

GUÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE ABSORCIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Mayo de 2019
Versión 4



ÍNDICE

1. OBJETIVO Y DESTINATARIOS	1
2. ACTUALIZACIÓN DE LA GUÍA	1

A. CONCEPTOS GENERALES

1. SUMIDERO DE CARBONO. DEFINICIÓN	A.1
2. LOS SUMIDEROS EN LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS PARA CAMBIO CLIMÁTICO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO	A.2
2.1 SUMIDEROS EN LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS	A.3
2.2 SUMIDEROS EN EL PROTOCOLO DE KIOTO	A.4
3. LOS SUMIDEROS EN ESPAÑA	A.6

B. CÁLCULO DE LAS ABSORCIONES GENERADAS POR LOS PROYECTOS DE ABSORCIÓN

1. TIPOS DE CÁLCULOS. <i>EX ANTE</i> Y <i>EX POST</i>	B.1
1.1 CÁLCULO <i>EX ANTE</i> .	B.1
1.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL CÁLCULO <i>EX ANTE</i>	B.1
1.1.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO. BASE CIENTÍFICA	B.2
1.1.3 CÁLCULO DE LAS ABSORCIONES DEL PROYECTO. TIPOS DE GESTIÓN	B.7
1.1.4 DATOS DE LA REPOBLACIÓN	B.9
1.1.5 OTRAS CONSIDERACIONES	B.9
1.2 CÁLCULO <i>EX POST</i>	B.10
1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CÁLCULO <i>EX POST</i>	B.10
1.2.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO	B.10
1.2.3 DATOS DE LA REPOBLACIÓN	B.11
ANEXO	B.12

1. OBJETIVO Y DESTINATARIOS

Esta guía se plantea como un documento explicativo de las metodologías de cálculo desarrolladas para la estimación de las absorciones de CO₂ en el marco del Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).

Se circunscribe a **las absorciones de dióxido de carbono** generadas por las tipologías de proyectos inscribibles en el Registro y especificadas en el documento de apoyo de proyectos de absorción publicado en la página web del Registro.

Es importante destacar que las metodologías están basadas en la mejor información disponible que, de manera homogénea en cuanto a calidad de los datos, proporciona estimaciones a nivel nacional de todas las especies forestales arbóreas. Dicha metodología podrá ser objeto de revisiones conforme se vaya disponiendo de mejor información al respecto.

Este documento se complementa con la **Calculadora de absorciones de CO₂** y sus instrucciones de uso, así como con el **documento de apoyo de proyectos de absorción de CO₂** disponibles en la [página web del Ministerio para la Transición Ecológica](#).

2. ACTUALIZACIÓN DE LA GUÍA

El Ministerio para la Transición Ecológica efectuará revisiones periódicas de esta Guía y facilitará, a través de su página web, la actualización del documento mediante nuevas versiones de éste.

A.

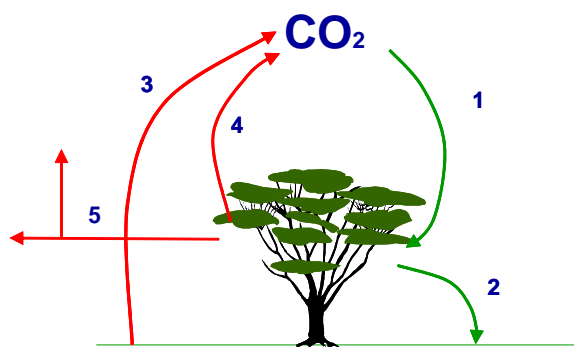
**CONCEPTOS
GENERALES**

1. SUMIDERO DE CARBONO. DEFINICIÓN

Un reservorio de carbono es un depósito o almacén de carbono que puede funcionar como fuente o como sumidero de carbono. El proceso, en el caso de los ecosistemas vegetales, es el siguiente:

Donde:

1. Absorción por fotosíntesis
2. Carbono incorporado al suelo desde la vegetación, COS.
3. Pérdida de carbono del suelo (mineralización, respiración heterotrófica, etc.)
4. Emisiones por respiración autotrófica y emisiones de Compuestos orgánicos volátiles (COVs)
5. Retirada de carbono por eliminación de la vegetación (cosecha, explotación forestal, incendio, etc.)



Si los procesos 1 y 2 producen más absorciones que emisiones se derivan de los procesos 3, 4 y 5, el reservorio será considerado sumidero de carbono, mientras que si es al revés, si hay más emisiones que absorciones, el reservorio se considerará una fuente.

Un sumidero es todo proceso o mecanismo que hace desaparecer de la atmósfera un gas de efecto invernadero. Un reservorio dado puede ser un sumidero de carbono atmosférico si, durante un intervalo de tiempo determinado, es mayor la cantidad de carbono que entra en él que la que sale de él.

2. LOS SUMIDEROS EN LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS PARA CAMBIO CLIMÁTICO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO

Desde 1990, la lucha frente a los efectos adversos del cambio climático ha sido una de las prioridades más importantes de la política ambiental mundial y, en particular, de la UE. Tras un largo proceso de negociación, la respuesta internacional ante el reto del cambio climático se ha materializado en dos instrumentos jurídicos:

- **La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)** adoptada en 1992, que entró en vigor en 1994 y
- **El Protocolo de Kioto**, que desarrolla y dota de contenido concreto las prescripciones genéricas de la Convención.

La Convención, ratificada por 196 países, tiene como objetivo último lograr una estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el fin de impedir perturbaciones peligrosas de carácter antropogénico en el sistema climático. Por otro lado, el Protocolo de Kioto, adoptado en 1997 establece, por primera vez, objetivos de reducción o limitación de emisiones de gases de efecto invernadero legalmente vinculante para los principales países desarrollados y con economías en transición.

Los sumideros son objeto de atención tanto en la Convención de Cambio Climático como en el Protocolo de Kioto. De manera resumida:

En la **Convención Marco de Naciones Unidas para Cambio Climático**, las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura se incluyen como un sector más, que puede contribuir a la mitigación del cambio climático o a su empeoramiento, dependiendo de las políticas y medidas de lucha contra el cambio climático que se apliquen en dicho sector para lograr el objetivo último de dicha Convención.

El Protocolo incluye determinadas actividades dentro del sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF por sus siglas en inglés), de las que cada país deberá contabilizarse las emisiones o absorciones netas a efectos del cumplimiento de los objetivos de reducción o limitación de emisiones adquiridos en este protocolo.

- Las actividades relacionadas con uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura permitidas para añadir o sustraer unidades a la cuota de emisión asignada de los países son: **forestación, reforestación y deforestación** (artículo 3.3. del Protocolo de Kioto).
- Además de éstas, las actividades adicionales que se permiten durante el primer periodo de compromiso son las siguientes: **gestión de tierras agrícolas, gestión forestal, gestión de pastizales y revegetación** (artículo 3.4. del Protocolo).

Como se ha visto el tratamiento de los sumideros es distinto según se trate de la Convención o del Protocolo de Kioto. A continuación se detallan las características principales para cada uno de estos.

2.1 SUMIDEROS EN LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS

La Convención establece, entre otros aspectos, una serie de principios y compromisos.

- Entre los principios recogidos en el artículo 3 de la Convención, se establece que las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente:
 - 3. [...] A tal fin, esas políticas y medidas deberían tener en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes, **sumideros** y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero y abarcar todos los sectores económicos. Los esfuerzos para hacer frente al cambio climático pueden llevarse a cabo en cooperación entre las Partes interesadas.
- En cuanto a los compromisos, recogidos en el artículo 4 todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán:
 - 1.d) Promover la gestión sostenible y promover y apoyar con su cooperación la conservación y el reforzamiento, según proceda, de los **sumideros** y depósitos de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, inclusive la biomasa, los bosques y los océanos, así como otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos;

Además, la Convención establece que las Partes que son países desarrollados y las demás Partes incluidas en el anexo I se comprometen específicamente a lo que se estipula a continuación:

- 2.a) Cada una de esas Partes adoptará políticas nacionales y tomará las medidas correspondientes de mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero y **protegiendo y mejorando sus sumideros** y depósitos de gases de efecto invernadero. Esas políticas y medidas demostrarán que los países desarrollados están tomando la iniciativa en lo que respecta a modificar las tendencias a más largo plazo de las emisiones antropógenas de manera acorde con el objetivo de la presente Convención, [...]

Lo anteriormente expuesto demuestra la gran importancia que se otorga a los sumideros como elemento de mitigación en la Convención de Cambio Climático.

2.2 SUMIDEROS EN EL PROTOCOLO DE KIOTO

Por otro lado, en el marco del Protocolo de Kioto, los sumideros de carbono se refieren al aumento de carbono almacenado en determinados ecosistemas, como consecuencia de determinadas actividades en el sector de uso de la tierra, cambio de uso del suelo y silvicultura. Como se ha comentado anteriormente esto queda reflejado en sus artículos 3.3 y 3.4.

Todas las absorciones o emisiones derivadas de las actividades obligatorias y de aquellas actividades voluntariamente elegidas por los países, serán restadas (si son sumideros) o sumadas (si son fuentes) a las emisiones del resto de sectores, y contribuirán, como las variaciones de emisiones de otro sector difuso cualquiera, al cumplimiento o incumplimiento de los objetivos de reducción o limitación de emisiones adquiridos en el ámbito del Protocolo de Kioto.

A continuación se detalla el contenido de los artículos 3.3 y 3.4.

ARTÍCULO 3.3. FORESTACIÓN, REFORESTACIÓN Y DEFORESTACIÓN

El texto del párrafo 3 del artículo 3 del protocolo de Kioto establece que *“las variaciones netas de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero que se deban a la actividad humana directamente relacionada con el cambio del uso de la tierra y la silvicultura, limitada a la forestación, reforestación y deforestación desde 1990, calculadas como variaciones verificables del carbono almacenado en cada período de compromiso, serán utilizadas a los efectos de cumplir los compromisos de cada Parte [...]”*.

Se contabilizarán como sumidero las absorciones netas producto de las actividades mencionadas en el párrafo anterior que se produzcan durante el periodo de compromiso. Para poder contabilizarlas, será necesario que hayan sido directamente producidas por el hombre y hayan tenido lugar a partir del 31 de diciembre de 1989. Adicionalmente, se establece la condición de que los cambios en los stocks de carbono deben ser verificables.

Los países firmantes del Protocolo tienen obligación de informar sobre estas actividades, contabilizándose las absorciones pero también las emisiones si estas actividades reducen el carbono almacenado en vez de aumentarlo (emisiones netas de CO₂).

En cuanto a las definiciones de las actividades se establece que:

- **Forestación** es la conversión, por actividad humana directa, de tierras que carecían de bosque, durante un periodo de al menos 50 años, en tierras forestales mediante plantación, siembra o fomento antrópico de semilleros naturales.
- Se considera **reforestación** la conversión por actividad humana directa de tierras no boscosas en boscosas mediante plantación, siembra o fomento antrópico de semilleros naturales, en tierras que estuvieron forestadas pero que actualmente están deforestadas. Durante el primer periodo de compromiso, las actividades de

reforestación se limitarán a la reforestación de terrenos carentes de bosques al 1 de enero de 1990.

- La **deforestación** es la conversión de tierras boscosas en no forestales por actividad humana directa.

En el primer periodo de compromiso, los países se tendrán que contabilizar todas las absorciones o emisiones netas que se hayan producido entre 2008 y 2012 en tierras forestadas, reforestadas o deforestadas desde 1990 hasta el final de dicho periodo de compromiso. Esta regla se mantiene para el segundo periodo de compromiso de Kioto (2013-2020).

ARTÍCULO 3.4. ACTIVIDADES ADICIONALES

El párrafo 4 del artículo 3 establece que “[...] *la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo determinará las modalidades, normas y directrices sobre la forma de sumar o restar a las cantidades atribuidas a las Partes del anexo I actividades humanas adicionales relacionadas con las variaciones de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero en las categorías de suelos agrícolas y de cambio del uso de la tierra y silvicultura [...]*”.

Posteriormente, en los acuerdos de Marrakech (2001), se establecieron las actividades adicionales que podían ser elegidas de manera voluntaria por los países:

- la **gestión de bosques**,
- la **gestión de tierras agrícolas**,
- la **gestión de pastizales** y
- la **revegetación**,

En el caso de que se eligiese cualquiera de ellas debe demostrarse que esas actividades han tenido lugar desde 1990 y son actividades humanas.

Posteriormente, en 2011, se decidió que la gestión forestal fuese de consideración obligatoria para todos los Países del Protocolo de Kioto, y se añadió una nueva actividad voluntaria:

- **Drenaje y rehumectación de humedales.**

De manera resumida se definen estas actividades de la siguiente manera:

- La gestión de bosques se refiere a la utilización de prácticas para la administración y uso de tierras forestales con objeto de permitir que el bosque cumpla sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible (podas, claras, etc.).
- La gestión de tierras agrícolas consiste en la aplicación de prácticas en tierras dedicadas a cultivos agrícolas y en tierras mantenidas en reserva o no utilizadas temporalmente para la producción agrícola (barbecho sin suelo desnudo, no laboreo, etc.).

- La gestión de pastizales consiste en la realización de prácticas en tierras dedicadas a la ganadería para manipular la cantidad y el tipo de vegetación y de ganado producidos (riego, fertilización de pastos, etc.).
- La revegetación se define como la actividad humana directa realizada con el objetivo de aumentar el carbono almacenado en determinados lugares mediante el establecimiento de vegetación en una superficie mínima de 0.05 ha y que no se ajusta a las definiciones de forestación y reforestación (por ejemplo, márgenes de autopistas, parques, etc.).

3. LOS SUMIDEROS EN ESPAÑA

El Protocolo de Kioto exige que cada país establezca una definición de bosque en función de tres parámetros fundamentales: la fracción de cabida cubierta, la superficie, y la altura mínima que debe tener el bosque en su madurez. Se deja cierta flexibilidad a los países de manera que dicha definición pueda reflejar las diferentes circunstancias nacionales (diferentes tipos de bosque), estableciendo umbrales para dichos parámetros.

La **definición de bosque adoptada por España**, a efectos de informar tanto a la Convención como al Protocolo de Kioto, comprende las tierras pobladas con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y que se ajusten a los siguientes parámetros:

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

Esto incluye la consideración de bosque de aquellos sistemas de vegetación actualmente inferiores a dichos umbrales pero que se espera que lo rebasen.

Adicionalmente se ha considerado para el cómputo de las superficies de bosque un umbral de anchura mínima de 25 metros para los elementos lineales. Éste no es un parámetro fijado por el Protocolo de Kioto, sin embargo, se recomienda que se proporcione este dato.

La elección del umbral del 20% es coherente con la definición de bosque como monte arbolado que utiliza el Inventario Forestal Nacional. En concreto, el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), elaborado entre los años 1997 y 2007, define “monte arbolado” de la siguiente manera:

“Terreno poblado por especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y con una fracción de cabida cubierta por ella igual o superior al 20%; el concepto incluye las dehesas de base cultivo o pastizal con labores, siempre que la fracción de cabida cubierta sea igual o superior al 20%. También comprende los terrenos con plantaciones monoespecíficas o poco diversificadas de especies forestales arbóreas, sean autóctonas o alóctonas, siempre que la intervención humana sea débil y discontinua, pero excluye las tratadas como cultivos, o sea, con una fuerte y continua intervención humana, para la

obtención de frutos, elementos decorativos, hojas, compuestos químicos, flores, plantas de jardinería, varas, biomasa, etc., más próximas a los ecosistemas agrícolas que a los forestales, así como los parques urbanos aunque estén arbolados, los árboles sueltos, los bosquetes de cabida menor de 0,25 ha., las alineaciones de pies de anchura menor de 25 metros”.

Por otro lado, se diferencian las obligaciones existentes para los países según se trate del artículo 3.3 o del artículo 3.4 del Protocolo de Kioto. Así, todos los países firmantes

- Están obligados a contabilizar las absorciones o emisiones netas producidas por las actividades de forestación, reforestación y deforestación (actividades reguladas por el artículo 3, párrafo 3 del Protocolo), así como de las derivadas de la gestión forestal (regulado por el artículo 3, párrafo 4 del Protocolo, pero obligatoria para el periodo 2013-2020).
- Pueden elegir entre las actividades de elección voluntaria, (que se regulan por el artículo 3, párrafo 4 del Protocolo).

De esta manera, **España informa sobre la forestación, reforestación y deforestación, así como sobre las actividades de gestión forestal y de gestión de tierras agrícolas.**

B.

**CÁLCULO DE LAS
ABSORCIONES
GENERADAS POR
LOS PROYECTOS DE
ABSORCIÓN**

A efectos de la inscripción en el Registro, el Ministerio para la Transición Ecológica ha elaborado una metodología simplificada de cálculo para las dos tipologías de proyectos que pueden inscribirse. Esta metodología distingue entre cálculos *ex ante* y cálculos *ex post* y proporciona estimaciones para todas las especies forestales arbóreas de España.

En ambos casos, la metodología de cálculo propuesta se encuentra en el marco de las directrices y orientaciones sobre buenas prácticas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), utilizadas a su vez en la elaboración del Inventario Nacional de gases de efecto invernadero de España.

Este apartado refleja los detalles metodológicos en los que se basa el cálculo, indicando las fuentes y las hipótesis consideradas.

1. TIPOS DE CÁLCULOS. EX ANTE Y EX POST

Se plantea la posibilidad de realizar los cálculos en base a dos metodologías distintas. La utilización de una u otra metodología dependerá del momento en el que se realice el cálculo. Éstas son las siguientes:

- A. **Cálculo EX POST:** cálculo en base a los datos reales de la repoblación en un momento concreto.
- B. **Cálculo EX ANTE:** cálculo en base a estimaciones del crecimiento de las especies para el periodo de permanencia del proyecto. Este dato permite a los promotores de los proyectos conocer de manera aproximada cuáles serán las absorciones que conseguirá su proyecto.

En ambos casos se considerará únicamente la biomasa viva (tanto aérea como subterránea) excluyendo de la contabilización la materia orgánica muerta y el carbono orgánico del suelo.

A continuación se detalla la metodología de cálculo seguida para ambos casos.

1.1 CÁLCULO EX ANTE.

1.1.1 Características del cálculo *ex ante*

Se ha considerado necesario facilitar una estimación de las absorciones que puede llegar a generar un proyecto, de manera que el promotor conozca con antelación, y de forma aproximada, cuántas absorciones podrá ceder para compensación. Tal y como se indica más

adelante, este dato también será utilizado para determinar la cantidad de absorciones de dióxido de carbono futuras que un proyecto podrá ceder para compensación.

Como se verá más adelante se distinguen dos casos en base a la gestión de la masa forestal realizada, siendo la base metodológica del cálculo la misma. A modo resumen, se puede indicar que **el cálculo se basa en la determinación de las absorciones de dióxido de carbono por ejemplar plantado, para posteriormente aplicar este dato a todo el proyecto, en función del número de ejemplares que se espere haya al final del periodo de permanencia o bien, al final del turno en caso de que éste sea de una duración inferior a dicho periodo.**

La complejidad en la determinación de la metodología se debe a la gran heterogeneidad en cuanto al detalle de la información disponible actualmente. Se ha detectado que existe abundante información sobre el crecimiento de algunas especies forestales españolas, mientras que para otras la información es muy escasa. También son diversas las fuentes de información, variando en cuanto al nivel de detalle o datos de partida.

Todas estas circunstancias, junto con la necesidad de facilitar una metodología de cálculo sencilla, homogénea, basada en datos oficiales y válida para todas las especies forestales de España y todas sus regiones, ha llevado a la utilización del método y fuentes de información que se expone en el siguiente apartado.

1.1.2 Metodología de cálculo. Base científica

Se considera la siguiente fórmula de las *Orientación sobre Buenas Prácticas en el Sector Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura* de 2003 del IPCC (en adelante, GPG-LULUCF 2003), como punto de partida para el cálculo de las absorciones de dióxido de carbono.

$$\Delta C = \Delta C_{BV}$$

Como se explicará posteriormente, para los cálculos se tendrá en cuenta únicamente la variación de las reservas de carbono en la biomasa viva (ΔC_{BV}), incluyendo biomasa sobre el suelo y bajo el suelo. Ésta será función del crecimiento y de las pérdidas, es decir:

$$\Delta C = \Delta C_{BV} = \Delta C_{CRECIMIENTO} + \Delta C_{PÉRDIDAS}$$

Donde:

- $\Delta C_{CRECIMIENTO}$: aumento de las reservas de carbono en la biomasa viva sobre el suelo y bajo el suelo por efecto del crecimiento, en t C.
- $\Delta C_{PÉRDIDA}$: disminución de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto de las pérdidas derivadas de la recolección, de la recogida de leña y de las perturbaciones, en t C (signo negativo).

Las pérdidas quedarán incluidas en la fórmula de forma implícita ya que los cálculos se hacen en función del número de pies que previsiblemente permanecerán transcurrido un número determinado de años.

Así, la fórmula que expresa la variación de las reservas de carbono por pie, y que **será la fórmula utilizada para realizar los cálculos ex ante**, queda de la siguiente manera:

$$\Delta C_{pie} = \Delta C_{BV} = \Delta C_{CRECIMIENTO} = \sum [Vn_{CC} \cdot FC \cdot FEB \cdot D \cdot (1 + R)]$$

Donde:

- n : nº de años (edad del ejemplar)
- Vn_{CC} : volumen maderable con corteza según especie para el año n en m^3
- FC : fracción de carbono de la materia seca, en $t\ C / t\ m.s.$
- FEB : factor de expansión de biomasa para convertir el incremento neto anual (incluida la corteza) en incremento de biomasa arbórea sobre el suelo, sin dimensiones.
- D : densidad madera básica, en $t\ m.s. / m^3$
- R : relación raíz-vástago, sin dimensiones

A continuación se indican las fuentes de información a las que se ha recurrido para obtener los valores según especies de los parámetros de la fórmula anterior:

- ⇒ El producto $FEB \cdot D$ se obtiene, para cada especie, a partir de los datos incluidos en el Informe de Inventarios de GEI de España 1990-2012 (2014). En el Informe, este producto se obtiene de los cálculos realizados por el CREAM (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales) para cada especie, valores que han sido validados intencionalmente a través de Accion Cost E21, por referirse específicamente a especies forestales en territorio español, siendo así más ajustados a la realidad nacional que los factores por defecto del IPCC y por considerarse conservadores. Los valores de los $FEB \cdot D$ que no han sido calculados por el CREAM, se obtienen por medio de comparación con especies similares, o se le asigna el valor por defecto 0,8 (1,6-0,5), de acuerdo con la publicación IPCC-1996.
- ⇒ El valor de la **fracción de carbono de la materia seca** (FC) es el que se toma por defecto en el IPCC, 0,5 $t\ C / t\ m.s.$
- ⇒ Los valores del **factor de expansión de las raíces** (R), se obtienen a partir de los datos aportados en el siguiente artículo: R.-Ruiz Peinado, G. Montero, M. del Río, *Modelos para estimar las reservas de carbono en la biomasa de especies de coníferas y de frondosas en España*, 2014.

Para las especies no incluidas en el estudio, se han hecho asimilaciones entre especies consideradas como similares en cuanto a esta variable

El caso del **volumen maderable con corteza** (V_{ncc}) merece un tratamiento especial debido a la complejidad de su determinación.

Como se ha comentado, el objetivo es obtener el valor del volumen esperado de un ejemplar al final del periodo de permanencia del proyecto o bien, al final del turno en caso de que éste sea de una duración inferior a dicho periodo. Sin embargo, debido a la cantidad de variables que influyen en el crecimiento de un ejemplar de una misma especie (tipo de suelo, clima, exposición, etc.), ha sido difícil encontrar ecuaciones que relacionasen el crecimiento en volumen o en diámetro, con el tiempo y, en algunos casos, ha sido necesario asimilar el crecimiento de unas especies al de otras.

A continuación se indican las fuentes de información a las que se ha recurrido para obtener los valores según especies de los parámetros de la fórmula anterior:

- Por un lado, se han encontrado dos fuentes en las que se relaciona directamente el volumen con el tiempo:
 - Madrigal Collazo, J.G. Alvarez Gonzáles, R. Rodríguez Soalleriro, A. Rojo Alboreca. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid, *Tablas de producción para los montes españoles*, 1999.
 - Tabla 7 de las publicaciones “*Las Coníferas en el primer Inventario Forestal Nacional*” y “*Las Frondosas en el primer Inventario Forestal Nacional*”, 1979.
- Para las especies no incluidas en las tablas de producción de la mencionada publicación, ni en la tabla 7 del IFN1, se ha obtenido la relación tiempo – diámetro para posteriormente calcular el volumen. Las fuentes son las siguientes:
 - Anexo 2 (Ajustes parabólicos D-t) de las publicaciones “*Las Coníferas en el primer Inventario Forestal Nacional*” y “*Las Frondosas en el primer Inventario Forestal Nacional*”, 1979.
 - Tabla 201 del Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2007).

En el Anexo 2 del IFN1 se presentan curvas parabólicas que relacionan el diámetro con la edad de los ejemplares según diferentes especies. Por otro lado, la tabla 201 del IFN3, relaciona el diámetro con el volumen según especies para las distintas provincias en las que se encuentran dichas especies. Así, para las especies en las que no se puede obtener directamente el volumen en función del tiempo, se ha recurrido a estas otras dos fuentes.

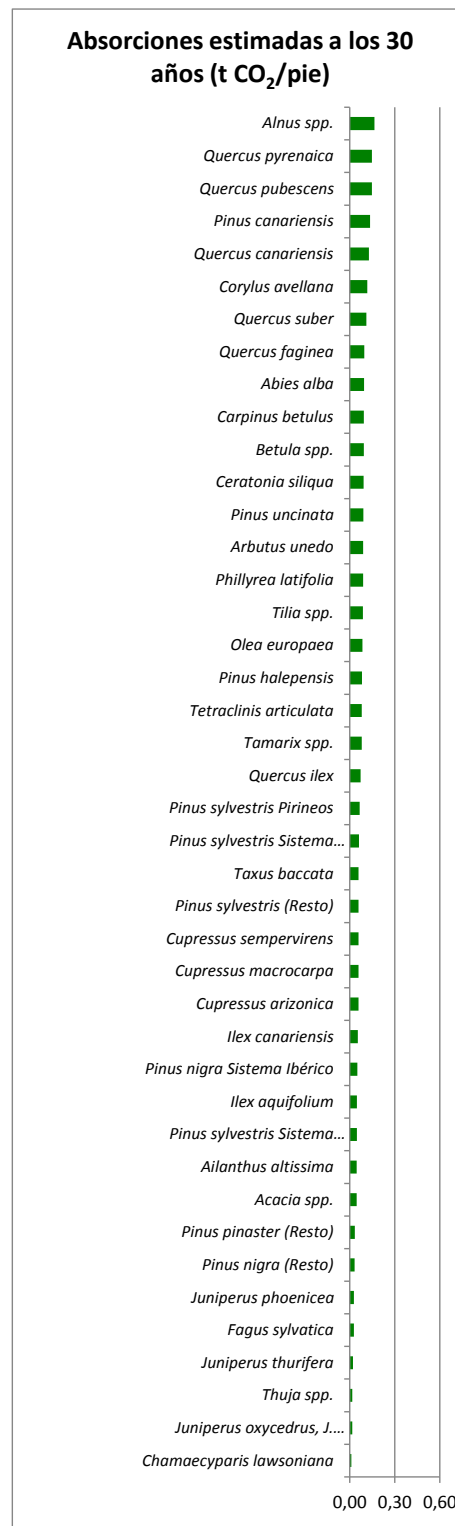
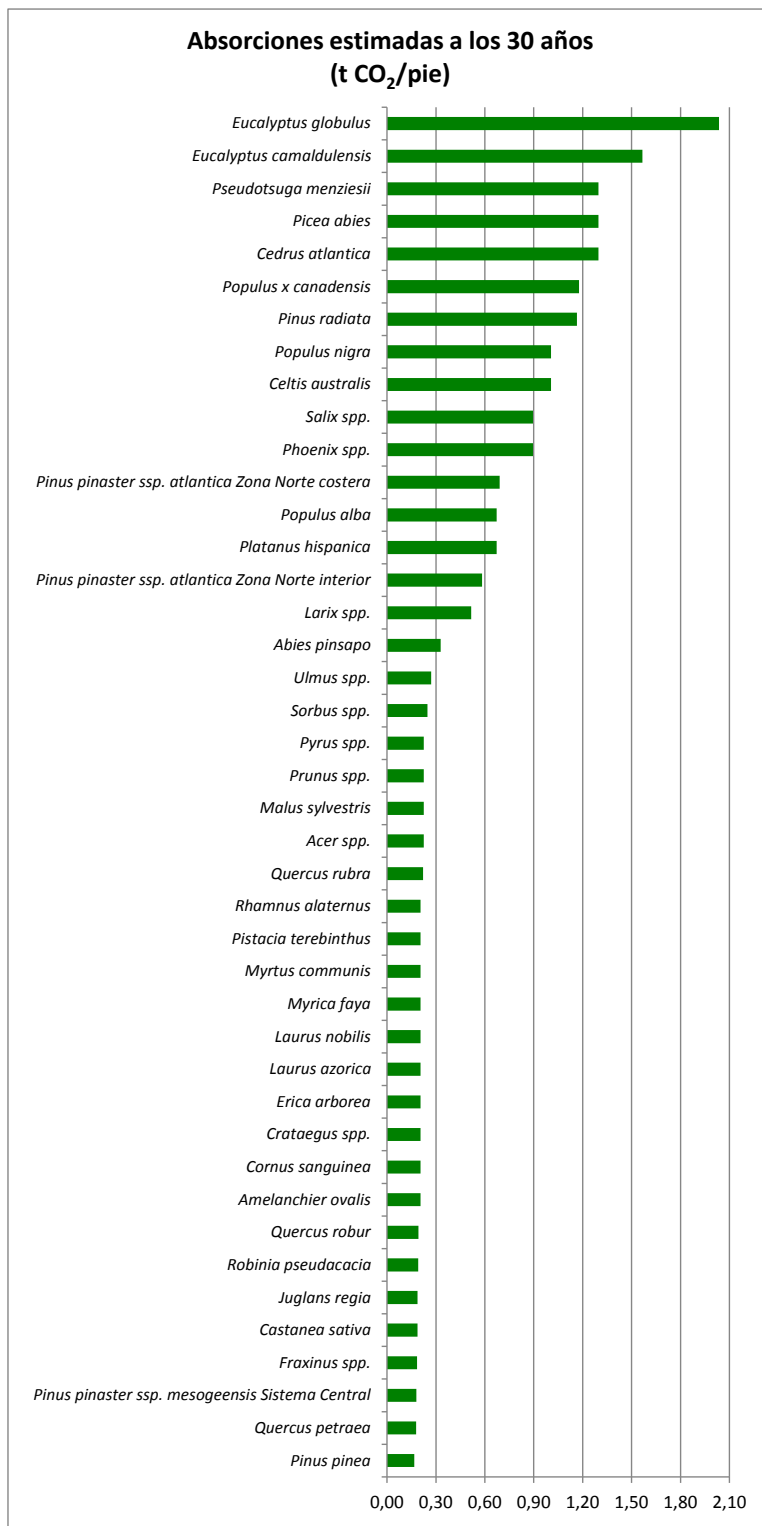
- Para las especies *Quercus ilex*, *Quercus suber* y *Larix spp.*, se ha obtenido la relación diámetro – tiempo a través de la información incluida en el Informe de emisiones de gases de efecto invernadero en España 1990-2012. La relación

diámetro - volumen, se ha extraído de la Tabla 201 del Inventario Forestal Nacional 3.

A continuación se expone un gráfico en el que se aprecian las absorciones unitarias que se estima, fijen las distintas especies transcurridos 30 años.

Así mismo, en el Anexo se incluyen los valores de absorciones unitarias calculadas para cada especie y para las edades 20, 25, 30, 35 y 40 años así como las fuentes de donde se han obtenido. Cabe destacar que se ha considerado un crecimiento lineal diferente para cada rango de edad (menos de 30 años, entre 30 y 40 años y más de 40 años).

Absorciones unitarias estimadas a los 30 años según especies:



1.1.3 Cálculo de las absorciones del proyecto. Tipos de gestión

Aplicando la metodología expuesta en el apartado anterior obtendríamos las absorciones que se espera, alcance un ejemplar de una especie concreta para un periodo determinado. A nivel de proyecto, en caso de que al finalizar este periodo la masa forestal permanezca, las absorciones se calcularán multiplicando los datos unitarios según especie, por el número de pies que se prevé que existan al final de dicho periodo.

Sin embargo, en función de cuál sea el objetivo de la repoblación, en ocasiones el periodo de permanencia del proyecto será superior al turno de corta previsto. Si este fuera el caso, sólo podrá considerarse que estas repoblaciones producen absorciones si la masa se repone una vez cortada. Aun así, como veremos a continuación, las absorciones que se estima que se produzcan en estos casos, serán inferiores a las que se producirían en caso de que la masa no se cortase.

De esta manera, se distinguen dos metodologías de cálculo en función del tipo de gestión llevada a cabo.

- ⇒ El fin de la repoblación no es productivo o bien, el turno de corta previsto sea superior al periodo de permanencia.
- ⇒ Repoblaciones de aprovechamiento intensivo cuyo turno de corta es inferior al periodo de permanencia.

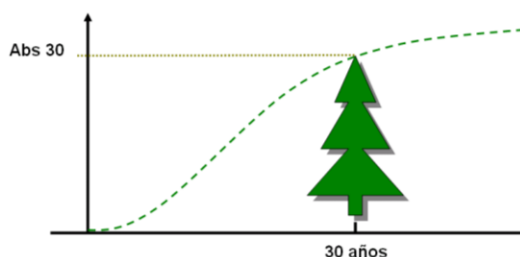
Seguidamente se expone detalladamente el procedimiento de cálculo seguido en cada uno de estos dos casos:

Sin aprovechamiento maderero o aprovechamiento no intensivo

En este caso, se aplicará la fórmula expuesta anteriormente introduciendo el número de pies de cada especie que se espera, exista al final del periodo de permanencia.

Aunque durante los años transcurridos hasta alcanzar el periodo de permanencia puedan producirse pérdidas de biomasa (extracciones de madera por claras, clareos, etc.) que supondrían las correspondientes pérdidas de CO₂ absorbido, éstas vienen implícitas en la fórmula ya que, el número de pies de cada especie que hay que introducir en la misma es el que se prevé que exista al final del periodo de permanencia teniendo en cuenta las posibles pérdidas que se produzcan por marras, mortalidad natural, trabajos selvícolas, etc.

Gráficamente, las absorciones logradas a lo largo del tiempo, seguirían el patrón que se muestra en la figura, que se asemejan a las curvas sigmoideas que definen el crecimiento en volumen de los árboles a lo largo del tiempo:



Cabe recordar que, a efectos de la inscripción en este Registro, el periodo mínimo de permanencia que se exige (acreditarlo mediante la documentación pertinente) deberá ser de 30 años. Por otra parte, si bien es cierto que no existe un máximo en el periodo de permanencia permitido, no podrán realizarse transacciones de absorciones a futuro (*ex ante*) calculadas para un periodo superior a 50 años debido al grado de incertidumbre asociada a espacios de tiempo tan prolongados.

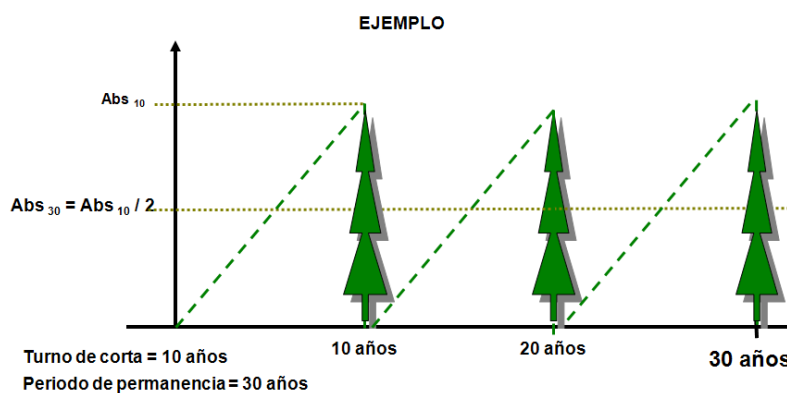
Aprovechamiento intensivo. Cortas a hecho

Si se trata de masas sometidas a una gestión intensiva en la que se realizan cortas a hecho al alcanzarse el turno de corta, el CO₂ absorbido por los ejemplares será máximo en el instante previo a la corta y pasará a ser nulo una vez se haya realizado (oxidación instantánea en el Protocolo de Kioto I).

Sin embargo, si la masa se repone tras la corta, se considera que, transcurrido el periodo que comprende el turno de corta, volverán a alcanzarse las mismas cotas de absorción. Siempre que el plan de gestión asegure que la masa será repuesta tras la corta, los ciclos de absorciones seguirán el patrón descrito. Así, se estima que las absorciones *ex ante* alcanzadas por un proyecto en el que se producen cortas a hecho con un turno determinado (y de duración inferior al periodo de permanencia), serán el resultado de la media de las absorciones producidas durante el mencionado turno.

Gráficamente, las absorciones logradas a lo largo del tiempo, seguirían un patrón **Absorciones – tiempo** en forma de dientes de sierra como el que se muestra en la figura cuyos máximos de absorción se producen al final de cada turno y los mínimos a su inicio.

En el ejemplo se observa que, para un turno de corta de 10 años y un periodo de permanencia de 30 años, el stock de las absorciones disponibles al final del periodo de permanencia serían las correspondientes al stock medio. Este valor se asimila a la mitad del stock acumulado antes de la corta (stock de absorciones a los 5 años considerando un aumento lineal de las absorciones con el tiempo hasta la finalización del turno).



Cabe señalar que las gráficas expuestas se han incluido con el fin de facilitar la comprensión y no representan modelos precisos de crecimiento.

1.1.4 Datos de la repoblación

De lo expuesto anteriormente, se deduce que para determinar las absorciones generadas por un proyecto será necesario conocer el resultado de la fórmula de variación de las reservas de carbono en un pie expuesta anteriormente, el tipo de gestión llevada a cabo y el número de pies que se estima, existirán al final del periodo considerado. En concreto, necesitaremos conocer:

- **Las Especies** que se han utilizado para llevar a cabo la repoblación.
- **La región biogeográfica donde se encuentra** el proyecto, ya que en algunos casos se cuenta con datos diferenciados de crecimiento de las especies según regiones.
- **El periodo de cálculo.** Será necesario conocer el periodo para el que se desea calcular las absorciones. Como se ha comentado, para el caso de repoblaciones no intensivas, este periodo coincidirá con **periodo de permanencia** del proyecto y, si se trata de cortas a hecho, será necesario conocer el **turno de corta**.

Finalmente será necesario conocer con el **número de pies** de cada especie que se prevé, existirán transcurridos esos años.

1.1.5 Otras consideraciones

Según GPG-LULUCF 2003, la fórmula de partida para el cálculo de absorciones de CO₂ obtenidas por un proyecto forestal, es la siguiente:

$$\text{Remociones netas antropogénicas (CO}_2\text{)} = \text{CO}_2 \text{ proyecto} - \text{CO}_2 \text{ línea base} - \text{CO}_2 \text{ fugas}$$

En el caso de los proyectos de absorción de dióxido de carbono de la sección b) del Registro, se ha decidido considerar tanto las emisiones de la línea base y las fugas como nulas.

Así, se tiene que las remociones netas de CO₂ se corresponderán con el CO₂ absorbido por el proyecto:

$$\text{Remociones netas antropogénicas (CO}_2\text{)} = \text{CO}_2 \text{ proyecto}$$

Por otro lado, la variación de las reservas de carbono obtenidas por un proyecto según GPG-LULUCF 2003, se obtiene teniendo en cuenta los siguientes depósitos:

$$\Delta C = \Delta C_{BV} + \Delta C_{MOM} + \Delta C_{Suelos}$$

Donde;

ΔC : variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en bosques, en t C/año.

ΔC_{BV} : variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye biomasa sobre el suelo y bajo el suelo), en tierras convertidas en bosques, en t C/año.

ΔC_{MOM} : variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y detritus), en tierras convertidas en bosques, en t C/año.

Sin embargo, tal y como se comentaba anteriormente, para los cálculos se tendrá en cuenta únicamente la variación de las reservas de carbono en la biomasa viva (ΔC_{BV}), resultado del balance de crecimientos y pérdidas de biomasa viva sobre y bajo el suelo, es decir:

$$\Delta C = \Delta C_{BV} = \Delta C_{CRECIMIENTO} + \Delta C_{PÉRDIDAS}$$

Por último, la conversión de las toneladas de carbono (t C) a toneladas de CO₂ (t CO₂), se realiza a través de la relación del peso molecular del CO₂ y el peso del átomo de C:

$$\Delta CO_2 = \Delta C \times \frac{44}{12}$$

1.2 CÁLCULO EX POST

1.2.1 Características del cálculo *ex post*

Se trata de estimaciones en el momento en que las absorciones están teniendo lugar. Así, los cálculos se realizan en base a modelos que estiman el peso de la biomasa seca de los árboles según especies a partir de datos reales de la repoblación en un momento concreto (especie, diámetro y altura).

En estos momentos se está desarrollando la metodología que se habilitará para realizar los cálculos *ex post* en el marco del Registro.

1.2.2 Metodología de cálculo

Se plantea utilizar una metodología basada en **modelos que estiman el peso de la biomasa de los árboles** para las distintas especies.

Una vez se ha determinado el peso de la biomasa seca a partir de estas ecuaciones, el peso del carbono fijado se calculará en función del valor de FC (fracción de carbono contenido en la materia seca) que, de forma genérica, es de 0,5 kg C /kg m.s. (IPCC, 2003). Por último, como se explicaba anteriormente, la conversión de C fijado a CO₂, se realizará a partir de la relación de los pesos moleculares, es decir, multiplicando el valor del C fijado por 44/12.

Los modelos de estimación de biomasa se confeccionan a partir de datos obtenidos en campo mediante el apeo, desramado, pesado de fracciones de biomasa en campo, y la determinación de la materia seca en el laboratorio, y se estructuran de la siguiente manera:

- ⇒ Variables explicadas: Peso seco de las distintas fracciones de biomasa del árbol.
- ⇒ Variables independientes: Diámetro normal y altura total del árbol.
- ⇒ Análisis estadístico: Ajuste de sistemas de ecuaciones mediante distintos procedimientos

Como ejemplo, se presenta el modelo de obtención de biomasa que se presenta para el *Abies alba* en la reciente publicación de Gregorio Montero, Ricardo Ruiz-Peinado y Miren Muñoz, “Modelos de biomasa para estimar los stocks de carbono para coníferas y frondosas en España”:

Fuste	$W_s = 0,0189 \cdot d^2 \cdot h$
Ramas mayores de 2 cm Ø	$W_{b7} + W_{b27} = 0,0584 \cdot d^2$
Ramas menores de 2 cm Ø + acículas	$W_{b2+n} = 0,0371 \cdot d^2 + 0,968 \cdot h$
Raíces	$W_r = 0,101 \cdot d^2$
Biomasa total aérea	$W_t = \sum W_s + W_{b7} + W_{b2-7} + W_{b2+n}$

En las ecuaciones, **d** representa el diámetro normal y **h** la altura del pie (en este caso, de la especie *Abies alba*) para el que se desea calcular la biomasa total (suma de la biomasa aérea y la de las raíces). Estas dimensiones serán función de los años que tenga el ejemplar y deberán obtenerse a partir de inventarios realizados en campo.

A día de hoy, estos modelos de estimación de biomasa están disponibles sólo para algunas especies. Se ha realizado una revisión bibliográfica para conocer la mejor información disponible al respecto y, por el momento, se dispone de ecuaciones para un total de 28 especies forestales arbóreas cuyas fuentes se indican a continuación:

- Gregorio Montero, Ricardo Ruiz-Peinado, Miren Muñoz, 2014, *Modelos de biomasa para estimar los stocks de carbono para coníferas y frondosas en España*, CIFOR-INIA.

<i>Abies alba</i>	<i>Juniperus thurifera</i>	<i>Pinus uncinata</i>
<i>Abies pinsapo</i>	<i>Olea europaea</i>	<i>Populus x euroamericana</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Pinus canariensis</i>	<i>Quercus canariensis</i>
<i>Castanea sativa</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Quercus faginea</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Quercus ilex</i>
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Quercus suber</i>
<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	

- Esteban Gómez-García, *Modelos dinámicos de crecimiento para rodales regulares de Betula pubescens Ehrh., y de Quercus robur L. en Galicia*, (nº 5).
 - *Betula ssp.*
- *Temporal variations and distribution of carbon stocks in aboveground biomass of radiata pine and maritime pine pure stands under different silvicultural alternatives*. Facultad de Forestales, Universidad politécnica de Santiago de Compostela, (nº3).
 - *Pinus pinaster* (atlántico)
 - *Pinus radiata*
- *Carbon and nutrient stocks in mature Quercus robur L. stands in NW Spain*. Facultad de Forestales, Universidad politécnica de Santiago de Compostela, (nº4).
 - *Quercus robur*
- Pérez-Cruzado, C., Merino, A., Rodríguez-Soalleiro, R., 2011, *Biomass and Bioenergy, A management tool for estimating bioenergy production and carbon sequestration in Eucalyptus globulus and Eucalyptus nitens grown as short rotation woody crops in north-west Spain* (ºn 35)
 - *Eucalyptus nitens*

Los valores modulares de la biomasa de la parte radical se han tomado los de la especie *Eucalyptus spp* de la publicación: Gregorio Montero, Ricardo Ruiz-Peinado, Miren Muñoz, 2005, *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*, CIFOR-INIA.

En cuanto a las ecuaciones de raíces de los eucaliptos, hay que ir a las que se establecen en el libro del INIA (referencia 0), en la que consideran por módulos diamétricos y se obtienen teniendo en cuenta diversas edades de recepes.

1.2.3 Datos de la repoblación

Según lo expuesto anteriormente, la información sobre la repoblación necesaria para poder realizar el cálculo es la siguiente:

- **Especies**
- **Número de pies** que existe de cada especie
- **Diámetro y altura** de los pies

ANEXO

Especie	Absorciones estimadas (t CO ₂ /pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
<i>Abies alba</i>	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Abies pinsapo</i>	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Acacia spp.</i>	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Acer spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ailanthus altissima</i>	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	Asimilación
<i>Alnus spp.</i>	0,05	0,10	0,16	0,24	0,32	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Amelanchier ovalis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Arbutus unedo</i>	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Betula spp.</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Carpinus betulus</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Asimilación
<i>Castanea sativa</i>	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Cedrus atlantica</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Asimilación
<i>Celtis australis</i>	0,29	0,72	1,01	1,44	1,90	Asimilación
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Cornus sanguinea</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Corylus avellana</i>	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Crataegus spp.</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Cupressus arizonica</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Cupressus macrocarpa</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Cupressus sempervirens</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Erica arborea</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,40	1,00	1,57	2,23	3,53	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,57	1,39	2,04	3,00	4,87	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Fagus sylvatica</i>	0,00	0,02	0,03	0,07	0,23	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Fraxinus spp.</i>	0,09	0,11	0,18	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ilex aquifolium</i>	0,03	0,04	0,05	0,08	0,10	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ilex canariensis</i>	0,04	0,04	0,05	0,12	0,14	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Juglans regia</i>	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	Asimilación
<i>Juniperus oxycedrus, J. communis</i>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Juniperus phoenicea</i>	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Juniperus thurifera</i>	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Larix spp.</i>	0,34	0,43	0,52	0,60	0,69	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990-2012
<i>Laurus azorica</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Laurus nobilis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Malus sylvestris</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Myrica faya</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Myrtus communis</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Olea europaea</i>	0,04	0,05	0,08	0,10	0,11	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Phillyrea latifolia</i>	0,03	0,03	0,09	0,17	0,20	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Phoenix spp.</i>	0,31	0,57	0,90	1,24	1,37	Asimilación
<i>Picea abies</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Asimilación

(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.

B. CÁLCULO DE LAS ABSORCIONES

Especie	Absorciones estimadas (t CO ₂ /pie)					Fuente
	20 años	25 años	30 años	35 años	40 años	
<i>Pinus canariensis</i>	0,03	0,07	0,14	0,16	0,18	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus halepensis</i>	0,03	0,04	0,08	0,07	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus nigra</i> Sistema Ibérico	0,03	0,04	0,05	0,11	0,13	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus nigra</i> (Resto)	0,03	0,02	0,03	0,05	0,08	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte interior	0,23	0,41	0,58	0,74	0,91	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster ssp. atlantica</i> Zona Norte costera	0,33	0,54	0,69	0,81	0,92	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster ssp. mesogeensis</i> Sistema Central	0,12	0,15	0,18	0,26	0,36	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus pinaster</i> (Resto)	0,02	0,03	0,03	0,08	0,09	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus pinea</i>	0,06	0,10	0,17	0,20	0,29	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus radiata</i>	0,46	0,79	1,17	1,56	1,78	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Sistema Central	0,02	0,05	0,06	0,15	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Sistema Ibérico	0,03	0,04	0,05	0,09	0,11	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> Pirineos	0,04	0,05	0,07	0,11	0,17	Tablas producción Madrigal (3)
<i>Pinus sylvestris</i> (Resto)	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pinus uncinata</i>	0,04	0,05	0,09	0,11	0,12	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pistacia terebinthus</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Platanus hispanica</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Asimilación
<i>Populus alba</i>	0,21	0,46	0,67	0,92	1,26	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Populus nigra</i>	0,29	0,72	1,01	1,44	1,90	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Populus x canadensis</i>	0,34	0,81	1,18	1,55	2,02	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Prunus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,35	0,63	1,30	2,88	3,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (Coníferas) IFN1 (1)
<i>Pyrus spp.</i>	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	Asimilación
<i>Quercus canariensis</i>	0,05	0,06	0,13	0,15	0,17	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus faginea</i>	0,04	0,05	0,10	0,11	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus ilex</i>	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990-2012
<i>Quercus petraea</i>	0,06	0,07	0,18	0,21	0,24	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus pubescens</i>	0,07	0,12	0,15	0,23	0,26	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus pyrenaica</i>	0,05	0,07	0,15	0,17	0,20	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus robur</i>	0,07	0,16	0,19	0,22	0,34	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus rubra</i>	0,07	0,18	0,22	0,35	0,40	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Quercus suber</i>	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	Tabla 201 e Inventario de emisiones 1990-2012
<i>Rhamnus alaternus</i>	0,04	0,11	0,21	0,35	0,40	Asimilación
<i>Robinia pseudacacia</i>	0,06	0,16	0,19	0,34	0,39	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Salix spp.</i>	0,31	0,57	0,90	1,24	1,37	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Sorbus spp.</i>	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Tamarix spp.</i>	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Taxus baccata</i>	0,03	0,05	0,06	0,12	0,15	Asimilación
<i>Tetraclinis articulata</i>	0,03	0,07	0,08	0,14	0,16	Asimilación
<i>Thuja spp.</i>	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	Asimilación
<i>Tilia spp.</i>	0,05	0,06	0,09	0,12	0,13	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (2)
<i>Ulmus spp.</i>	0,18	0,23	0,27	0,50	0,58	Tabla 201 del IFN3 y Anexo 2 (frondosas) IFN1 (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.