumos bajos).

- **Bloque 3**

En el ejemplo que nos ocupa, la persona usuaria proporciona a la calculadora las analíticas del suelo: **Materia orgánica (MO) = 1,2 %** y **Densidad aparente (DA) = 1,35 g/cm³**. Estas analíticas

permiten a la herramienta el cálculo del carbono orgánico en el suelo actual (SOC_A), en toneladas de carbono por hectárea, en los primeros 30 cm del suelo (metodología de cálculo en

ANEXO IV – Ecuación 1).

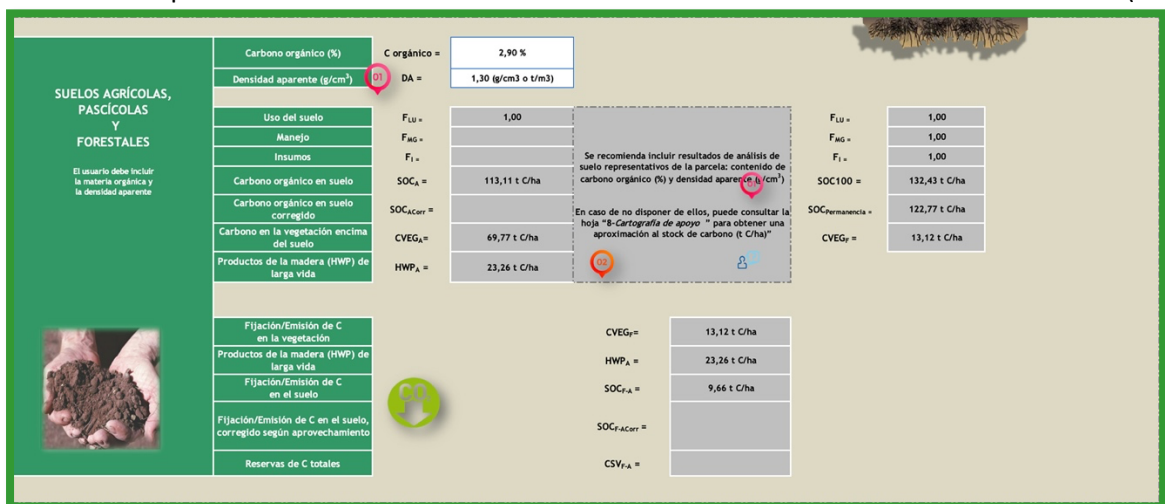
01

Tal y como se indica en la calculadora, en caso de disponerse del análisis del suelo en unidades de materia orgánica (%), la persona usuaria debe convertirlo a carbono (%) dividiéndola entre 1,724, ya que la materia orgánica del suelo contiene un 58 % de carbono aproximadamente ($1/0,58 = 1,724$).

02

En caso de no disponer de analíticas de suelo de las parcelas, puede consultarse la hoja ["8-Cartografía de apoyo"](#) para obtener una aproximación al stock de carbono (T C/ha)" basándose en la publicación ["Sumideros de carbono de la CAPV: capacidad de secuestro y medidas para su promoción"](#)

Al introducir los resultados de las analíticas, la herramienta calcula un SOC_A de 28,19 t C/ha en los primeros 30 cm del suelo (



Variable	Valor
Carbono orgánico (%)	C orgánico = 2,90 %
Densidad aparente (g/cm³)	DA = 1,30 (g/cm3 o t/m3)
Uso del suelo	F _{LU} = 1,00
Manejo	F _{AG} = 1,00
Insumos	F _I = 1,00
Carbono orgánico en suelo	SOC _A = 113,11 t C/ha
Carbono orgánico en suelo corregido	SOC _{ACorr} =
Carbono en la vegetación encima del suelo	CVEG _A = 69,77 t C/ha
Productos de la madera (HWP) de larga vida	HWP _A = 23,26 t C/ha
Fijación/Emisión de C en la vegetación	CVEG _G = 13,12 t C/ha
Productos de la madera (HWP) de larga vida	HWP _G = 23,26 t C/ha
Fijación/Emisión de C en el suelo	SOC _{G,A} = 9,66 t C/ha
Fijación/Emisión de C en el suelo, corregido según aprovechamiento	SOC _{FACorr} =
Reservas de C totales	CSV _{G,A} =
SOC ₁₀₀	132,43 t C/ha
SOC _{Permanencia}	122,77 t C/ha
CVEG _G	13,12 t C/ha

Figura 23). La herramienta también calcula la reserva de carbono actual en la biomasa de los cultivos por encima del suelo (CVEG_A) basándose en las existencias de carbono que se proporcionan en las directrices del IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (

ANEXO XIII).

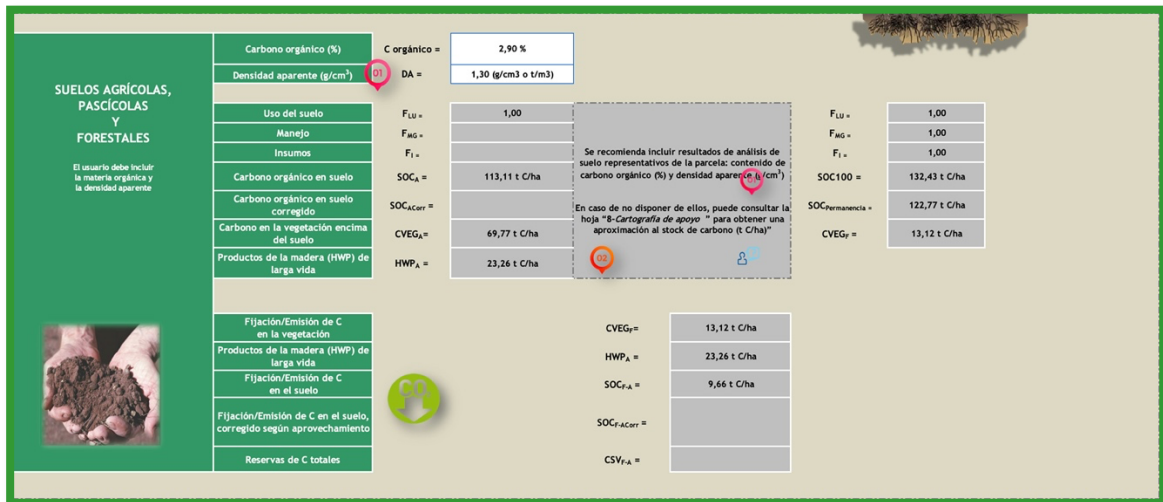


Figura 23: Captura de pantalla de la herramienta para el caso: desde cultivo hacia cultivo con cambio en la gestión y/o en el manejo. La persona usuaria ha introducido las analíticas (MO = 1,2 %, y DA = 1,35 g/cm³). La herramienta obtiene un SOC_A de 28,19 t C/ha y un CVEG_A de 4,70 t C/ha y estima un CVEG_F de 42 t C/ha.

Para el cálculo del SOC₂₀ la calculadora se basa en la **Ecuación 8** (ver **ANEXO X**), obteniendo un valor final de 25,37 t C/ha. Después, calcula el cambio en el stock de carbono debido a los cambios en el uso del suelo y/o en la gestión e insumos (ver el **ANEXO V**): $CVEG_F - CVEG_A$ y $SOC_F - SOC_A$.

B) RESULTADOS

➤ “Resultados CO₂”

Tras los datos generales del proyecto recogidos en el primer bloque la hoja, se reflejan los cálculos de las reservas de carbono y las absorciones futuras estimadas y disponibles para compensar *ex ante* en el segundo y tercero de los bloques, respectivamente (**Figura 24**).

Así, la calculadora estima un aumento en las reservas totales de CO₂ (biomasa aérea + suelo) al pasar de un cultivo anual a uno perenne. Así, de unas reservas totales iniciales de 241, 20 t CO₂ se pasan a unas finales de 494,06 t CO₂. No obstante, hay que recalcar que se produce un descenso en el almacenamiento de carbono en el suelo (de unas reservas iniciales, SOC_A, de 207 t CO₂ se estiman unas reservas finales (SOC_F) de 186 t CO₂), compensado por el aumento en la estima de las reservas de carbono en la vegetación (CVEG_A= 34,47 t CO₂ y CVEG_F=308 t CO₂). La celda HWP (Harvested Wood Products) es igual a cero al no tratarse de un proyecto forestal.

Con relación a las absorciones futuras estimadas y disponibles para compensar *ex ante*: de las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia (253 t CO₂), 51 toneladas estarían disponibles para compensar *ex ante* (cantidad equivalente al 20 %), y 5 toneladas deberían ser cedidas a la bolsa de garantía (cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles).

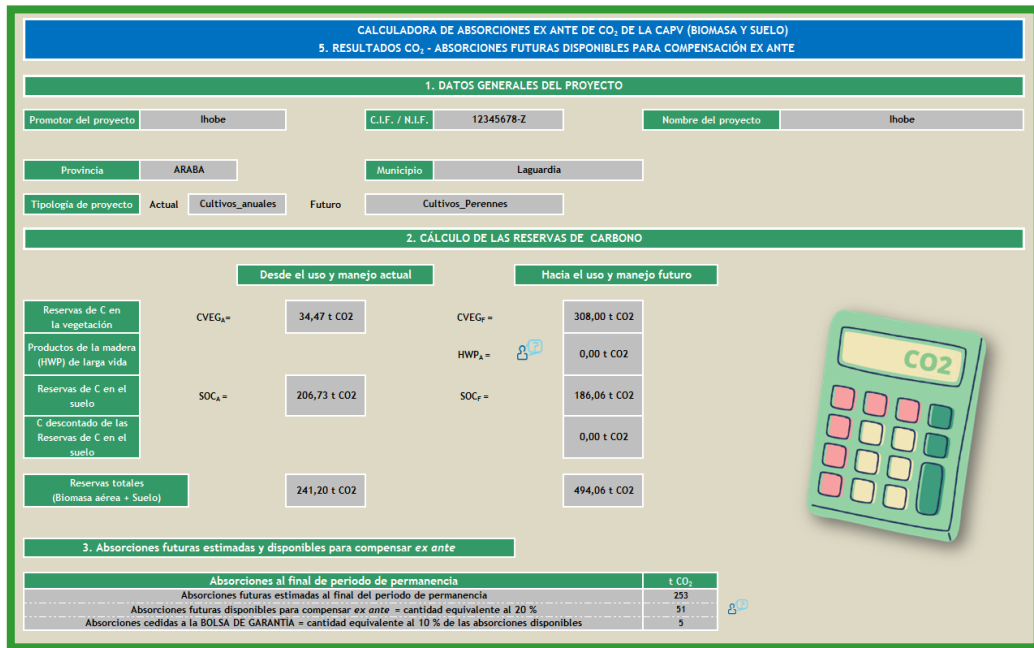


Figura 24: Captura de imagen de la pestaña “Resultados CO₂”, donde el usuario dispone de las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia, las absorciones futuras disponibles para compensar *ex ante* (cantidad equivalente al 20 % de las estimadas), y las absorciones cedidas a la bolsa de garantía (cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles).

➤ “Registro”

En la Figura 25 se observa que este proyecto no podría inscribirse en el “Registro del MITECO” al no tratarse de un proyecto forestal. Sin embargo, y debido al cambio de cultivo y de manejo, se daría un aumento en las reservas de CO₂ tanto en el suelo como en la biomasa aérea, en este caso de cultivos agrarios, por lo que podría inscribirse en una iniciativa que recogiera estos supuestos.

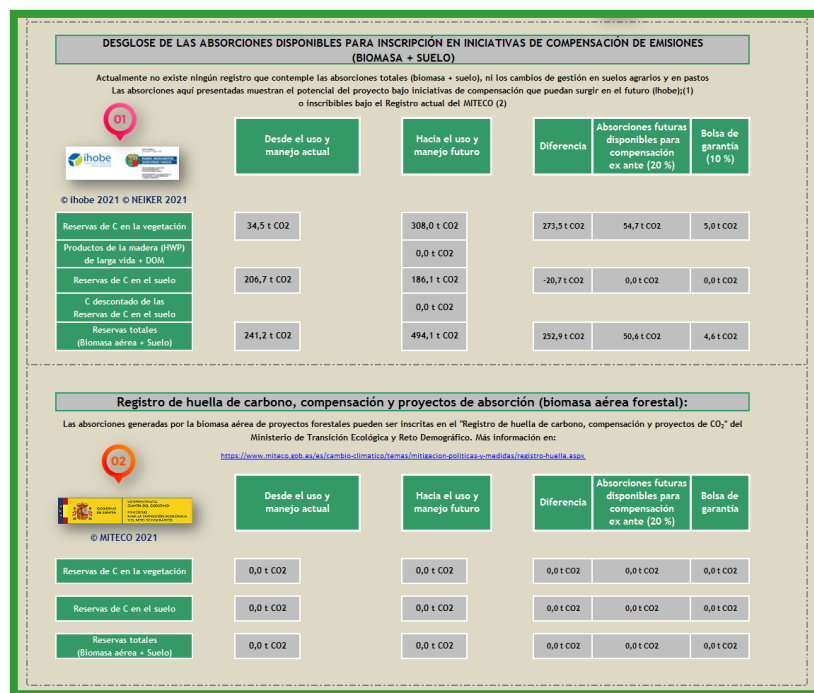


Figura 25: Hoja “Registro”: se desglosan las absorciones que podrían inscribirse en iniciativas de compensación de emisiones. La herramienta permite generar un archivo en formato .pdf de la hoja.

6.3. CAMBIOS EN LA GESTIÓN FORESTAL: MEJORAS PROCEDENTES DEL MANEJO Y/O INSUMOS

CASO PRÁCTICO:

Restauración de **tres hectáreas forestales**, en **Ibarrangelu (Bizkaia)**. Aprovechamiento de un **pinar adulto** para posteriormente recuperar un bosque de **encinar cantábrico**. Tipo de suelo: **areniscas, calcáreas y calcarenitas**. Para sacar la madera se utilizará un **cableado aéreo**. La persona usuaria dispone de analítica propia: **materia orgánica (MO)= 5 %; densidad aparente (DA) = 1,3 g/cm³**. Se conoce la **producción actual (300 m³/ha)**. Inicio del proyecto en **2016**. **Periodo de permanencia: 50 años**.

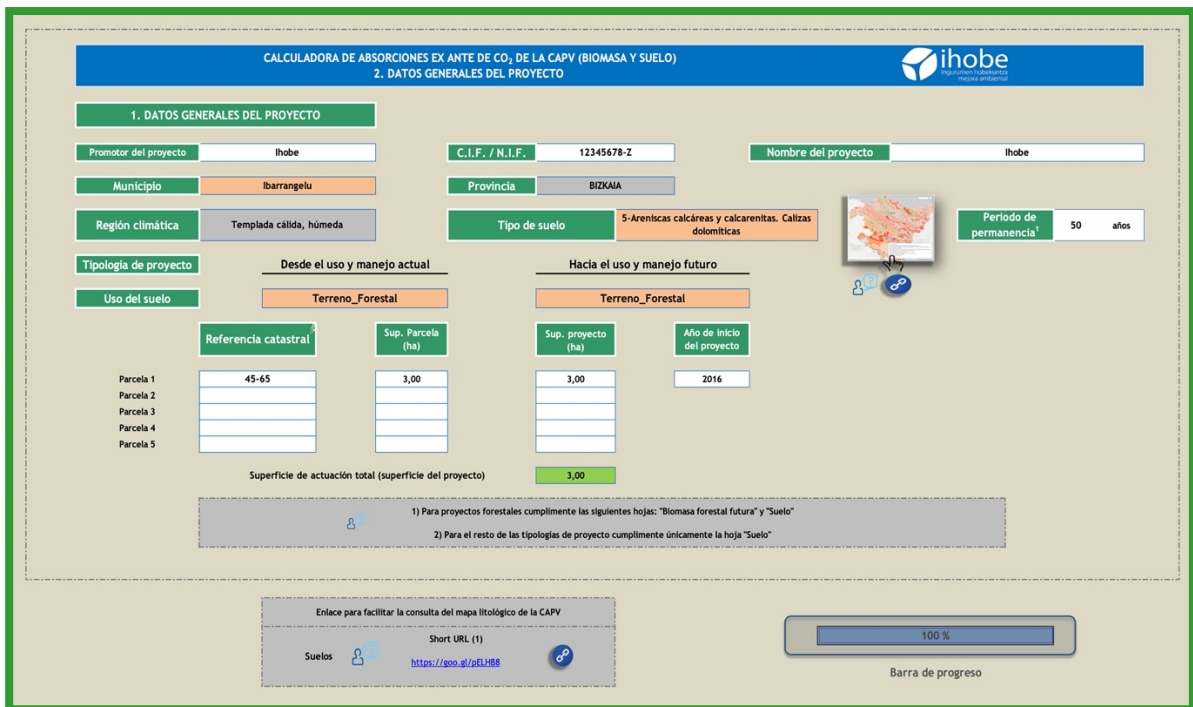
A) CUMPLIMENTACIÓN DE LOS DATOS

Al tratarse de un proyecto de absorción forestal, las pestañas que deberá cumplimentar son:

- “Datos generales del proyecto”
- “Biomasa forestal futura”
- “Suelos”

➤ “Datos generales del proyecto”

En esta pestaña, la persona usuaria deberá de cumplimentar los siguientes datos (**Figura 26**): entidad o persona promotora, CIF, nombre del proyecto y municipio. Las celdas en sombreado gris (provincia y región climática) son completadas internamente por la herramienta. A continuación, la persona usuaria selecciona el tipo de suelo (areniscas, calcáreas y calcarenitas), el periodo de permanencia (50 años) y la tipología del proyecto (desde el uso y manejo actual hacia el uso y manejo futuro, terreno forestal en ambos despleables). Finalmente, introduce la referencia catastral de las parcelas, y las superficies de la parcela y del proyecto (3 hectáreas en ambos casos). Debe incluir, a su vez, el año del inicio del proyecto (2016).




CALCULADORA DE ABSORCIONES EX ANTE DE CO₂ DE LA CAPV (BIOMASA Y SUELO)
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Promotor del proyecto: C.I.F. / N.I.F.: Nombre del proyecto:

Municipio: Provincia:

Región climática: Tipo de suelo: 

Periodo de permanencia¹: años

Tipología de proyecto: Desde el uso y manejo actual / Hacia el uso y manejo futuro



Uso del suelo:

	Referencia catastral	Sup. Parcela (ha)	Sup. proyecto (ha)	Año de inicio del proyecto
Parcela 1	45-65	3,00	3,00	2016
Parcela 2				
Parcela 3				
Parcela 4				
Parcela 5				

Superficie de actuación total (superficie del proyecto):

1) Para proyectos forestales cumplimente las siguientes hojas: "Biomasa forestal futura" y "Suelo"
2) Para el resto de las tipologías de proyecto cumplimente únicamente la hoja "Suelo"

Enlace para facilitar la consulta del mapa litológico de la CAPV

Suelos  Short URL (1) <https://geo.gipEIHBB> 

Barra de progreso:

Figura 26: Proyecto de absorción forestal con mejoras procedentes del manejo y/o insumos (hoja de datos generales del proyecto).

➤ “Biomasa forestal futura”

Primero, tal y como se indica en el [apartado 5.3](#) de la presente Guía, se deberá seleccionar una de las dos siguientes opciones:

- **A: repoblaciones sin aprovechamiento maderero o de aprovechamiento no intensivo.**
- **B: repoblaciones de aprovechamiento intensivo, cortas a hecho.**

Para seleccionar la opción deseada, la persona usuaria dispone de dos botones mediante los cuales puede activar y desactivar la selección (“**Confirmar Opción A**” o “**Confirmar Opción B**”). Siendo este caso un proyecto forestal con objetivos de conservación, se seleccionará la **Opción A (aprovechamiento no intensivo)**, y la calculadora ocultará inmediatamente la Opción B para evitar equívocos.

Una vez seleccionada la Opción A, se deberá introducir la especie forestal futura (**Figura 27**) de la lista desplegable en la que aparecen todas las especies forestales disponibles. Al seleccionar la especie (*Quercus ilex*), la calculadora muestra directamente el periodo de permanencia (50 años), la superficie de plantación (3 ha) y el año de plantación (hasta entonces ocultos) tomándolos de la hoja “**Datos generales**”. Se deberá indicar el **número de pies objetivo** (1.200)¹⁴, y la calculadora estima las absorciones en biomasa aérea totales y por unidad de superficie que generará el proyecto durante el periodo de permanencia establecido.

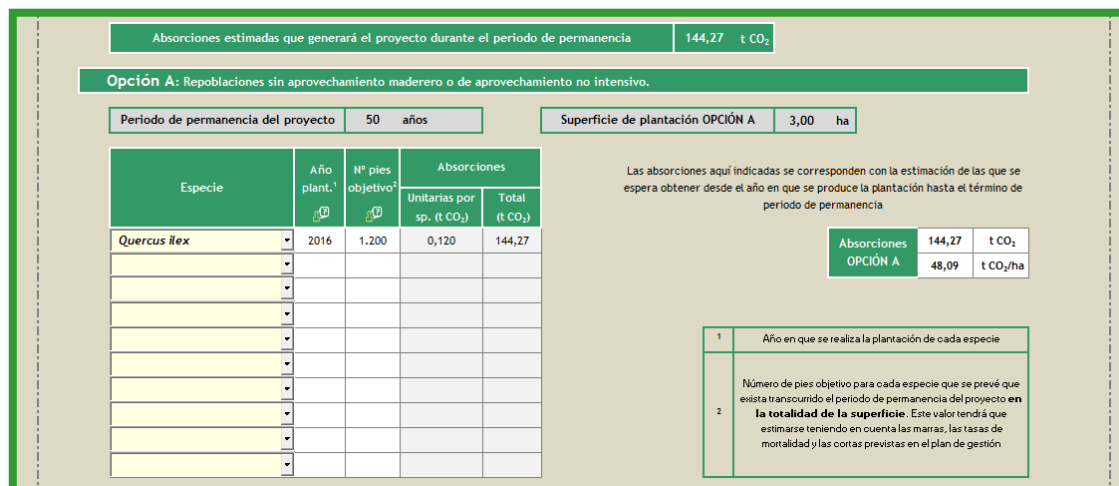


Figura 27: Absorciones estimadas que generará el proyecto durante el periodo de permanencia. Opción A: (aprovechamiento no intensivo) para la especie *Quercus ilex*.

En el

ANEXO IX (Tabla 9), se adjuntan los factores de absorción de las especies forestales españolas, calculadas en t CO₂/pie, para diferentes ventanas temporales (20, 25, 30, 35 y 40 años), en los que se basa la calculadora para la realización de sus cálculos. Así, para el ejemplo que nos ocupa, se estiman las absorciones de CO₂ totales y por unidad de superficie en 144,27 t CO₂ y 48,09 t CO₂/ha, respectivamente (transformándolas internamente en toneladas de carbono¹⁵: 13,12 t C).

¹⁴ Número de pies objetivo para cada especie que se prevé que exista transcurrido el periodo de permanencia del proyecto. Este valor tendrá que estimarse teniendo en cuenta las marras, las tasas de mortalidad y las cortas previstas en el plan de gestión.

¹⁵ La conversión de C fijado a CO₂ se realiza a partir de la relación de masa atómica y molecular (12 kg C/44 kg CO₂ o 3,67 kg CO₂/kg C).

➤ “Absorciones-Suelo”

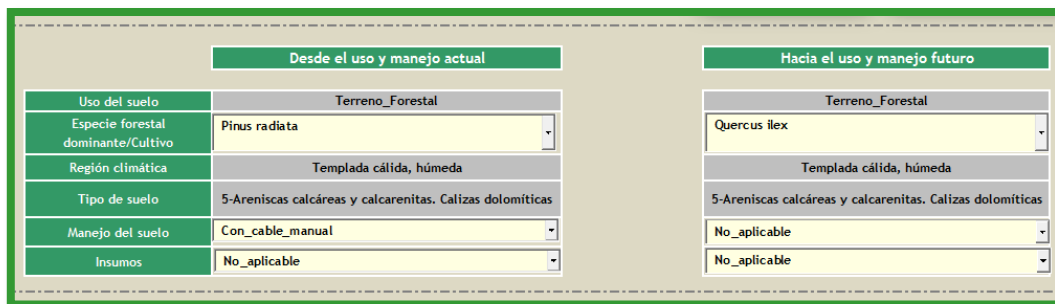
En esta pestaña, al tratarse de un proyecto forestal, se deben cumplimentar los tres bloques de datos (**Figura 28** y **Figura 29**):

- **Bloque 1**

En este bloque, se deben cumplimentar los apartados “Especie forestal dominante/cultivo”, “Manejo del suelo” e “Insumos” (**Figura 28**) tanto para la situación actual como para el uso y manejo futuro. Para ello, y tal y como se ha explicado en el ejemplo anterior, la persona usuaria dispone de toda la información necesaria en el

ANEXO XI.

- **Desde el uso y manejo actual:** mediante el desplegable (dispone de la función autocompletar), la persona usuaria introduce la especie forestal actual (*Pinus radiata*). La calculadora muestra automáticamente la región climática y el tipo de suelo. A continuación, se selecciona el manejo del suelo entre las opciones que proporciona el desplegable (“con cable manual”). En el caso de los insumos, en la tipología de proyectos forestales se debe seleccionar la opción “No aplicable”.
- **Hacia el uso y manejo futuro:** se introduce la especie futura, *Quercus ilex*. La calculadora muestra la región climática y el tipo de suelo. Después, se selecciona el manejo del suelo entre las opciones del desplegable (en este caso “No aplicable” al tratarse de un proyecto de aprovechamiento no intensivo). En el caso de los insumos, se indica como “No aplicable”.



Desde el uso y manejo actual		Hacia el uso y manejo futuro	
Uso del suelo	Terreno_Forestal	Terreno_Forestal	
Especie forestal dominante/Cultivo	Pinus radiata	Quercus ilex	
Región climática	Templada cálida, húmeda	Templada cálida, húmeda	
Tipo de suelo	5-Areniscas calcáreas y calcarenitas. Calizas dolomíticas	5-Areniscas calcáreas y calcarenitas. Calizas dolomíticas	
Manejo del suelo	Con_cable_manual	No_aplicable	
Insumos	No_aplicable	No_aplicable	

Figura 28: Captura de pantalla de la pestaña “Suelo”. La persona usuaria debe cumplimentar datos relacionados con el uso y manejo forestal, así como con el uso y manejo futuro.

- **Bloque 2 - Biomasa aérea forestal previa al inicio del proyecto**

Tal y como se refleja en la **Figura 29** se debe indicar la producción total (300 m³/ha), y los productos de la madera con vida útil superior a los 30 años (100 m³/ha). Los campos sombreados en gris se calculan internamente: densidad de la madera (0,38 t materia seca/m³), factor de expansión (1,20 t aérea/t fuste) y contenido de carbono (0,51 t C/t MS¹⁶). Para este ejemplo se obtiene un valor de HWP_A = 23,26 t C/ha y carbono actual en la biomasa aérea o vegetación por encima del suelo CVEG_A = 69,77 t C/ha¹⁷.

A efectos de los proyectos de absorción, solamente el carbono almacenado en productos de madera de larga vida (HWP_A) serán contabilizados como parte de las absorciones alcanzadas

¹⁶ MS: materia seca.

¹⁷ En el

ANEXO VIII se indica la ecuación (**Ecuación 7**), así como los datos utilizados para la transformación del volumen fustal en absorción de carbono de la biomasa aérea (**Tabla 7**) y la agrupación de especies que se ha realizado en el marco de la calculadora (**Tabla 8**).

mediante el proyecto; el resto del carbono fijado en la biomasa aérea actual (C_{VEGA}) no será contabilizado, si bien es calculado y visualizado en la herramienta.

- **Bloque 3 - Suelo agrícola, pascícola y forestal**

La persona usuaria introduce el contenido en carbono orgánico (%) del suelo y la densidad aparente (1,30 g/cm³). En caso de que se disponga del dato de materia orgánica del suelo (%), se deberá convertir a carbono orgánico dividiéndola entre 1,724 (aproximadamente el 58 % de la materia orgánica es carbono). Por tanto, el 5 % de MO se convierte en 2,90 % de C.

Una vez introducidos los datos correspondientes a las analíticas del suelo, la herramienta estima el carbono orgánico en suelo al inicio del proyecto SOC_A de 113,11 t C/ha (ver **ANEXO IV - Ecuación 1**).

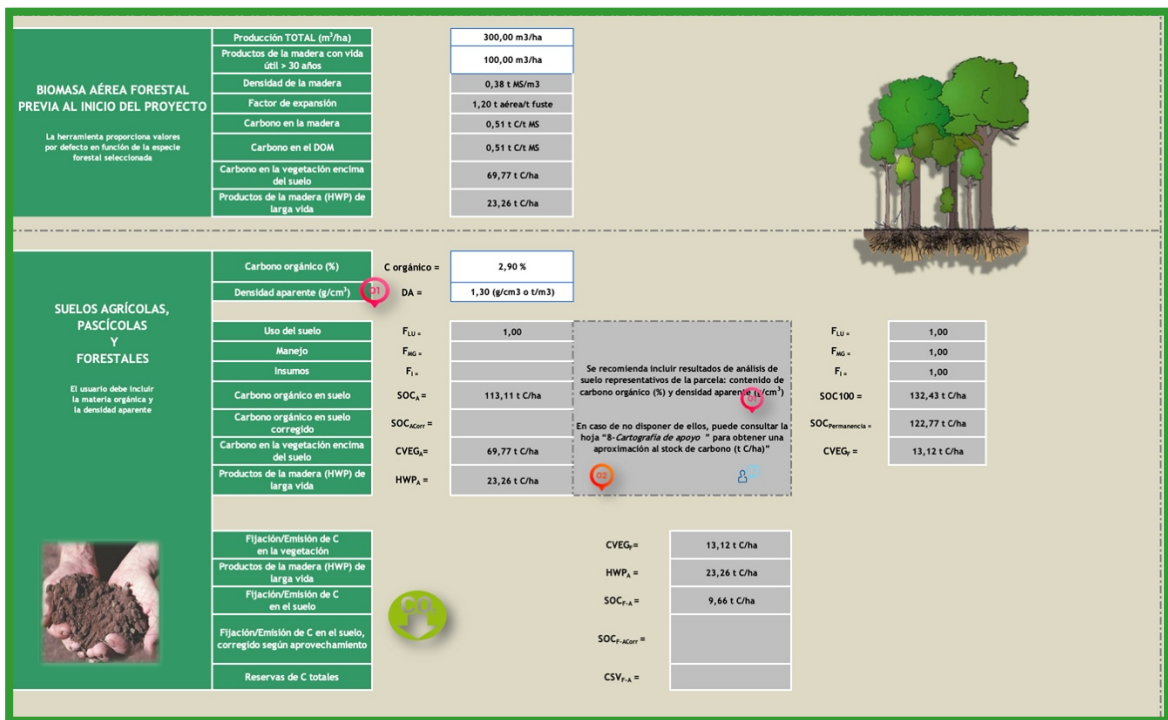


Figura 29: Captura de pantalla para un ejemplo de repoblación forestal sobre una superficie actual de tres hectáreas de *Pinus radiata* hacia *Quercus ilex*.

En este primer cálculo, la herramienta tiene en cuenta el método de aprovechamiento forestal. Es decir, considera las posibles pérdidas de carbono en el suelo asociadas a los diferentes métodos de aprovechamiento (

ANEXO VI).

En el ejemplo que nos ocupa, el aprovechamiento actual se realizará mediante cableado manual. Por ello, no se corrige el carbono actual ya que el factor de pérdida de carbono asociado es de uno (ver

ANEXO VI - **Ecuación 6**). Por ello, el valor final del SOC_{ACorr} se mantiene en las 113,11 t C/ha.

En el caso del uso y manejo futuro, el SOC_F se calcula en función del tipo de suelo, de su contenido estimado en carbono y en función del tiempo de permanencia del proyecto (ver al **ANEXO VII**). Así, calcula un SOC_F teórico de 132,43 t C/ha en 100 años (SOC_{100}), y de 122,77 t C/ha en función del periodo de permanencia del proyecto (50 años, $SOC_{Permanencia}$).

Finalmente, se calculan, de acuerdo con lo indicado en el **ANEXO V**, la fijación/emisión de carbono en la vegetación (CV_{EGF}) y en el suelo (corregido según el método de aprovechamiento empleado, $SOC_{F-ACorr}$) y las reservas de carbono totales (CSV_{F-A}) (**Figura 29**).

B) RESULTADOS

➤ Resultados CO₂

En esta pestaña, se resumen los resultados más relevantes del proyecto. Además de los datos generales, se indica el cálculo de las reservas de carbono tanto en vegetación como en suelo en el momento inicial y al finalizar el periodo de permanencia. En este caso, se observa como las reservas en biomasa aérea pasan de 0 a 144,27 t CO₂, y también se contabilizan las producidas por productos de madera de larga vida, que alcanzan las 255,82 t CO₂. Además, las reservas en suelo aumentan de 1.244,20 t CO₂ a 1.350,46 t CO₂. Por tanto, se producen unas absorciones totales de 506 t CO₂, de las cuales 101 t (20%) se encontrarían disponibles para compensar ex ante, y 9 t CO₂ deberían cederse a la bolsa de garantía.

CALCULADORA DE ABSORCIONES EX ANTE DE CO₂ DE LA CAPV (BIOMASA Y SUELO)
 5. RESULTADOS CO₂ - ABSORCIONES FUTURAS DISPONIBLES PARA COMPENSACIÓN EX ANTE

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Promotor del proyecto	Ihobe	C.I.F. / N.I.F.	12345678-Z
Provincia	ARABA	Municipio	Alegría-Dulantzi
Tipología de proyecto	Actual <input type="checkbox"/> Cultivos_anuales <input checked="" type="checkbox"/> Futuro <input type="checkbox"/> Cultivos_anuales <input checked="" type="checkbox"/>	Nombre del proyecto	
Ihobe			

2. CÁLCULO DE LAS RESERVAS DE CARBONO

	Desde el uso y manejo actual	Hacia el uso y manejo futuro
Reservas de C en la vegetación	CVEG _a = 51,70 t CO ₂	CVEG _f = 51,70 t CO ₂
Productos de la madera (HWP) de larga vida		HWP _f = 0,00 t CO ₂
Reservas de C en el suelo	SOC _a = 248,84 t CO ₂	SOC _f = 394,16 t CO ₂
C descontado de las Reservas de C en el suelo		0,00 t CO ₂
Reservas totales (Biomasa aérea + Suelo)	300,54 t CO ₂	445,86 t CO ₂

3. Absorciones futuras estimadas y disponibles para compensar ex ante

Absorciones al final de periodo de permanencia	t CO ₂
Absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia	145
Absorciones futuras disponibles para compensar ex ante = cantidad equivalente al 20 %	29
Absorciones cedidas a la BOLSA DE GARANTIA = cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles	3

Figura 30: Captura de imagen de la hoja “Resultados CO₂”. Se resumen las absorciones futuras estimadas al final del periodo de permanencia, las absorciones futuras disponibles para compensar *ex ante* (cantidad equivalente al 20% de las estimadas), y las absorciones cedidas a la bolsa de garantía (cantidad equivalente al 10 % de las absorciones disponibles). El cálculo de las reservas totales (biomasa aérea + suelo) se calculan de acuerdo con el [Anexo V](#).

➤ “Registro”

38

En esta última pestaña, reflejada en la

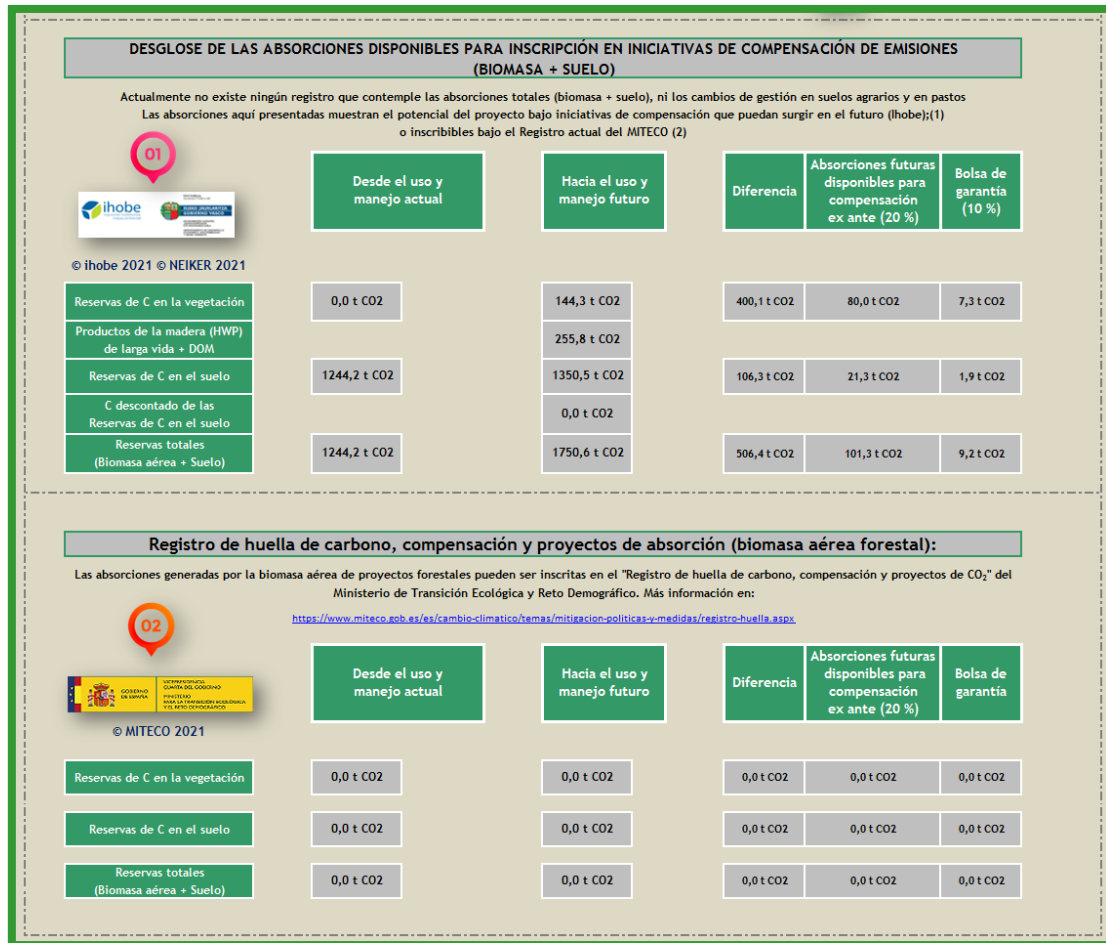


Figura 31, se puede observar que este proyecto no podría inscribirse en el registro de proyectos de absorción del MITECO, ya que no se produce cambio de uso (se mantiene el uso forestal), y este registro solo contempla las repoblaciones forestales con cambio de uso o actuaciones en zonas forestales incendiadas para el restablecimiento de la masa forestal existente. Sin embargo, podría inscribirse en un registro que contemplara el cambio en el objeto de la parcela, pasando de un uso productivo a uno de protección o restauración sin aprovechamiento.

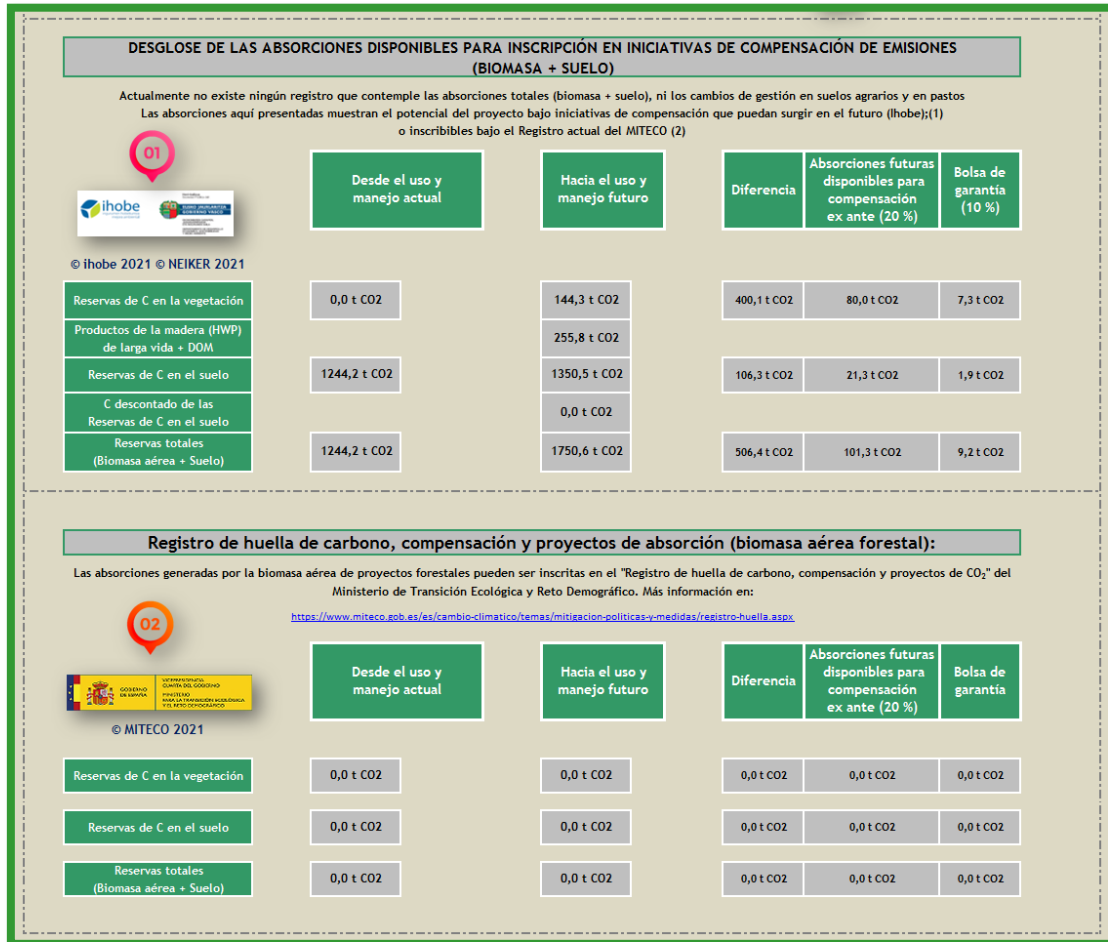


Figura 31: Hoja “Registro”, donde se desglosan las absorciones que podrían inscribirse en iniciativas de compensación de emisiones. La herramienta permite generar un archivo en formato .pdf de la hoja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calculadora-MITECO, 2018 (versión 4). Información del MITECO sobre proyectos de absorción de CO₂ disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>

Decisión 2010/335/CE. Decisión de la Comisión, de 10 de junio de 2010, sobre directrices para calcular las reservas de carbono en suelo a efectos del anexo V de la Directiva 2009/28/CE [notificada con el número C(2010) 3751].

IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. 2006. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan. ISBN 4-88788-032-4. Disponible en: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

IPCC, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

NEIKER, 2014. Sumideros de carbono de la CAPV: capacidad de secuestro y medidas para su promoción. Editado por el Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Enlace para su consulta y descarga en: <https://goo.gl/9wycoz>.

ANEXO I. TIPOLOGIAS DE PROYECTO

La Calculadora de absorciones de CO₂ *ex ante* de la CAPV está diseñada para proyectos, actividades y prácticas que busquen la persistencia del carbono fijado como mínimo hasta alcanzar el periodo de permanencia del proyecto, para lo cual se recomienda que se elabore un plan de gestión.

Las tipologías de proyecto dependen en gran medida del uso de la tierra (**Cuadro 1**) que, a efectos de la inscripción, vendrá dado por las definiciones derivadas del Protocolo de Kioto y del IPCC18.

Cuadro 1: descripción de las categorías de usos de la tierra a considerar.

- **Tierras forestales (o bosques):**

Comprende las tierras pobladas con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y que se ajusten a los siguientes parámetros:

- Fracción de cabida cubierta arbórea (FCC) mínima: 20%.
- Superficie mínima: 1 hectárea.
- Altura mínima de los árboles maduros: 3 metros.

También deben ser considerados bosques los sistemas de vegetación que, temporalmente, presentan valores inferiores a dichos umbrales (por causas naturales –p.ej., incendios o plagas- o por intervenciones humanas – p.ej., la extracción de madera) pero que se espera que los rebasen.

Adicionalmente, para que una superficie lineal se considere bosque, se establece un umbral de anchura mínima de 25 metros. Pero esta restricción no se aplica a las riberas arboladas con especies autóctonas o asilvestradas de estructura irregular, origen natural y gran biodiversidad, dado su gran valor ecológico; este tipo de riberas arboladas se consideran bosques.

- **Tierras de cultivo:**

Esta categoría incluye la tierra cultivada, incluidos los arrozales y los sistemas de agrosilvicultura, donde la estructura de la vegetación se encuentra por debajo de los umbrales utilizados para la categoría de tierras forestales.

Se incluyen todos los cultivos anuales (plantas herbáceas como cereales, legumbres, tubérculos, cultivos industriales o cultivos forrajeros) y permanentes (plantas leñosas de ciclo plurianual, tales como frutales o viñedos), así como las tierras en barbecho (tierras que se dejan sin cultivar durante uno o más años para su descanso).

- **Pastizales (o tierras de pasto):**

Esta categoría incluye las tierras de pastoreo y los pastizales dominados por vegetación herbácea o arbustiva, así como con vegetación leñosa con una FCC mayor o igual al 10%, que no se consideran tierras de cultivo y que están por debajo de los valores umbrales utilizados en la categoría de tierras forestales.

En base a las categorías de uso del suelo, la calculadora considera las siguientes tipologías de proyectos:

¹⁸ Definiciones tomadas de:

- Capítulo 3 del Volumen 4 de: IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

- Acuerdos de Marrakesh (COP 7, Marrakesh, octubre-noviembre de 2001) (Decisión 11/CP.7).

- Informe NIR enviado en el año 2020 por España a la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático ("Edición 2020 (serie 1990-2018). Informe de inventario nacional de gases de efecto invernadero. Comunicación al Secretariado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático"). Disponible en:

<https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>

- Proyectos en tierras que se convierten en tierras forestales
- Proyectos en tierras forestales que cambian de gestión
- Proyectos sobre actuaciones en zonas forestales incendiadas para el establecimiento de una masa forestal
- Otros proyectos basados en la gestión forestal
- Proyectos en tierras de cultivo que cambian de gestión
- Proyectos en tierras de pasto que cambian de gestión
- Proyectos en tierras de cultivo que se convierten en pastos

A continuación, se describe cada una de las categorías indicadas.

A. PROYECTOS EN TIERRAS QUE SE CONVIERTEN EN TIERRAS FORESTALES.

Se trata de proyectos forestación y reforestación¹⁹, tal y como se definen en el Protocolo de Kioto, e implican, de manera resumida, que *se realiza una actuación deliberada con el fin de establecer un bosque en un terreno que no es forestal, al menos desde el 31/12/1989 hasta el momento de la actuación, cuando pasa a ser un bosque*. Por tanto, deben cumplir estas tres **condiciones**:

- Debe darse la conversión de un terreno no forestal en un terreno forestal arbolado.
- Debe existir un periodo (50 años o desde el 31/12/1989) durante el cual el terreno en el que tiene lugar la actuación no ha sido forestal.
- Se establece que dicha conversión debe tener su causa en una acción humana directa.

Éste sería el caso, por ejemplo, de un terreno que haya sido agrícola o de pasto desde el 31/12/1989 hasta 2021, momento en el que se realiza una repoblación y pasa a ser un bosque.

Este tipo de proyectos pueden, además, ser inscritos en el Registro del MITECO²⁰, como **“Tipo A: repoblaciones forestales con cambio de uso de suelo”**.

Requisitos de los proyectos:

- **Conversión a tierra forestal:** el proyecto de absorción implica el establecimiento de una *masa boscosa* que cumple la definición de “bosque” que adoptó España en el marco del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (**Cuadro 1**).
- **Uso previo distinto al de tierra forestal:** previamente al inicio del proyecto de absorción, al menos desde el 31/12/1989, la superficie donde se ubique el mismo no era tierra forestal, bosque o plantación forestal (de acuerdo con la definición del bosque que España adoptó para el Protocolo de Kioto).
- **Período de permanencia \geq 30 años:** es el tiempo durante el cual la entidad/persona promotora del proyecto de absorción se compromete a gestionar la masa boscosa y a garantizar su permanencia. En caso de que el periodo de permanencia sea superior a 50 años, los cálculos *ex ante* para la biomasa se realizan considerando un horizonte de 50 años debido a la incertidumbre asociada a periodos tan largos; los cálculos para el suelo, en cambio, se realizan considerando el periodo de permanencia completo.

¹⁹ **“Forestación”:** la transformación en bosque de una tierra que no lo haya sido durante un período de al menos cincuenta años, mediante intervención humana directa, a través de la plantación, la siembra y/o el favorecimiento de fuentes semilleras naturales, cuando dicha transformación haya tenido lugar con posterioridad al 31 de diciembre de 1989.

“Reforestación”: toda transformación de tierras no forestales en tierras forestales, mediante intervención humana directa, a través de la plantación, la siembra y/o el favorecimiento de fuentes semilleras naturales, que se limite a tierras que habían sido forestales, pero dejaron de serlo antes del 1 de enero de 1990, y que hayan sido nuevamente transformadas en forestales con posterioridad al 31 de diciembre de 1989.

²⁰ Para más información sobre los proyectos de absorción que se pueden inscribir en el Registro del MITECO se puede consultar la web: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/inscripcion-registro.aspx>

- **Tipo de gestión de la masa forestal:** el proyecto debe contar con un **plan de gestión** (autorizado por la autoridad competente) que garantice, al menos durante el periodo de permanencia establecido, el éxito de la actuación y la existencia de una masa forestal con unas características determinadas. Tanto las gestiones más intensivas como las de menor intensidad deben comprometerse a contar con una masa forestal de las características previamente establecidas durante el periodo de permanencia. Se excluyen los árboles forestales de cultivo de ciclo corto (aquellos cuya duración se prolonga, como máximo, 8 años).

Entre los proyectos de absorción que conllevan la conversión a tierras forestales, se diferencian dos tipos de proyecto que implican dos metodologías distintas de cálculo de absorciones de CO₂:

a) **Repoblaciones forestales sin fines madereros o de aprovechamiento no intensivo:** a efectos de cálculo de CO₂, se asume que la masa boscosa va incrementando su biomasa a lo largo de todo el período de permanencia. Abarcan dos tipos de repoblaciones forestales:

- Repoblación forestal sin fines madereros
- Repoblación forestal con especies con un turno de corta superior al periodo de permanencia del proyecto de absorción de CO₂.

b) **Repoblaciones forestales de aprovechamiento intensivo, cortas a hecho:** repoblaciones de aprovechamiento intensivo cuyo turno de corta es inferior al período de permanencia del proyecto de absorción de CO₂. A efectos de cálculo de CO₂, en estas repoblaciones se asume que las absorciones que se alcanzan al final de período de permanencia son la media de las absorciones producidas durante el período comprendido por el turno.

El **plan de gestión** también incluirá información básica, como:

- **Localización de la superficie:** Referencias catastrales o de SIGPAC, indicando parcelas y subparcelas en que se encuentra el proyecto (código alfanumérico compuesto por 20 caracteres). Incluir la superficie total de la parcela o parcelas, y la superficie de cada especie forestal plantada en cada parcela.
- **Acotación temporal:** año de plantación.
- **Descripción de la gestión forestal planificada:**
 - Cronograma de actuaciones silvícolas a realizar en el proyecto (gestión contra incendios, claras, aprovechamientos, etc.)
 - Descripción de los aprovechamientos existentes en cada parcela SIGPAC o catastral previos al proyecto.
 - Número de pies inicial y final esperado (u objetivo) al final del periodo de permanencia, explicando las razones por las que estos números son iguales o distintos (las marras, las tasas de mortalidad, etc.).
 - Descripción de los servicios ambientales generados, aunque no se relacionen con la fijación de carbono, si los hubiera.
 - Compromiso de seguimiento por parte de sus titulares.

B. PROYECTOS EN TIERRAS FORESTALES QUE CAMBIAN DE GESTIÓN.

En esta tipología se encuentran aquellos proyectos basados en tierras forestales que cambian de gestión. En el marco del Protocolo de Kioto esta tipología de proyecto tiene cabida dentro de la actividad de **“gestión forestal”**, ya que se considera que no existe un cambio de uso de suelo (p.ej.: un terreno forestal quemado continúa manteniendo su uso forestal a no ser que se construya en él o se convierta en tierra de cultivo o pasto; también continúa manteniendo su uso forestal cualquier plantación forestal que una vez cortada se repuebla con especies de crecimiento lento; etc.).

En cualquier caso, se recomienda la elaboración de un **plan de gestión** que asegure que se cumplen los objetivos de absorción de CO₂, con un contenido similar al indicado para la tipología de proyectos A.

C. PROYECTOS SOBRE ACTUACIONES EN ZONAS FORESTALES INCENDIADAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA MASA FORESTAL.

En esta tipología se encuentran aquellos proyectos basados en la recuperación de la masa forestal en bosques incendiados. En el marco del Protocolo de Kioto esta tipología de proyecto tiene cabida dentro de la actividad “*gestión forestal*”.

En este caso, la superficie sobre la que se actúa era boscosa previamente, habiendo perdido dicha condición debido a un incendio forestal. Por lo tanto, el proyecto de absorción de CO₂ debe, mediante intervención humana directa, a través de la plantación, la siembra y/o el favorecimiento de fuentes semilleras naturales, reestablecer la condición previa de bosque en dicha superficie, con condiciones lo más similares posibles al bosque anterior en cuanto a especies y formación siempre y cuando, este bosque no fuera una zona alterada en ausencia de gestión.

Este tipo de proyectos pueden ser inscritos en el Registro de proyectos de absorción del MITECO²¹, como “*Tipo B: actuaciones en zonas forestales incendiadas para el establecimiento de una masa forestal*”.

Los **requisitos** que deben cumplir este tipo de proyectos son los siguientes:

- **Conversión a tierra forestal:** el proyecto de absorción implica el establecimiento de una *masa boscosa* que cumple con la definición de “bosque” que adoptó España en el marco del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (**Cuadro 1**).
- **Uso previo de tierra forestal:** previamente al incendio, en proyecto de absorción también era tierra forestal, bosque o plantación forestal (de acuerdo con la definición del bosque que España adoptó para el Protocolo de Kioto).
- **Período de permanencia \geq 30 años:** es el tiempo durante el cual la entidad/persona promotora del proyecto de absorción se compromete a gestionar la masa boscosa y a garantizar su permanencia. En caso de que el periodo de permanencia sea superior a 50 años, los cálculos *ex ante* para la biomasa se realizan considerando un horizonte de 50 años debido a la incertidumbre asociada a periodos tan largos; los cálculos para el suelo, en cambio, se realizan considerando el periodo de permanencia completo.
- **Tipo de gestión de la masa forestal:** el proyecto debe contar con un plan de gestión, autorizado por la autoridad competente, que garantice, al menos durante el periodo de permanencia establecido, el éxito de la actuación y la existencia de una masa forestal con unas características determinadas. Tanto las gestiones más intensivas como las de menor intensidad deben comprometerse a contar con una masa forestal de las características previamente establecidas durante el periodo de permanencia.

Se establece la siguiente **limitación respecto a la gestión de los proyectos inscribibles:** se excluyen los árboles forestales de cultivo de ciclo corto: a los efectos de inscripción, se consideran cultivos forestales de ciclo corto aquellos cuya duración se prolonga, como máximo, 8 años.

D. OTROS PROYECTOS BASADOS EN LA GESTIÓN FORESTAL.

En esta tipología se encuentran aquellos proyectos de gestión forestal distintos a los de recuperación de la masa forestal en bosques incendiados. En el marco del Protocolo de Kioto esta tipología de proyecto tiene cabida dentro de la actividad “*gestión forestal*”.

En estos proyectos, la superficie sobre la que se actúa era boscosa previamente y seguirá siéndolo en el futuro, pero se modifican las prácticas de gestión realizadas (p.ej., cambio hacia formas de aprovechamiento más sostenibles o cambio de las especies forestales presentes) hacia otras que se espera que absorban más

²¹ Para más información sobre los proyectos de absorción que se pueden inscribir en el Registro del MITECO se puede consultar la web: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/inscripcion-registro.aspx>

carbono en el sistema. El cambio de gestión forestal se refiere, en general, a cambios en el sistema de prácticas para la administración y el uso de tierras forestales con el objeto de permitir que el bosque cumpla funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible.

En este tipo de proyectos, los **requisitos** son los siguientes:

- **Tierra forestal que seguirá siéndolo:** el proyecto de absorción implica que, tanto antes como después del inicio del proyecto, se trata de una *masa boscosa* que cumple con la definición de “bosque” que adoptó España en el marco del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Naciones Unidas para el cambio climático (**Cuadro 1**).

Cabe destacar que, si se parte, por ejemplo, de un matorral resultante de la evolución natural de la corta de un bosque, y se pretende poner en marcha un proyecto de absorción mediante la plantación de especies forestales, se considerará un proyecto de gestión forestal y no una forestación/reforestación, siempre y cuando el bosque precedente existiera con posterioridad al 31/12/1989.

- **Período de permanencia \geq 30 años:** es el tiempo durante el cual la entidad o la persona promotora del proyecto de absorción se compromete a gestionar la masa boscosa y a garantizar su permanencia. En caso de que el periodo de permanencia sea superior a 50 años, los cálculos *ex ante* para la biomasa se realizan considerando un horizonte de años debido a la incertidumbre asociada a periodos tan largos, los cálculos para el suelo, en cambio, se realizan considerando el periodo de permanencia completo.
- **Tipo de gestión de la masa forestal:** el proyecto debe contar con un plan de gestión (autorizado por la autoridad competente) que garantice, al menos durante el periodo de permanencia establecido, el éxito de la actuación y la existencia de una masa forestal con unas características determinadas. Tanto las gestiones más intensivas como las de menor intensidad deben comprometerse a contar con una masa forestal de las características previamente establecidas durante el periodo de permanencia. Se establece la siguiente limitación: se excluyen los árboles forestales de cultivo de ciclo corto: a los efectos de inscripción, se consideran cultivos forestales de ciclo corto aquellos cuya duración se prolonga, como máximo, 8 años.

E. PROYECTOS EN TIERRAS DE CULTIVO QUE CAMBIAN DE GESTIÓN.

Tipología con proyectos basados en cambios en la gestión de cultivos, que impliquen mayor absorción del CO₂, ya sea en la biomasa vegetal o en el suelo. En el marco del Protocolo de Kioto, esta tipología de proyecto tiene cabida dentro de la actividad de “*gestión de tierras de cultivo*”. En general, el cambio de gestión de tierras de cultivo hace referencia a modificaciones en el sistema de prácticas en tierras dedicadas a cultivos agrícolas y en tierras mantenidas en reserva o no utilizadas temporalmente para la producción agrícola (p.ej. cambio desde el laboreo convencional hacia el no-laboreo, sustitución de fertilizantes minerales por orgánicos, etc.).

Entre los proyectos de absorción que conllevan cambios en la gestión de tierras de cultivo, se diferencian **dos tipos de proyecto**:

- a) **Sustitución de cultivos herbáceos por leñosos:** generalmente, la mayor absorción de CO₂ procede de la fijación de carbono en la biomasa leñosa. En algunos casos, también puede ir acompañada de un incremento del carbono orgánico del suelo. Se asume que la vegetación leñosa va incrementando su biomasa a lo largo de todo el periodo de permanencia, siempre y cuando éste sea inferior al ²²ciclo vital de la planta.
- b) **Otros cambios en las prácticas de gestión relacionadas con el incremento del carbono en suelo:** no se espera un incremento en la absorción de CO₂ por parte de la biomasa vegetal, porque

²² A efectos de cálculo *ex ante* de absorciones de CO₂, se considera que la vegetación leñosa va incrementando el carbono fijado en biomasa hasta que alcanza los 30 años.

siguen cultivándose plantas herbáceas. La absorción de CO₂ procederá del incremento del carbono orgánico del suelo.

En este tipo de proyectos, los **requisitos** son los siguientes:

- **Tierra de cultivo que seguirá siéndolo:** el proyecto de absorción implica un cambio de prácticas de cultivo, pero siempre en tierras de cultivo, tanto antes como después del inicio del proyecto.
- **Período de permanencia ≥ 10 años:** el período de permanencia es el tiempo durante el cual el promotor del proyecto de absorción se compromete a gestionar la tierra de acuerdo con las nuevas prácticas de cultivo definidas en el proyecto y a garantizar su continuidad en el tiempo.
- **Tipo de gestión de la tierra de cultivo:** el proyecto debe contar con un plan de gestión (autorizado por la autoridad competente) que garantice, al menos durante el periodo de permanencia establecido, el éxito de las actuaciones determinadas en el plan de gestión. El **plan de gestión** debe incluir, entre otros, la información siguiente:
 - **Localización de la superficie:** se deben incluir las referencias catastrales o de SIGPAC, indicando parcelas y subparcelas en que se encuentra el proyecto (código alfanumérico compuesto por 20 caracteres), la superficie total de la parcela/s y la superficie en la que se realizará el cambio de gestión en cada parcela.
 - **Acotación temporal:** año de inicio del cambio de gestión.
 - **Descripción de la gestión planificada y el cambio respecto a la gestión anterior:**
 - **Gestión posterior al inicio del proyecto de absorción:** actuaciones a realizar en el proyecto (forma de realización de labores, criterios de aplicación de fertilizantes y enmiendas, prácticas relacionadas con los restos de cosecha, etc.).
 - **Gestión anterior al proyecto:** actuaciones que se venían realizando previamente al proyecto de absorción. La descripción de estas actuaciones debe resumir un periodo de tiempo superior a 5 años. Estas actuaciones pueden resumirse mediante el cuaderno de explotación de campañas anteriores.
 - **Descripción de los usos de la tierra anteriores:** se describirán los usos del suelo en cada parcela SIGPAC o catastral previos al proyecto, remontándose hasta 20 años atrás.
 - **Descripción de los servicios ambientales generados,** si los hubiera, aunque no se relacionen con la fijación de carbono.
 - **Compromiso de seguimiento** por parte de sus titulares.

F. PROYECTOS EN TIERRAS DE PASTO QUE CAMBIAN DE GESTIÓN.

Tipología con proyectos basados en tierras de pasto que cambian de gestión, y que impliquen una mayor absorción de CO₂ (a partir del incremento del carbono orgánico del suelo). En el marco del Protocolo de Kioto, tienen cabida dentro de la actividad de “*gestión de tierras de pasto o pastizales*”. En general, el cambio de gestión de tierras de pasto hace referencia a modificaciones en el sistema de prácticas en tierras dedicadas a la ganadería para modificar la cantidad y el tipo de vegetación y de ganado producidos (p.ej. sustitución de fertilizantes minerales por orgánicos, pastoreo rotacional, etc.).

En este tipo de proyectos, los **requisitos** son los siguientes:

- **Tierra de pasto que seguirá siéndolo:** el proyecto de absorción implica un cambio de prácticas, pero siempre en tierras de pasto (praderas, prados, matorrales, pastizales o similares), tanto antes como después del inicio del proyecto.

- **Período de permanencia \geq 10 años:** es el tiempo durante el cual el promotor del proyecto de absorción se compromete a gestionar la tierra de acuerdo con las nuevas prácticas definidas en el proyecto y a garantizar su continuidad en el tiempo.
- **Tipo de gestión de la tierra de pasto:** el proyecto debe contar con un plan de gestión que garantice, al menos durante el periodo de permanencia establecido, el éxito de las actuaciones determinadas en el plan de gestión. Este plan de gestión debe ser autorizado por la autoridad competente en la materia, e incluirá, entre otros, la siguiente información:
 - **Localización de la superficie.**
 - Referencias catastrales o de SIGPAC, de todas las parcelas y subparcelas en que se encuentra el proyecto (código alfanumérico compuesto por 20 caracteres).
 - Superficie total de la parcela/s y en la que se realizará el cambio de gestión en cada parcela.
 - **Acotación temporal:** año de inicio del cambio de gestión.
 - **Descripción de la gestión planificada y el cambio respecto a la gestión anterior:**
 - **Gestión posterior al inicio del proyecto de absorción:** actuaciones a realizar en el proyecto (criterios de aplicación de fertilizantes y enmiendas, prácticas relacionadas con las especies pratenses, resiembras, riego, pastoreo, etc.).
 - **Gestión anterior al proyecto:** actuaciones que se venían realizando previamente al proyecto de absorción. La descripción de estas actuaciones debe resumir un periodo de tiempo superior a 5 años. Estas actuaciones pueden resumirse mediante el cuaderno de explotación de campañas anteriores.
 - **Descripción de los usos de la tierra anteriores:** se describirán los usos del suelo en cada parcela SIGPAC o catastral previos al proyecto, remontándose hasta 20 años atrás.
 - Descripción de los servicios ambientales generados, si los hubiera, aunque no se relacionen con la fijación de carbono.
 - **Compromiso de seguimiento** por parte de sus titulares.

G. PROYECTOS EN TIERRAS DE CULTIVO QUE SE CONVIERTEN EN PASTOS.

Tipología con proyectos basados en cambios de uso de la tierra que impliquen la conversión de tierras de cultivo a pastos, y que supongan una mayor absorción de CO₂ (a partir del incremento del carbono orgánico del suelo). Este tipo de proyectos no puede ser inscrito en el Registro del MITECO, y tampoco se contemplan en el marco del Protocolo de Kioto.

Sus **requisitos** son los siguientes:

- **Conversión a tierra de pasto:** el proyecto de absorción implica el establecimiento de un nuevo pastizal, pradera, prado o similar.
- **Uso previo de tierra de cultivo:** al menos durante los 20 años anteriores al inicio del proyecto de absorción, la superficie donde se ubique el mismo era tierra de cultivo.
- **Período de permanencia \geq 10 años:** es el tiempo durante el cual el promotor del proyecto de absorción se compromete a gestionar la tierra de acuerdo con el nuevo uso y a las nuevas prácticas definidas en el proyecto y a garantizar su continuidad en el tiempo.
- **Tipo de gestión de la tierra de pasto:** el proyecto debe contar con un plan de gestión, autorizado por la autoridad competente, que garantice al menos durante el periodo de permanencia

establecido el éxito de las actuaciones determinadas en el plan de gestión. El **plan de gestión** incluirá, entre otros, la siguiente información:

- **Localización de la superficie.**
 - Referencias catastrales o de SIGPAC, indicando parcelas y subparcelas en que se encuentra el proyecto (código alfanumérico compuesto por 20 caracteres). Si el proyecto ocupa varias parcelas, se deben incluir las referencias catastrales de todas ellas.
 - Superficie total de la parcela/s y superficie en la que se realizará el cambio de gestión en cada parcela.
- **Acotación temporal:** año de inicio del cambio de gestión.
- Descripción del uso y gestión anterior de las tierras de cultivo, así como de la gestión planificada para su nuevo uso (tierra de pasto):
 - **Gestión posterior al inicio del proyecto de absorción:** actuaciones a realizar en el proyecto (criterios de aplicación de fertilizantes y enmiendas, prácticas relacionadas con las especies prateras, resiembras, riego, pastoreo, etc.).
 - **Gestión anterior al proyecto:** descripción de las actuaciones que se venían realizando previamente al proyecto de absorción, en la tierra de cultivo. Estas actuaciones pueden resumirse mediante el cuaderno de explotación de campañas anteriores (por un periodo superior a los 5 años).
 - **Descripción del uso de la tierra anterior, cuando era tierra de cultivo:** se describirá el uso histórico del suelo en cada parcela SIGPAC o catastral previos al proyecto, remontándose hasta 20 años atrás.

Adicionalmente, en caso de querer inscribir alguno de los proyectos descritos en iniciativas de registro de proyectos de absorción, dichas proyectos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- **Puesta en marcha del proyecto ejecutada:** debe demostrarse que el proyecto se ha puesto en marcha. Si no se ha ejecutado todavía, pero se realizará en un horizonte temporal inferior a 2 años, no podrá inscribirse/adherirse, pero sí solicitar la preinscripción/preadhesión. Esto facilitará el contacto con posibles empresas interesadas en la cesión de absorciones de los proyectos preinscritos.
- **Inicio del proyecto de absorción posterior al 1/1/2013:** esta fecha coincide con el punto de partida del segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto.

ANEXO II. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LOS MUNICIPIOS DE LA CAPV.

La calculadora se apoya en la clasificación climática de la guía del IPCC (IPCC, 2006) que se basa en la elevación, media anual de temperatura (MAT, del inglés *mean annual temperature*), media anual de precipitación (MAP, del inglés *mean annual precipitation*), relación entre la media anual de precipitación y la evapotranspiración potencial (MAP/PET, del inglés *mean annual precipitation to potential evapotranspiration ratio*), y la incidencia de heladas (Figura 32). Según estos criterios se clasifican los municipios de la CAPV por zonas climáticas (

Tabla 2,
Tabla 3 y Tabla 4).

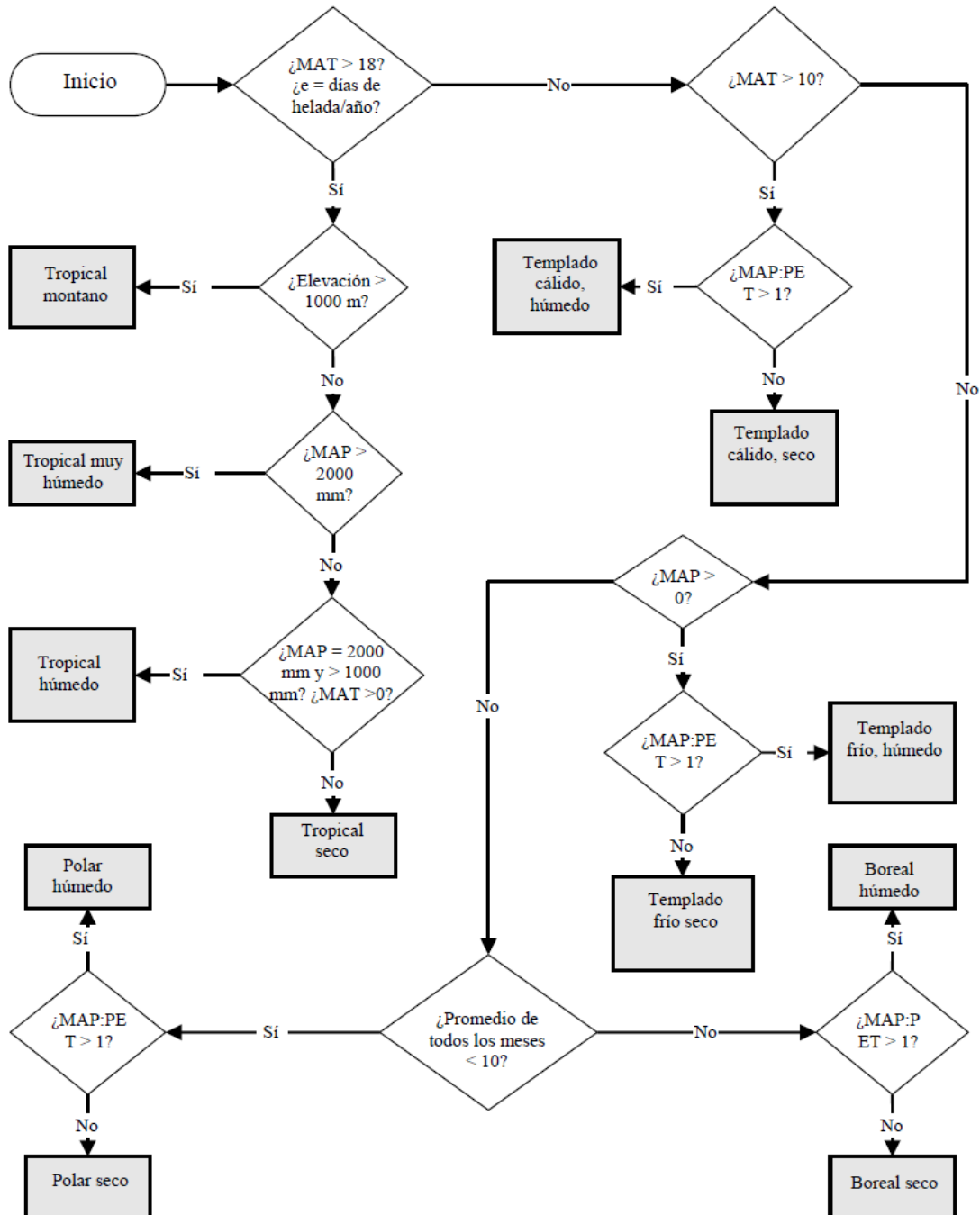


Figura 32: Modelo de clasificación para las regiones climáticas por defecto (IPCC, 2006).

Tabla 2: Zonificación climática de los municipios de ARABA acorde al modelo de clasificación del IPCC (IPCC, 2006). MAP: media anual de precipitación (mm); ETP: Evapotranspiración (mm); MAT: media anual de temperatura (°C). MAP/ETP: ratio entre media anual de precipitación y evapotranspiración anual. Zona climática (ZC): ZC 1: templada cálida, seca; ZC 2: templada cálida, húmeda. Los datos climáticos de cada municipio, se obtuvieron a partir del [Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios del MITECO \(SIGA\)](#).

Municipio	MAP	ETP	MAT	MAP/ETP	ZC	Municipio	MAP	ETP	MAT	MAP/ETP	ZC
Alegría-Dulantzi	834	661	11,20	1,26	2	Laudio/Llodio	1090	675	12,20	1,61	2
Amurrio	1162	688	12,10	1,69	2	Arraia-Maeztu	895	650	10,90	1,38	2
Aramaio	1358	643	10,70	2,11	2	Moreda de Álava	456	733	13,10	0,62	1
Artziniega	1220	689	12,40	1,77	2	Navaridas	569	717	12,80	0,79	1
Armiñón	619	689	12,10	0,90	1	Okondo	1141	660	11,70	1,73	2
Arrazua-Ubarrundia	894	650	10,80	1,38	2	Oyón-Oion	507	718	12,80	0,71	1
Asparrena	1092	629	10,20	1,74	2	Peñacerrada-Urizaharra	761	661	11,20	1,15	2
Ayala/Aiara	1160	669	11,60	1,73	2	Ribera Alta	761	662	11,20	1,15	2
Baños de Ebro/Mañueta	526	714	12,80	0,74	1	Ribera Baja/Erribera Beitia	609	689	12,10	0,88	1
Barrundia	923	642	10,60	1,44	2	Añana	758	656	11,10	1,16	2
Berantevilla	626	686	12,00	0,91	1	Salvatierra/Agurain	872	658	11,10	1,33	2
Bernedo	946	664	11,30	1,42	2	Samaniego	647	694	12,20	0,93	1
Campezo/Kanpezu	797	667	11,40	1,19	2	SanMillán/Donemiliaga	988	638	10,50	1,55	2
Zigoitia	1081	628	10,20	1,72	2	Urkabustaiz	1201	657	10,80	1,83	2
Kripan	744	691	12,00	1,08	2	Valdegóvia	769	638	10,50	1,21	2
Kuartango	1041	643	10,50	1,62	2	Harana/Valle de Arana	972	641	10,60	1,52	2
Elburgo/Burgelu	857	656	11,00	1,31	2	Villabuena de Álava/Eskuernaga	573	712	12,70	0,80	1
Elciego	498	725	13,00	0,69	1	Legutiano	1123	630	10,20	1,78	2
Elvillar/Bilar	641	716	12,80	0,90	1	Vitoria-Gasteiz	850	659	11,10	1,29	2
Iruraiz-Gauna	842	658	11,10	1,28	2	Yécora/Iekora	559	715	12,70	0,78	1
Labastida	567	681	11,80	0,83	1	Zalduondo	1041	631	10,20	1,65	2
Lagrán	851	666	11,30	1,28	2	Zambrana	615	676	11,70	0,91	1
Laguardia	586	712	12,70	0,82	1	Zuia	1191	626	10,20	1,90	2
Lanciego/Lantziego	549	724	13,00	0,76	1	Iruña Oka/Iruña de Oca	800	667	11,40	1,20	2
Lapuebla de Labarca	452	732	13,20	0,62	1	Lantarón	629	673	11,60	0,93	1
Leza	667	701	12,30	0,95	1						

Tabla 3: Zonificación climática de los municipios de BIZKAIA acorde al modelo de clasificación del IPCC (IPCC, 2006). MAP: media anual de precipitación (mm); ETP: Evapotranspiración (mm); MAT: media anual de temperatura (°C). MAP/ETP: ratio entre media anual de precipitación y evapotranspiración anual. Zona climática (ZC): ZC 1: templada cálida, seca; ZC 2: templada cálida, húmeda. Los datos climáticos de cada municipio, se obtuvieron a partir del [Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios del MITECO \(SIGA\)](#).

Municipio	MAP	ETP	MAT	MAP/ETP	ZC	Municipio	MAP	ETP	MAT	MAP/ETP	ZC
Abadiño	1464	665	11,60	2,20	2	Lekeitio	1466	694	12	2,11	2
Abanto y Ciérvana/ Abanto Zierbena	1198	717	13,60	1,67	2	Mallabia	1545	670	11,90	2,31	2
Amorebieta-Etxano	1452	695	12,70	2,09	2	Mañaria	1462	673	11,80	2,17	2
Amoroto	1506	689	12,20	2,19	2	Markina-Xemein	1542	684	12,30	2,25	2
Arakaldo	1074	690	12,70	1,56	2	Maruri-Jatabe	1526	687	12,40	2,22	2
Arantzazu	1363	709	13,10	1,92	2	Mendata	1585	676	12	2,34	2
Munitibar/ Arbatzegi Gerrikaitz	1585	662	11,60	2,39	2	Mendexa	1459	695	12,20	2,10	2
Artzentales	1381	665	11,70	2,08	2	Meñaka	1527	681	12,10	2,24	2
Arrankudiaga	1066	676	12,30	1,58	2	Ugao-Miraballes	1060	701	13,10	1,51	2
Arrieta	1505	682	12,10	2,21	2	Morga	1447	690	12,50	2,10	2
Arrigorriaga	1046	693	12,90	1,51	2	Muxika	1520	682	12,20	2,23	2
Bakio	1553	684	11,90	2,27	2	Mundaka	1535	678	11,50	2,26	2
Barakaldo	1153	704	13,20	1,64	2	Mungia	1495	695	12,70	2,15	2
Barrika	1321	715	13,20	1,85	2	Aulesti	1570	668	11,70	2,35	2
Basauri	1077	714	13,60	1,51	2	Muskiz	1218	722	13,70	1,69	2
Berango	1251	720	13,60	1,74	2	Otxandio	1375	616	9,80	2,23	2
Bermeo	1541	675	11,40	2,28	2	Ondarroa	1464	696	12,40	2,10	2
Berriatua	1477	699	12,50	2,11	2	Urduña-Orduña	1172	682	11,60	1,72	2
Berriz	1537	666	11,70	2,31	2	Orozko	1207	670	11,70	1,80	2
Bilbao	1122	710	13,40	1,58	2	Sukarrieta	1530	682	11,60	2,24	2
Busturia	1531	681	11,80	2,25	2	Plentzia	1375	710	13,10	1,94	2
Valle de Carranza	1317	668	11,80	1,97	2	Portugalete	1193	723	13,80	1,65	2
Artea	1358	703	12,80	1,93	2	Errigoiti	1502	681	12	2,21	2
Zeanuri	1358	658	11,30	2,06	2	Trapagaran	1186	702	13,10	1,69	2
Zeberio	1186	697	12,80	1,70	2	Lezama	1283	712	13,50	1,80	2
Dima	1425	668	11,60	2,13	2	Santurtzi	1190	721	13,70	1,65	2
Durango	1490	694	12,50	2,15	2	Ortuella	1201	707	13,30	1,70	2
Ea	1499	687	11,70	2,18	2	Sestao	1192	726	13,90	1,64	2
Etxebarri	1128	711	13,50	1,59	2	Sopelana	1271	719	13,40	1,77	2
Etxebarria	1531	697	12,80	2,20	2	Sopuerta	1347	692	12,70	1,95	2
Elantxobe	1505	677	11,20	2,22	2	Trucios-Turtzioz	1425	682	12,50	2,09	2
Elorrio	1500	688	12,40	2,18	2	Ubide	1332	625	10,10	2,13	2
Ereño	1533	664	11,30	2,31	2	Urduliz	1326	713	13,30	1,86	2
Ermua	1530	686	12,30	2,23	2	Balmaseda	1316	694	12,50	1,90	2
Fruiz	1446	704	13	2,05	2	Atxondo	1478	679	12	2,18	2
Galdakao	1190	703	13,20	1,69	2	Bedia	1227	696	13	1,76	2
Galdames	1252	685	12,50	1,83	2	Areatza	1357	686	12,20	1,98	2
Gamiz-Fika	1412	707	13,20	2,00	2	Igorre	1357	704	13	1,93	2
Garai	1526	680	12,20	2,24	2	Zaldibar	1539	681	12,20	2,26	2
Gatika	1437	705	13,20	2,04	2	Zalla	1279	713	13,30	1,79	2
Gautegiz Arteaga	1530	679	11,70	2,25	2	Zaratamo	1066	702	13,20	1,52	2
Gordexola	1187	670	11,90	1,77	2	Derio	1335	718	13,60	1,86	2
Gorliz	1392	704	12,70	1,98	2	Erandio	1235	722	13,70	1,71	2
Getxo	1215	726	13,70	1,67	2	Loiu	1286	719	13,70	1,79	2
Güeñes	1177	674	12,10	1,75	2	Sondika	1201	726	13,90	1,65	2
Gernika-Lumo	1528	687	12,30	2,22	2	Zamudio	1276	722	13,80	1,77	2
Gizaburuaga	1523	676	11,70	2,25	2	Forua	1531	685	12,10	2,24	2
Ibarrangelu	1515	680	11,50	2,23	2	Kortezubi	1564	675	11,80	2,32	2
Ispaster	1495	681	11,70	2,20	2	Murueta	1531	690	12,10	2,22	2
Izurtza	1486	695	12,60	2,14	2	Nabarniz	1555	656	11,20	2,37	2
Lanestosa	1526	661	11,70	2,31	2	Iurreta	1516	690	12,40	2,20	2
Larrabetzu	1357	699	13	1,94	2	Ajangiz	1554	690	12,40	2,25	2
Laukiz	1356	711	13,40	1,91	2	Alonsotegi	1095	677	12,40	1,62	2
Leioa	1217	725	13,80	1,68	2	Zierbana	1162	729	13,88	1,59	2
Lemoa	1355	701	13	1,93	2	Arratzu	1570	674	11,80	2,33	2
Lemoiz	1458	697	12,50	2,09	2	Ziortza-Bolibar	1570	670	11,86	2,34	2

Tabla 4: Zonificación climática de los municipios de GIPUZKOA acorde al modelo de clasificación del IPCC (IPCC, 2006). MAP: media anual de precipitación (mm); ETP: Evapotranspiración (mm); MAT: media anual de temperatura (°C). MAP/ETP: ratio entre media anual de precipitación y evapotranspiración anual. Zona climática (ZC): ZC 1: templada cálida, seca; ZC 2: templada cálida, húmeda. Los datos climáticos de cada municipio, se obtuvieron a partir del [Sistema de Información Geográfica de Datos Agrarios del MITECO \(SIGA\)](#).

Municipio	MAP	ETP	MAT	MAP/ETP	ZC	Municipio	MAP	ETP	MAT	MAP/ETP	ZC
Abaltzisketa	1473	699	12,90	2,11	2	Irun	1846	715	13,40	2,58	2
Aduna	1577	732	13,90	2,15	2	Irura	1597	721	13,50	2,21	2
Aizarnazabal	1354	731	13,60	1,85	2	Itsasondo	1405	696	12,70	2,02	2
Albiztur	1426	691	12,50	2,06	2	Larraul	1423	712	13,10	2,00	2
Alegia	1508	719	13,40	2,10	2	Lazkao	1437	693	12,70	2,07	2
Alkiza	1454	703	12,90	2,07	2	Leaburu	1661	713	13,40	2,33	2
Altzo	1584	709	13,20	2,23	2	Legazpi	1492	674	11,80	2,21	2
Amezketeta	1520	699	12,80	2,17	2	Legorreta	1425	721	13,50	1,98	2
Andoain	1695	733	13,90	2,31	2	Lezo	1711	715	13,40	2,39	2
Anoeta	1558	725	13,60	2,15	2	Lizartza	1693	716	13,50	2,36	2
Antzuola	1421	705	12,90	2,02	2	Arrasate/Mondragón	1368	710	13	1,93	2
Arama	1414	725	13,60	1,95	2	Mutriku	1451	700	12,60	2,07	2
Aretxabaleta	1254	686	12,10	1,83	2	Mutiloa	1447	706	13	2,05	2
Asteasu	1441	720	13,40	2,00	2	Olaberria	1423	707	13,20	2,01	2
Ataun	1461	670	11,90	2,18	2	Oñati	1426	672	11,70	2,12	2
Aia	1370	720	13,40	1,90	2	Orexa	1769	703	13,10	2,52	2
Azkoitia	1405	707	12,90	1,99	2	Orio	1396	720	13,50	1,94	2
Azpeitia	1384	716	13,20	1,93	2	Ormaiztegi	1423	715	13,30	1,99	2
Beasain	1402	703	12,90	1,99	2	Oiartzun	2078	687	12,50	3,02	2
Beizama	1391	705	12,90	1,97	2	Pasaia	1610	711	13,20	2,26	2
Belauntza	1711	716	13,40	2,39	2	Soraluze/Placencia de las Armas	1471	708	13,10	2,08	2
Berastegi	1926	691	12,70	2,79	2	Errezil	1370	700	12,70	1,96	2
Berrobi	1726	710	13,20	2,43	2	Errenteria	1982	696	12,80	2,85	2
Bidegoian	1399	688	12,30	2,03	2	Leintz-Gatzaga	1193	647	10,60	1,84	2
Zegama	1517	662	11,30	2,29	2	Donostia-San Sebastián	1640	709	13,20	2,31	2
Zerain	1488	686	12,30	2,17	2	Segura	1472	692	12,50	2,13	2
Zestoa	1360	724	13,40	1,88	2	Tolosa	1544	709	13,10	2,18	2
Zizurkil	1501	723	13,60	2,08	2	Urnieta	1796	723	13,70	2,48	2
Deba	1397	712	13	1,96	2	Usurbil	1509	727	13,80	2,08	2
Eibar	1520	694	12,60	2,19	2	Bergara	1450	710	13,10	2,04	2
Elduain	1893	697	12,90	2,72	2	Villabona	1691	717	13,40	2,36	2
Elgoibar	1462	710	13,10	2,06	2	Ordizia	1404	706	13	1,99	2
Elgeta	1522	679	12,10	2,24	2	Urretxu	1412	703	12,80	2,01	2
Eskoriatza	1210	664	11,30	1,82	2	Zaldibia	1454	698	12,90	2,08	2
Ezkio-Itsaso	1407	701	12,80	2,01	2	Zarautz	1337	732	13,70	1,83	2
Hondarribia	1573	719	13,40	2,19	2	Zumarraga	1408	696	12,60	2,02	2
Gaintza	1446	711	13,20	2,03	2	Zumaia	1359	732	13,60	1,86	2
Gabiria	1434	703	12,80	2,04	2	Mendaro	1445	707	13	2,04	2
Getaria	1346	726	13,30	1,85	2	Lasarte-Oria	1665	742	14,30	2,24	2
Hernani	1857	715	13,40	2,60	2	Astigarraga	1838	706	13,10	2,60	2
Hernalde	1489	696	12,70	2,14	2	Baliarrain	1438	709	13,10	2,03	2
Ibarra	1635	707	13,10	2,31	2	Orendain	1485	718	13,40	2,07	2
Idiazabal	1452	682	12,10	2,13	2	Altzaga	1426	707	13,10	2,02	2
Ikaztegieta	1481	723	13,60	2,05	2	Gaztelu	1756	695	12,80	2,53	2

ANEXO III: MAPA LITOLÓGICO SIMPLIFICADO IMPLEMENTADO EN LA HERRAMIENTA. GRUPOS LITOLÓGICOS.

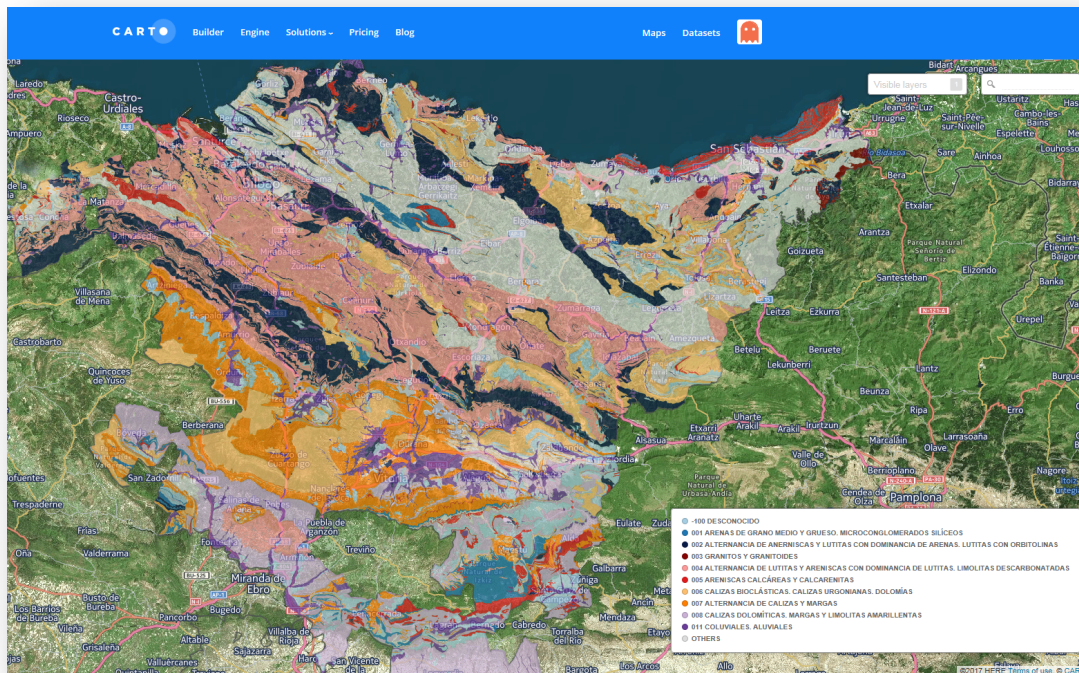


Figura 33: Grupos litológicos implementados en la herramienta: Arenas de grano medio y grueso; Areniscas calcáreas y calcarenitas - Calizas dolomíticas; Margas y limolitas amarillentas; Alternancia de areniscas y lutitas con dominancia de arenas; Coluviales - Aluviales; Alternancia de lutitas y areniscas con dominancia de lutitas; Rocas volcánicas e ígneas; Alternancia de calizas y margas - Margas grises - Ofitas; Alternancia de margas y calizas - Pizarras y grauwacas; Calizas bioclásticas - Calizas urgonianas - Dolomías. Enlaces de acceso: (1) <https://goo.gl/pELHBB>, (2) <https://goo.gl/AXyvy>

Con el propósito de facilitar la búsqueda de la parcela, el visor dispone de un buscador por municipios. La persona usuaria puede mostrar u ocultar las diferentes capas temáticas a fin de poder visualizar de una manera más ágil la parcela objeto de estudio. Una vez situado en la parcela, se habilita la capa visible y se accede al grupo litológico.



Figura 34: Consejos para una fácil y rápida utilización de la cartografía implementada en la calculadora. Para facilitar la búsqueda de la parcela, el visor dispone de un buscador de municipios y se puede mostrar u ocultar la capa visible (grupo litológico).

ANEXO IV: CÁLCULO DEL CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO ACTUAL (SOC_A) A PARTIR DE ANÁLISIS DE SUELO.

Una vez que se determinan, previamente al inicio del proyecto, la densidad aparente del suelo y el contenido en carbono orgánico en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, se calcula el carbono orgánico del suelo actual o inicial por medio de la ecuación siguiente:

$$SOC_A = CO \times DA \times 0,3 \times 100$$

Ecuación 1

siendo,

SOC_A = carbono orgánico en el suelo en los primeros 30 cm del suelo (en t C/ha).

CO = carbono orgánico del suelo (en porcentaje, %).

DA = densidad aparente (en g/cm³ o t/m³).

0,3 = los primeros 30 cm de profundidad del suelo (expresados en metros, m).

Para la determinación de la densidad aparente se descontarán los elementos gruesos.

ANEXO V. ABSORCIÓN TOTAL DE CO₂: SUELO Y BIOMASA

La absorción total de carbono derivada de las conversiones de uso de la tierra y de los cambios de gestión, es calculada en la herramienta fundamentalmente como la suma de la absorción/emisión que tiene lugar en el suelo y en la biomasa:

$$CSV = SOC + CVEG$$

Ecuación 2

siendo,

CSV = reserva de carbono por unidad de superficie asociada al uso de la tierra, incluyendo tanto el suelo como la vegetación (en toneladas de carbono por hectárea, t C/ha). Para obtener la reserva de carbono de las parcelas, el CSV debe ser multiplicado por la superficie de estas (en hectáreas).

SOC = carbono orgánico en suelo (en t C/ha).

CVEG = carbono en la vegetación aérea (en t C/ha).

Tanto SOC como CVEG toman los subíndices "A" o "F" (SOC_A, SOC_F, CVEG_A, CVEG_F) en función de si se trata de: valores "actuales" (A) o de inicio del proyecto (justo antes del inicio del proyecto); valores "futuros" (F) o del final del periodo de permanencia del proyecto.

En la herramienta se realiza un balance de carbono, calculando la reserva de C total como la diferencia entre las absorciones/emisiones alcanzadas al final del periodo de permanencia y las absorciones/emisiones actuales o presentes previamente al inicio del proyecto:

$$CSV_{F-A} = (SOC + CVEG)_F - (SOC + CVEG)_A$$

Ecuación 3

siendo,

CSV_{F-A} = reserva de carbono total por unidad de superficie asociada al uso de la tierra, incluyendo tanto el suelo como la vegetación (en toneladas de carbono por hectárea, t C/ha). Para obtener la reserva de carbono de las parcelas, CSV_{F-A} debe ser multiplicado por la superficie de estas (en hectáreas).

(SOC + CVEG)_F = suma de carbono orgánico en suelo y en vegetación aérea, al final del periodo de permanencia del proyecto; futuro (en t C/ha).

(SOC + CVEG)_A = suma de carbono orgánico en suelo y en vegetación aérea, previo al inicio del proyecto; actual (en t C/ha).

Si bien la herramienta calcula el carbono presente en la biomasa actual (previa al inicio del proyecto) y se lo muestra a la persona usuaria (CVEG_A), este dato tiene sólo un valor informativo, ya que en general no es considerado a efectos de contabilización de las absorciones del proyecto, es decir, se asume que CVEG_A = 0. Por tanto, la Ecuación 3 queda de la siguiente manera:

$$CSV_{F-A} = (SOC + CVEG)_F - SOC_A$$

Ecuación 4

Sin embargo, cuando el uso inicial de la tierra es forestal y se lleva a cabo una extracción de madera, siempre que la madera sea destinada a la fabricación de productos con una vida útil superior a 30 años (HWP_A – *Harvested Wood Products* al inicio del proyecto), el CVEG_A pasa a ser contabilizado, pero como parte de las absorciones alcanzadas a través del proyecto, mediante la **Ecuación 5**:

Si CVEG_A se destina a obtención de productos de la madera con vida útil > 30 años:

$$CSV_{F-A} = (SOC + CVEG)_F + CVEG_A - SOC_A$$

Ecuación 5

donde,

CVEG_A = HWP_A, es decir, carbono procedente de la fabricación de productos de la madera con una vida útil superior a 30 años (*Harvested Wood Products*) (en t C/ha). La transformación de los HWP a t C/ha se realiza según la **Ecuación 7**.

La absorción de carbono (en forma de C) se convierte a dióxido de carbono (CO₂) teniendo en cuenta la masa atómica del carbono (12) y la masa molecular del CO₂ (44): 44 t CO₂ / 12 t C = 3,667 t CO₂ / t C.

ANEXO VI. TIERRAS FORESTALES: PÉRDIDAS DE CARBONO EN SUELO ACTUAL (SOC_A) ASOCIADAS A DISTINTOS TIPOS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL.

En el caso de tierras forestales, la herramienta de cálculo corrige el carbono orgánico en suelo presente en el momento actual (previo al inicio del proyecto) (SOC_A), asumiendo que se pueden producir pérdidas de carbono distintas en función de cómo se lleve a cabo la extracción de la madera. A continuación, se presenta la Ecuación para la corrección de los stocks de carbono en suelo en función del tipo de aprovechamiento previsto:

$$\text{SOC}_{A \text{ Corr}} = \text{SOC}_A \times \text{Factor}_{\text{aprovechamiento}} \quad \text{Ecuación 6}$$

donde,

SOC_{A Corr} = carbono orgánico en suelo actual, previo al inicio del proyecto, corregido (en t C/ha).

SOC_A = carbono orgánico en suelo actual, previamente a la conversión o al cambio de gestión, sin corrección alguna (en t C/ha).

Factor_{aprovechamiento} = factor de corrección dependiente del método de aprovechamiento forestal empleado (adimensional) (ver la **Tabla 5**).

Tabla 5: Factores de aprovechamiento aplicados al carbono del suelo en función de distintos métodos de aprovechamiento forestal.

Grupos litológicos	Factor _{aprovechamiento}	Grupos litológicos	Factor _{aprovechamiento}
Saca con cable manual	1	Saca con skidder manual	0,94
Saca con cable retroexcavadora	0,94	Saca con skidder retroexcavadora	0,9
Saca con cable buldozer	0,71	Saca con skidder buldozer	0,65

En los cálculos se considera que, cuando en el proyecto de absorción produce un incremento de carbono orgánico en suelo, éste es igual a la diferencia entre el SOC_F (carbono orgánico del suelo a la finalización del periodo de permanencia) y el SOC_A (carbono en el momento previo al inicio del proyecto), descontando aquellas pérdidas de carbono ocasionadas por el tipo de gestión realizada; es decir, de las absorciones en suelo se descuenta la diferencia entre el SOC_A y el SOC_{A Corr}.

ANEXO VII. TIERRAS FORESTALES: CARBONO ORGÁNICO EN SUELO FINAL (SOC_F). STOCKS DE CARBONO EN SUELO ASOCIADOS A GRUPOS LITOLÓGICOS.

La calculadora considera que el incremento o decremento del carbono orgánico del suelo (SOC) es lineal entre el momento previo al inicio del proyecto (SOC_A) y a la finalización del periodo de permanencia (SOC_F). El carbono del suelo inicial (o actual) es calculado partiendo del muestreo y análisis del suelo (**Ecuación 1**).

El carbono del suelo final (o futuro), en el caso de las tierras forestales, se estima considerando que cada suelo, en función del grupo litológico, va fijando cada vez más carbono hasta alcanzar el equilibrio al cabo de 100 años. La reserva de carbono orgánico en suelo al cabo de 100 años se asume que es igual al valor del percentil 97,5 de los resultados de los suelos forestales analizados pertenecientes a cada grupo litológico (NEIKER, 2014) (**Tabla 6**).

Tabla 6: Reserva de carbono orgánico en los primeros 30 cm del suelo (t C/ha) alcanzado en función del grupo litológico.

Grupos litológicos	SOC, t C/ha
1-Arenas de grano medio y grueso	123,84
5-Areniscas calcáreas y calcarenitas. Calizas dolomíticas	132,43
8-Margas y limolitas amarillentas	198,22
2-Alternancia de areniscas y lutitas con dominancia de arenas	143,77
11-Coluviales. Aluviales	165,37
4-Alternancia de lutitas y areniscas con dominancia de lutitas	145,49
10-Rocas volcánicas e ígneas	191,14
7-Alternancia de Calizas y Margas. Margas grises. Ofitas	154,25
9-Alternancia de margas y calizas. Pizarras y grauvacas	151,01
6-Calizas bioclásticas. Calizas urgonianas. Dolomías	151,65

ANEXO VIII: TIERRAS FORESTALES: TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA FUSTAL EN CARBONO FIJADO EN BIOMASA AÉREA (CVEG_A).

En el caso de tierras forestales, la biomasa fustal (m³/ha) previa al inicio del proyecto proporcionada por la persona usuaria es convertida en biomasa aérea (t C/ha) por medio de la siguiente ecuación (basada en la ²³Ecuación 2.8 de IPCC, 2006):

$$\text{CVEG}_A = V \times D \times \text{BEFs} \times \text{CF} \quad \text{Ecuación 7}$$

donde,

CVEG = carbono en la vegetación aérea actual, previamente al inicio del proyecto (en t C/ha).

V = volumen de las existencias venales o fustales, previamente al inicio del proyecto (en m³/ha).

D = densidad de la madera (t biomasa fustal/m³ fustal).

BEFs = factor de expansión de la biomasa (en t de biomasa aérea seca/t de biomasa fustal).

CF = fracción de carbono de la materia seca de biomasa aérea (en t C/t materia seca).

Tabla 7: Datos utilizados para la transformación de las existencias fustales en carbono fijado en biomasa aérea. Fuente: NEIKER, 2014.

Grupo especies	D	BEFs	CF
	Densidad (t MS/m ³)	Factor expansión (t aérea/t fuste)	Fracción de C (t C/t MS)
<i>Pinus nigra</i>	0.40	1.50	0.25
<i>Pinus radiata</i>	0.38	1.20	0.25
<i>Pinus sylvestris</i>	0.42	1.40	0.27
<i>Pinus halepensis</i>	0.40	1.40	0.30
<i>Quercus ilex</i>	0.58	1.60	0.37
<i>Fagus sylvatica</i>	0.58	1.40	0.18
<i>Quercus robur</i>	0.58	1.50	0.28
<i>Eucalyptus spp.</i>	0.58	1.40	0.28
<i>Quercus faginea</i>	0.58	1.50	0.28

MS = Materia seca

Tabla 8: Agrupación de especies para la asignación de los valores determinados en la Tabla 7. Fuente: NEIKER, 2014.

Agrupación	Especies incluidas
<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus nigra</i> , <i>Picea sp.</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Larix sp.</i> , <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> , coníferas no incluidas en otros grupos
<i>Pinus radiata</i>	<i>Pinus radiata</i> , <i>Pinus pinaster</i>
<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus pyrenaica</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
<i>Eucalyptus spp.</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Eucalyptus nitens</i> , otros <i>Eucalyptus</i>
<i>Quercus faginea</i>	<i>Quercus faginea</i>
<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i> , <i>Quercus pubescens</i> , <i>Quercus rubra</i> , <i>Salix sp.</i> , <i>Alnus sp.</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , Árboles ripícolas, <i>Platanus sp.</i> , <i>Populus sp.</i> , <i>Castanea sp.</i> , <i>Betula sp.</i> , <i>Fraxinus sp.</i> , Bosque mixto (de cantil y atlántico), Plantación de frondosas (frondosas no incluidas en otros grupos)

²³ Capítulo 2 del Volumen 4 de IPCC, 2006.

ANEXO IX. TIERRAS FORESTALES: FACTORES DE ABSORCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES (CVEG_F).

En la **Tabla 9** se presentan los datos de absorciones unitarias estimadas según especies y para las edades 20, 25, 30, 35 y 40 años, así como la fuente de donde se ha obtenido dicha información. Esta tabla ha sido tomada de la “Calculadora de absorciones de CO₂ *ex ante* de las especies forestales arbóreas españolas del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente”, versión 4, enero de 2018²⁴ (MITECO, 2018). Se han eliminado de la lista definitiva las siguientes especies: *Acacia spp.* y *Ailanthus altissima*. Se ha añadido la especie *Eucalyptus nitens*, asimilándola a *Eucalyptus globulus*.

Tabla 9: Factores de absorción de las especies forestales españolas. Absorciones estimadas (t CO₂/pie) en diferentes horizontes temporales (20, 25, 30, 35 y 40 años). Fuente: Calculadora-MITECO, enero de 2018, versión 4.

Especie	Absorciones estimadas (t CO ₂ /pie)					Fuente
	20	25	30	35	40	
<i>Abies alba</i>	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	(1)
<i>Abies pinsapo</i>	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	(1)
<i>Acer spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	(2)
<i>Alnus spp.</i>	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	(2)
<i>Amelanchier ovalis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Arbutus unedo</i>	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	(2)
<i>Betula spp.</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	(2)
<i>Carpinus betulus</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Asimilación: <i>Betula spp.</i>
<i>Castanea sativa</i>	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	(2)
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	(2)
<i>Cedrus atlántica</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Asimilación: <i>Pseudotsuga menziesii</i>
<i>Celtis australis</i>	0,29	0,72	1,01	1,44	1,90	Asimilación: <i>Populus nigra</i>
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	(2)
<i>Cornus sanguinea</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Corylus avellana</i>	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	(2)
<i>Crataegus spp.</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	(2)
<i>Cupressus arizonica</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación: <i>Pinus sylvestris</i> (Resto)
<i>Cupressus macrocarpa</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación: <i>Pinus sylvestris</i> (Resto)
<i>Cupressus sempervirens</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación: <i>Pinus sylvestris</i> (Resto)
<i>Erica arborea</i> (Canarias)	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	(2)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,40	1,00	1,57	2,23	3,53	(2)
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,57	1,39	2,04	3,00	4,87	(2)
<i>Eucalyptus nitens</i>	0,57	1,39	2,04	3,00	4,87	(2)
<i>Fagus sylvatica</i>	0,00	0,02	0,03	0,07	0,23	(3)
<i>Fraxinus spp.</i>	0,09	0,11	0,18	0,29	0,33	(2)
<i>Ilex aquifolium</i>	0,03	0,04	0,05	0,08	0,10	(2)
<i>Ilex canariensis</i>	0,04	0,04	0,05	0,12	0,14	(2)
<i>Juglans regia</i>	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	Asimilación: <i>Castanea sativa</i>
<i>Juniperus oxycedrus, J. communis</i>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	(1)
<i>Juniperus phoenicea</i>	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	(1)
<i>Juniperus thurifera</i>	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	(1)
<i>Larix spp.</i>	0,34	0,43	0,52	0,60	0,69	(4)
<i>Laurus azorica</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Laurus nobilis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Malus sylvestris</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Myrica faya</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>

(1) Tabla 201 del Inventario Forestal Nacional 3 y Anexo 2 de la publicación “*Las Coníferas en el primer Inventario Forestal Nacional*”.

(2) Tabla 201 del Inventario Forestal Nacional 3 y Anexo 2 de la publicación “*Las Frondosas en el primer Inventario Forestal Nacional*”.

(3) Madrigal Collazo, J.G. *et al.*, Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 1999, *Tablas de producción para los montes españoles*.

(4) Tabla 201 del Inventario Forestal Nacional 3 e Informe de emisiones de gases de efecto invernadero en España 1990-2012.

²⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx>

Tabla 9 (continuación): Factores de absorción de las especies forestales españolas. Absorciones estimadas (t CO₂/pie) en diferentes horizontes temporales (20, 25, 30, 35 y 40 años).

Especie	Absorciones estimadas (t CO ₂ /pie)					Fuente
	20	25	30	35	40	
<i>Myrtus communis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Olea europaea</i>	0,04	0,05	0,08	0,10	0,11	(2)
<i>Phillyrea latifolia</i>	0,03	0,03	0,09	0,17	0,20	(2)
<i>Phoenix spp.</i>	0,31	0,57	0,90	1,24	1,37	Asimilación: <i>Salix spp.</i>
<i>Picea abies</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Asimilación: <i>Pseudotsuga menziesii</i>
<i>Pinus canariensis</i>	0,03	0,07	0,14	0,16	0,18	(1)
<i>Pinus halepensis</i>	0,03	0,04	0,08	0,14	0,16	(1)
<i>Pinus nigra (Sistema Ibérico)</i>	0,03	0,04	0,05	0,11	0,13	(3)
<i>Pinus nigra (Resto)</i>	0,03	0,03	0,08	0,09	0,11	(1)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte interior	0,23	0,41	0,58	0,74	0,91	(3)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte costera	0,33	0,54	0,69	0,81	0,92	(3)
<i>Pinus pinaster ssp. mesogeensis</i> Sistema Central	0,12	0,15	0,18	0,26	0,36	(3)
<i>Pinus pinaster (Resto)</i>	0,02	0,03	0,03	0,08	0,09	(1)
<i>Pinus pinea</i>	0,06	0,10	0,17	0,20	0,29	(1)
<i>Pinus radiata</i>	0,46	0,79	1,17	1,56	1,78	(3)
<i>Pinus sylvestris Sistema Central</i>	0,02	0,05	0,06	0,15	0,17	(3)
<i>Pinus sylvestris Sistema Ibérico</i>	0,03	0,04	0,05	0,09	0,11	(3)
<i>Pinus sylvestris Pirineos</i>	0,04	0,05	0,07	0,11	0,17	(3)
<i>Pinus sylvestris (Resto)</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	(1)
<i>Pinus uncinata</i>	0,04	0,05	0,09	0,11	0,12	(1)
<i>Pistacia terebinthus</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Platanus hispanica</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Asimilación: <i>Populus alba</i>
<i>Populus alba</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	(2)
<i>Populus nigra</i>	0,29	0,72	1,01	1,44	1,90	(2)
<i>Populus x canadensis</i>	0,34	0,81	1,18	1,55	2,02	(2)
<i>Prunus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación: <i>Acer</i>
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	(1)
<i>Pyrus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación: <i>Prunus spp.</i>
<i>Quercus canariensis</i>	0,05	0,06	0,13	0,15	0,17	(2)
<i>Quercus faginea</i>	0,04	0,05	0,10	0,11	0,13	(2)
<i>Quercus ilex</i>	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	(4)
<i>Quercus petraea</i>	0,06	0,07	0,18	0,21	0,24	(2)
<i>Quercus pubescens</i>	0,07	0,12	0,15	0,23	0,26	(2)
<i>Quercus pyrenaica</i>	0,05	0,07	0,15	0,17	0,20	(2)
<i>Quercus robur</i>	0,07	0,16	0,19	0,22	0,34	(2)
<i>Quercus rubra</i>	0,07	0,18	0,22	0,35	0,40	(2)
<i>Quercus suber</i>	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	(4)
<i>Rhamnus alaternus</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación: <i>Crataegus spp.</i>
<i>Robinia pseudacacia</i>	0,06	0,16	0,19	0,34	0,39	(2)
<i>Salix spp.</i>	0,31	0,57	0,90	1,24	1,37	(2)
<i>Sorbus spp.</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	(2)
<i>Tamarix spp.</i>	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	(2)
<i>Taxus baccata</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación: <i>Pinus sylvestris (Resto)</i>
<i>Tetraclinis articulata</i>	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	Asimilación: <i>Tamarix spp.</i>
<i>Thuja spp.</i>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Asimilación: <i>Tamarix spp.</i>
<i>Tilia spp.</i>	0,05	0,06	0,09	0,12	0,13	(2)
<i>Ulmus spp.</i>	0,18	0,23	0,27	0,50	0,58	(2)

- (1) Tabla 201 del Inventario Forestal Nacional 3 y Anexo 2 de la publicación "Las Coníferas en el primer Inventario Forestal Nacional".
(2) Tabla 201 del Inventario Forestal Nacional 3 y Anexo 2 de la publicación "Las Frondosas en el primer Inventario Forestal Nacional".
(3) Madrigal Collazo, J.G. et al., Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 1999, *Tablas de producción para los montes españoles*.
(4) Tabla 201 del Inventario Forestal Nacional 3 e Informe de emisiones de gases de efecto invernadero en España 1990-2012.

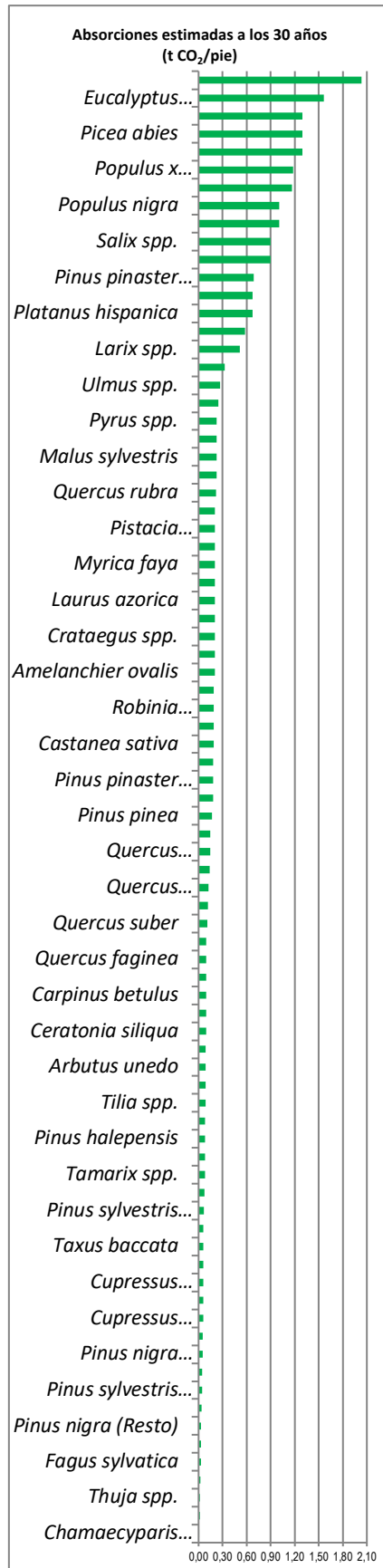


Figura 35: Absorciones estimadas a los 30 años (t CO₂/pie). Fuente: Calculadora-MITECO, enero 2018.

ANEXO X. ANEXO. TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO FINAL (SOC_F).

En la calculadora se considera que el incremento o decremento del carbono orgánico del suelo (SOC) es lineal entre el momento previo al inicio del proyecto (SOC_A) y a la finalización del periodo de permanencia (SOC_F).

El carbono del suelo inicial (o actual) es calculado partiendo del muestreo y análisis del suelo (**Ecuación 1**).

Para el cálculo del SOC_F en tierras no forestales la calculadora se basa en la siguiente Ecuación:

$$\text{SOC}_F = \text{SOC}_A \times (\text{FLU} \times \text{FMG} \times \text{FI})_{\text{futuro}} / (\text{FLU} \times \text{FMG} \times \text{FI})_{\text{actual}} \quad \text{Ecuación 8}$$

siendo,

SOC_F = carbono orgánico en suelo futuro, posteriormente a la conversión o al cambio de gestión (en t C/ha)

SOC_A = carbono orgánico en suelo actual, previamente a la conversión o al cambio de gestión (en t C/ha)

FLU = factor de uso del suelo ("land use") que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con el tipo de uso del suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia

FMG = factor de las técnicas de cultivo ("management") que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con la práctica de cultivo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia

FI = factor de insumo ("inputs") que refleja la diferencia del carbono orgánico en suelo asociado con varios niveles de insumo de carbono en suelo en comparación con el carbono orgánico en suelo de referencia

La **Ecuación 8** está fundamentada en la ²⁵**Ecuación 2.25** de la guía del IPCC (IPCC, 2006), para la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero, a partir de la cual se deduce que:

$$\text{SOC}_T = \text{SOC}_{\text{REF}} \times \text{FLU} \times \text{FMG} \times \text{FI} \quad \text{Ecuación 9}$$

siendo,

SOC_T = carbono orgánico en suelo en el momento *T* (en t C/ha)

SOC_{REF} = carbono orgánico en un suelo de referencia en los primeros 30 centímetros de profundidad (en t C/ha)

FLU = factor de ("land use") cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra (adimensional)

FMG = factor de ("management") cambio de existencias para el régimen de gestión (adimensional)

FI = factor de ("inputs") cambio de existencias para el aporte de materia orgánica (adimensional)

²⁵ Capítulo 2 del Volumen 4 del IPCC, 2006.

ANEXO XI. ANEXO. TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: ORIENTACIONES SOBRE EL MANEJO Y LOS INSUMOS.

En este apartado, se muestran varias tablas y figuras que pueden orientar a la persona usuaria sobre cómo relacionar las prácticas que se realizan o realizarán en las parcelas en cuestión con los factores de manejo e insumos (F_{MG} y F_I , respectivamente).

Tabla 10: Orientaciones sobre el manejo y los insumos para los cultivos herbáceos y perennes (Decisión 2010/335/CE).

Manejo	Orientaciones
Labranza completa	Perturbación sustancial del suelo con inversión completa y/u operaciones frecuentes de labranza durante el año. Durante el periodo de plantación, la superficie cubierta por residuos es escasa (p.ej., inferior al 30 %).
Labranza reducida	Labranza primaria y/o secundaria con una perturbación del suelo reducida (generalmente poco profunda y sin inversión completa), que suele dejar una cobertura de residuos en el periodo de plantación superior al 30 %
Sin labranza	Siembra directa sin labranza primaria, con una perturbación del suelo mínima en la zona de siembra. Suelen utilizarse herbicidas para luchar contra las malas hierbas
Insumos	Orientaciones
Bajos	Cuando se retiran, quedan pocos o ningún residuo (recogida o quema), barbecho desnudo frecuente, cultivos que generan pocos residuos (p.ej., hortalizas, tabaco, algodón), sin utilización de abonos minerales ni cultivos fijadores del N
Medios	Representativo de cultivos anuales con cereales cuando todos los residuos se dejan en el campo. Si se retiran, se añade materia orgánica. También se necesitan abonos minerales o cultivos fijadores del nitrógeno en rotación
Altos con estiércol	Representa insumos de carbono mucho más importantes con respecto a los sistemas de cultivo con insumos de carbono medios, por la práctica adicional de añadir periódicamente estiércol
Altos sin estiércol	Presentan prácticas adicionales como el caso de los cultivos que producen muchos residuos, la utilización de estiércol verde, los cultivos de cobertura, los barbechos mejorados con vegetación, el riego, el uso frecuente de hierbas perennes en las rotaciones de cultivos anuales, pero sin aplicación de estiércol

Tabla 11: Orientaciones sobre el manejo y los insumos para tierras de pastos (Decisión 2010/335/CE).

Gestión/insumos	Orientaciones
Mejorada	Representa prados y pastizales con una gestión sostenible, presión del pastoreo moderada y al menos una mejora (por ejemplo, abonos, mejora de las especies, riego)
Gestión mínima	Representa prados y pastizales no degradados y con una gestión sostenible, pero sin mejoras significativas
Degradación moderada	Representa prados y pastizales con pastoreo excesivo o con una degradación moderada, con una productividad algo reducida (con respecto a los autóctonos o que son objeto de una gestión mínima) y que no reciben insumos de gestión
Degradación grave	Supone una pérdida importante de productividad y de cobertura vegetal a largo plazo por los graves daños mecánicos causados a la vegetación y/o una erosión grave de los suelos
Medios	Se aplica si no se ha utilizado ningún insumo de gestión adicional
Altos	Se aplica a los prados y pastizales mejorados si se han utilizado uno o varios insumos/mejoras de gestión (además de lo necesario para ser considerados prados y pastizales mejorados)

Tabla 12. Valores proporcionados por la herramienta para los factores de uso de la tierra (F_{LU}), de manejo (F_{MG}) y de insumos (F_I) para los cultivos agrícolas perennes en función de la zonificación climática.

Zona climática	Práctica de gestión ESYRCE	F_{LU}	F_{MG}	F_I
Zona templada cálida, seca	Laboreo tradicional	1	1	0.95
	Laboreo mínimo	1	1.02	0.95
	Cubierta vegetal espontánea	1	1.1	1
	Cubierta vegetal sembrada	1	1.1	1.04
	Cubierta inerte	1	1.1	1
	Sin mantenimiento	1	1.1	1.15
	No laboreo	1	1.1	1.15
Zona templada cálida, húmeda	Laboreo tradicional	1	1	0.92
	Laboreo mínimo	1	1.08	0.92
	Cubierta vegetal espontánea	1	1.15	1
	Cubierta vegetal sembrada	1	1.15	1.11
	Cubierta inerte	1	1.15	1
	Sin mantenimiento	1	0.95	0.92
	No laboreo	1	0.95	0.92



Figura 36: Árbol de decisión sobre el manejo y los insumos para las tierras cultivadas y los cultivos perennes.

Tabla 13. Prácticas de gestión contempladas en la Encuesta ESYRCE para cultivos perennes (Fuente: ESYRCE, Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España²⁶).

Manejo/Insumos	Orientaciones
Laboreo tradicional	Alterar y remover, mediante implementos mecánicos, el perfil del suelo en una profundidad \geq a 20 cm
Laboreo mínimo	Laboreo superficial mediante la utilización de cultivadores, gradas y arado de cincel, cuya profundidad es < 20 cm
Cubiertas vegetales espontáneas	El suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal espontánea, cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica (siega), química (herbicidas) o pastoreo
Cubiertas vegetales sembradas	El suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal sembrada de gramíneas (cebada, ballico, bromo, etc.) o leguminosas (vezas, altramuces, etc.), cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica, química o pastoreo
Cubiertas inertes	El suelo está cubierto de restos de podas, piedras u otros compuestos inertes
Sin mantenimiento	El terreno no ha recibido en la última campana ninguna labor de mantenimiento ni de control de vegetación, ya sea mecánica, química o pastoreo
No laboreo	En cultivos leñosos, la calle de las plantaciones no recibe labor mecánica alguna, no se mantiene en ningún momento cubierta vegetal y suelen aparecer problemas de compactación

Tabla 14: Ternas de factores de uso de la tierra (F_{LU}), de manejo (F_{MG}) y de insumos (F_I) adoptadas para los cultivos perennes (Fuente: ESYRCE, Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España).

Manejo/Insumos (ESYRCE)	F_{LU}	F_{MG}	F_I
Laboreo tradicional	Cultivo de perennes	Labranza completa	Bajos
Laboreo mínimo	Cultivo de perennes	Labranza reducida	Bajos
Cubierta vegetal espontánea	Cultivo de perennes	Sin labranza	Medios
Cubierta vegetal sembrada	Cultivo de perennes	Sin labranza	Altos sin estiércol
Cubierta inerte	Cultivo de perennes	Sin labranza	Medios
Sin mantenimiento	Cultivo de perennes	Sin labranza	Bajos
No laboreo	Cultivo de perennes	Sin labranza	Bajos

²⁶ Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos (ESYRCE) tomada de la Edición de 2016 del documento "España, Informe Inventarios GEI 1990-2014".

ANEXO XII. TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: VALORES PARA LOS FACTORES FLU, FMG Y FI POR REGIÓN CLIMÁTICA

Tabla 15: Factores FLU, FMG y FI para los cultivos herbáceos. Se presentan los factores según el IPCC 2019 (Capítulo 5, Tabla 5.5)²⁷

Región climática	Uso del suelo (F _{LU})	Gestión (F _{MG})	Insumos (F _I)	F _{LU}	F _{MG}	F _I
Templada cálida, seca	Cultivado	Labranza completa	Bajos	0,76	1	0,95
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,37
			Altos sin estiércol			1,04
		Labranza Reducida	Bajos	0,76	0,99	0,95
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,37
			Altos sin estiércol			1,04
		Sin labranza	Bajos	0,76	1,04	0,95
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,37
			Altos sin estiércol			1,04
Templada cálida, húmeda	Cultivado	Labranza completa	Bajos	0,69	1	0,92
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,44
			Altos sin estiércol			1,11
		Labranza Reducida	Bajos	0,69	1,05	0,92
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,44
			Altos sin estiércol			1,11
		Sin labranza	Bajos	0,69	1,10	0,92
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,44
			Altos sin estiércol			1,11

Tabla 16: Factores F_{LU}, F_{MG} y F_I para para los cultivos perennes. Se presentan los factores según el IPCC 2019 (Capítulo 5, Tabla 5.5)

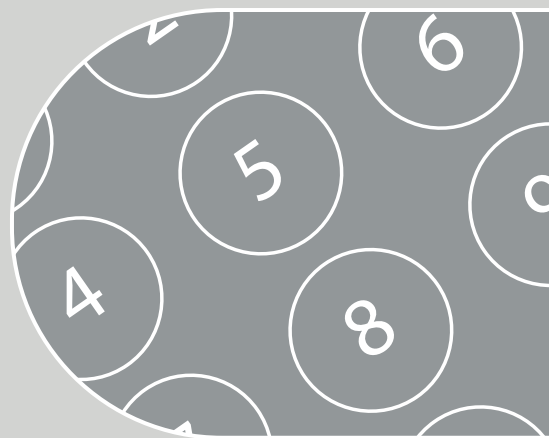
Región climática	Uso del suelo (F _{LU})	Gestión (F _{MG})	Insumos (F _I)	F _{LU}	F _{MG}	F _I
Templada cálida, seca	Cultivo perenne	Labranza completa	Bajos	0,72	1	0,95
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,37
			Altos sin estiércol			1,04
		Labranza Reducida	Bajos	0,72	1,02	0,95
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,37
			Altos sin estiércol			1,04
		Sin labranza	Bajos	0,72	1,1	0,95
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,37
			Altos sin estiércol			1,04
Templada cálida, húmeda	Cultivo perenne	Labranza completa	Bajos	0,72	1	0,92
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,44
			Altos sin estiércol			1,11
		Labranza Reducida	Bajos	0,72	1,08	0,92
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,44
			Altos sin estiércol			1,11
		Sin labranza	Bajos	0,72	1,15	0,92
			Medios			1
			Altos con estiércol			1,44
			Altos sin estiércol			1,11

²⁷ 2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

ANEXO XIII: TIERRAS DE CULTIVO Y DE PASTOS: CARBONO EN LA BIOMASA (C_{VEG_A} Y C_{VEG_F}).

En el caso de **tierras de cultivo (herbáceos y leñosos)** y **tierras de pasto (prados, praderas, pastizales y similares)**, para el cálculo de la reserva de carbono en la biomasa actual o futura (C_{VEG_A} y C_{VEG_F}), la calculadora se apoya en las existencias de carbono que proporciona el IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Cuadro 5.1 del IPCC 2006). Así, las existencias de carbono en la biomasa aérea se consideran de 2,1 t C/ha y año y 4,7 t C/ha **en cultivos leñosos y herbáceos anuales**, respectivamente. En las especies leñosas el carbono acumulado va incrementándose a medida que pasan los años, hasta que llega un momento (30 años), a partir del cual las ganancias y pérdidas anuales de biomasa se igualan (63 t C/ha). Para determinar las fracciones de carbono apropiadas para la biomasa herbácea, la herramienta aplica por defecto los valores de 0,50 y 0,47 t C/t MS (materia seca) en biomasa leñosa y biomasa herbácea, respectivamente (IPCC, 2006 e IPCC, 2019).

Con relación a las existencias de biomasa aérea en las **tierras de pasto**, la calculadora asume valores de 2,7 y 1,6 t MS/ha para las zonas templada cálida húmeda y templada cálida seca, respectivamente. Para las **tierras de pasto parecidos a los matorrales**, asume unas existencias de carbono de 11,5 t MS/ha, asumiendo matorrales similares a los brezales de *Calluna* con un contenido de 0,50 t C/t MS.





Herri-baltzua
Sociedad Pública del

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

EKONOMIAREN GARAPEN,
JASANGARRITASUN
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD
Y MEDIO AMBIENTE

www.euskadi.eus

www.ihobe.eus