

EL CARBONO FIJADO DE COSTA RICA: LA LÍNEA BASE

Carbono fijado en Plantaciones Forestales Comerciales (PFC)

En plantaciones forestales, la Línea Base estimada para Costa Rica es de 3,500 hectáreas anuales que incluyen plantaciones de melina, teca y, en la categoría de especies nativas y otras, se incluyen el pilón (*Hyeronima oblonga*), el roble coral (*Terminalia amazonia*), el fruta dorada (*Virola koschnyi*), el cebo (*Vochysia guatemalensis*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), el ciprés (*Cupressus lusitanica*) y el jaúl (*Alnus acuminata*). Estas son las especies en las que se cuenta con experiencia y que se han mantenido o han incrementado su tasa de reforestación en el país.

El turno utilizado para las especies se presenta en el Cuadro 11. Se trabajará con 12 años para melina, 25 años para teca y 25 años como tiempo promedio de corta final para el conjunto de las otras especies. La experiencia en plantaciones forestales en Costa Rica muestra que la fruta dorada, el cebo, el botarrama y el jaúl tienen turnos de corta entre 18-20 años, dependiendo de la calidad del sitio y del manejo forestal. Para el pilón y el roble coral se estima en 20-25 años en promedio y el ciprés se trabaja en el país con un turno de 25-30 años.

La estimación del carbono incluye la cantidad almacenada en la biomasa “sobre el suelo”, o sea, en fustes, ramas, follaje, raíces, mantillo (necromasa fina y gruesa) y sotobosque, utilizando para el caso de follaje, raíces, mantillo y sotobosque los valores reportados por **EcoSecurities**¹⁶.

El carbono acumulado en el suelo no se incluyó debido a que los proyectos MDL deberán ser cuantificados, monitoreados y certificables, y el costo del monitoreo del carbono en suelos es alto. Esto, ligado a la incertidumbre de los precios que se obtendrán por la tonelada de carbono en un futuro

mercado abierto, conduce a que los diseñadores y ejecutores de proyectos se concentren en la biomasa aérea.

Las variables utilizadas para el cálculo del carbono fijado en las plantaciones son las siguientes:

- **La producción por hectárea (m^3) o volumen máximo.** En el país existe experiencia en la producción de madera de melina, teca, ciprés y jaúl en plantaciones que han alcanzado su turno. Existen tablas de rendimiento locales o a nivel nacional para estas especies. Para el cálculo se utilizará el valor promedio de la producción reportada en sitios considerados de productividad media. Para las otras especies no se cuenta con tablas de rendimiento o información definitiva sobre la producción en un turno de rotación. Para trabajar con ellas se utilizó la información más actualizada sobre crecimientos y rendimientos de dichas especies, considerando, al igual que con las anteriores, la productividad promedio reportada por hectárea.
- **La densidad de la madera (DM).** Se utilizó la información de los estudios realizados por el Centro de Investigaciones de Bosque-Industria del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Para melina¹⁷ se trabajó con un promedio de 0.42 gr/cm³ y para teca¹⁸ con el valor mayor de 0.65 gr/cm³, debido a que el estudio fue realizado con madera joven (5-9 años) y se estima que la madera madura presenta una mayor ¹⁹densidad. Para las otras especies se utilizó 0.50 como promedio.
- **La fracción de carbono en la biomasa seca (o factor de carbono-FC).** Se utilizó el valor genérico reportado por el IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*) de 0.45.

¹⁶ EcoSecurities Ltd: Environmental Finance Solutions. Informe para FAO – Proyecto Bosques y Cambio Climático en América Central – Setiembre, 2002.

¹⁷ Moya, Roger (2001). Características de la Madera de melina en Costa Rica. CIIBI, ITCR, Cartago. Densidad de madera de plantaciones entre 7 y 12 años de edad. Rango entre 0.38-0.50 gr/cm³.

¹⁸ CIIBI. (2001). Propiedades de la madera de teca. ITCR, Cartago. Densidad de madera de plantaciones entre 5 y 9 años de edad. Rango entre 0.50-0.60 gr/cm³.

¹⁹ Cubero, José; Rojas, Susana. 1999. Fijación de carbono en plantaciones de melina, teca y pochote en los cantones de Hojancha y Nicoya, Guanacaste. UNA, Heredia, Costa Rica. 94 pág.

- **El factor de expansión de copa (F_{copa}).** Al no existir estudios específicos para cada especie sobre el volumen de ramas y follaje, se utilizó un valor genérico de 1.5 recomendado por EcoSecurities²⁰ para plantaciones con especies latifoliadas.
- **El factor de expansión de raíces ($F_{\text{raíces}}$).** EcoSecurities recomienda entre 1.5 y 1.7 para plantaciones de pinos y eucaliptos respectivamente. Para este estudio se utilizará el 1.5.
- **Contenido de carbono en sotobosque ($C_{\text{sotobosque}}$).** El valor recomendado por EcoSecurities es de 5 toneladas de carbono por hectárea en plantaciones forestales.
- **Contenido de carbono en mantillo (C_{mantillo}).** Valor recomendado de 15 ton/ha en plantaciones forestales.

Con esta información es posible estimar el carbono almacenado en los fustes, la copa y las raíces de los árboles, así como el carbono almacenado en la vegetación del sotobosque y en el mantillo. Se puede calcular el contenido de carbono por hectárea usando la siguiente fórmula:

$$C = \text{Vol}_{(\text{max})} * \text{DM} * F_{\text{copa}} * F_{\text{raíces}} * \text{FC} + C_{\text{sotobosque}} + C_{\text{mantillo}}$$

Donde:

- C = Contenido de carbono por hectárea en toneladas métricas (tC/ha)
- $\text{Vol}_{(\text{max})}$ = Volumen máximo (m^3)
- DM = Densidad de la madera (g/cm^3)
- F_{copa} = Factor de expansión de la copa (1+ (masa copa/masa fuste))
- $F_{\text{raíces}}$ = Factor de expansión de las raíces (1+ (masa raíces/masa copa+fuste))
- FC = Factor de carbono (0.45)
- $C_{\text{sotobosque}}$ = Contenido de carbono del sotobosque
- C_{mantillo} = Contenido de carbono del mantillo

En el Cuadro 11 se presenta el valor correspondiente al carbono fijado en fustes, ramas, follaje y raíces, así como en el mantillo y sotobosque de plantaciones forestales durante el ciclo de producción (turno) en Costa Rica, considerando la Línea Base de 3,500 hectáreas por año.

La metodología de EcoSecurities establece que la cantidad almacenada durante el ciclo de la plantación y para proyectos de MDL es igual al total almacenado a lo largo de la vida de la masa dividido entre dos; o sea, la mitad del carbono existente en las plantaciones forestales al final del turno.

Por tanto, las 3,500 ha de plantaciones forestales comerciales establecidas por año acumularán durante el ciclo de producción un total de 675,220 toneladas de carbono. La mitad de ese valor, será el que se considerará para los cálculos de la Línea Base; o sea, 337,610 toneladas de carbono. En el Cuadro 12 se presenta la cantidad de carbono almacenada por estas plantaciones durante el turno.

Debe considerarse que los proyectos que operen dentro del MDL serán sujetos a verificación periódica y, aunque ese aspecto aún no está totalmente definido, se espera²¹ que el mecanismo y los mismos compradores establezcan un sistema de “pago contra verificación del carbono fijado”.

El cálculo incluye la resta de 10 ton/ha de carbono. Esto debido a que el uso actual de los terrenos que son plantados con árboles es, en su mayoría de pastos, y estos ecosistemas mantienen un “stock” de carbono estimado en 10 toneladas por hectárea. Este valor es genérico debido a que no se cuenta con información específica para diferentes tipos de pastos y diferentes tipos de manejo de pastizales.

En resumen, el total de carbono almacenado por las plantaciones forestales comerciales en el período 2003-2012 es de 3,376,100 toneladas (337,600 ton/año por 10 años) y el stock de carbono estimado

²⁰ Tomado de: Brown S. 1997. Estimating biomass change of tropical forest. FAO Forestry Paper. Rome, Italy. 134 p.

²¹ Alpízar, William. Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC). Comunicación Personal. Noviembre, 2002.

en los pastizales es de 350,000 toneladas, lo que genera un total de carbono en la Línea Base de 3,026,100 toneladas.

Carbono fijado en Sistemas Agroforestales (SAF)

La Línea Base para Sistemas Agroforestales (SAF) considera el establecimiento de 500 hectáreas anuales, bajo las modalidades establecidas por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para el 2003²². Estas modalidades son:

- a. Árboles maderables en cultivos perennes entre 40-123 árboles por hectárea.
- b. Árboles de uso múltiple en cultivos perennes entre 40-277 árboles por hectárea.
- c. Árboles maderables en hilera entre 333-500 árboles por km.
- d. Cortinas rompevientos entre 666-1000 árboles por km.
- e. Plantaciones en bloque de menos de una hectárea, el equivalente entre 625-1111 árboles/ ha.

Las especies a utilizar en estos sistemas son múltiples. Se pueden plantar las mismas que se han utilizado para plantaciones forestales comerciales en bloques, tales como la melina, la teca, el pilón, el roble coral, el fruta dorada, el cebo, botarrama, el ciprés y el jaúl. También otras especies como el madero negro, el cedro, la caoba, el pochote, el laurel y el eucalipto, entre otros.

El turno promedio utilizado para estas especies es de 25 años. La estimación del carbono incluyó la cantidad almacenada en la biomasa “sobre el suelo” del componente arbóreo del sistema; o sea, en fustes, ramas, follaje y raíces de los árboles maderables del sistema y del mantillo (necromasa fina y gruesa) y sotobosque. Al igual que para las plantaciones forestales comerciales, el carbono acumulado en el suelo no se incluyó.

En el Cuadro 12 se presenta el carbono fijado en SAF. La cantidad de carbono almacenado por hectárea utilizado para el cálculo es el mismo que se utilizó para plantaciones forestales comerciales, dado que se trabajó con una densidad de 1000 árboles por hectárea.

La cantidad neta total almacenada en SAF es de 432,300 toneladas durante el período 2003-2012.

²² Manual de Procedimientos para el Pago por Servicios Ambientales 2003. MINAE, San José, Costa Rica.

Cuadro 11
Carbono almacenado (toneladas por hectárea) en plantaciones forestales comerciales
(fuste, ramas, follaje, raíces, mantillo y sotobosque) durante el ciclo de producción (turno) en Costa Rica

Especie	Área a plantar		Densidad (gr/cm ³)	Turno (años)	DMA (m ³ /ha/año) (1)	Volumen producido (m ³ /ha)	Carbono fijado (tm/ha)	+ factor de copa (1.5) + factor de raíces (1.5) (tm/ha)	+ C en mantillo (15 ton/ha) + C en sotobosque (5 ton/ha) (tm/ha)
	%	Ha							
Melina	40	1,400	0.42	12	35	420	79.4	158.8	178.8
Teca	20	700	0.65	25	15	375	109.7	219.4	229.4
Narva	40	1,400	0.50	25	15	375	84.4	168.8	188.8
Total		3,500							

(1) Corresponde a un sitio promedio y al volumen total del fuste.
 La fracción de carbono usada es de 0.45.

Cuadro 12
Línea Base: Fijación de carbono en plantaciones forestales comerciales y sistemas agroforestales (SAF)
(Establecidos en Costa Rica durante el período 2003-2012)

Año de establecimiento	Área anual de plantaciones forestales (ha)	Carbono almacenado en plantaciones (Toneladas)	Área anual de SAF (ha)	Carbono almacenado en SAF (Toneladas)	Carbono Total (tm/año)
2003	3500	337,610	500	48,230	385,840
2004	3500	337,610	500	48,230	385,840
2005	3500	337,610	500	48,230	385,840
2006	3500	337,610	500	48,230	385,840
2007	3500	337,610	500	48,230	385,840
2008	3500	337,610	500	48,230	385,840
2009	3500	337,610	500	48,230	385,840
2010	3500	337,610	500	48,230	385,840
2011	3500	337,610	500	48,230	385,840
2012	3500	337,610	500	48,230	385,840
TOTAL	35000	3,376,100	5000	482,300	3,858,400
Ajuste por uso anterior (carbono en pastos)		3,026,100		432,300	3,458,400

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Selección de sistemas de producción para reforestación y forestación

La selección de los sistemas a utilizar para reforestación y forestación en las Áreas Kyoto se realizó con base en la capacidad de uso del suelo, considerando tres tipos de actividades que son las más probables de desarrollar: plantaciones forestales comerciales, sistemas agroforestales (SAF) y fomento antropogénico a través de semilleros naturales. En Costa Rica existe experiencia en los dos primeros sistemas forestales y desde la década de los 90 se está trabajando en los sistemas de regeneración natural inducida. A continuación se describe brevemente cada actividad:

1. **Plantaciones Forestales Comerciales (PFC).** Son aquellas que se establecen en bloques mayores a 1 hectárea, establecidos a través de semilla, plántulas o rebrotes. Su finalidad es la producción de madera que abastezca la industria. Costa Rica cuenta con experiencia en este modelo, habiendo tenido éxito comprobado hasta la fecha con la utilización de especies como melina (*Gmelina arborea*), teca (*Tectona grandis*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), jaúl (*Alnus acuminata*) y pochote (*Bombacopsis quinatum*). Otras especies como pilón, chancho, roble coral y botarrama han mostrado buenos resultados sin haber llegado aún a cortas finales y no disponerse todavía de un paquete tecnológico para su producción.
2. **Sistemas Agroforestales (SAF).** Son sistemas que tienen el componente arbóreo mezclado con el agrícola o pecuario. Existen diferentes modalidades. Tal es el caso de las cortinas rompevientos que se utilizan para la protección del ganado y de los cultivos, principalmente en zonas donde el viento es un factor limitante para la producción. Otras modalidades son las cercas vivas o árboles en cercas que son un sistema tradicionalmente utilizado en el país, los árboles en potreros que brindan sombra al ganado y aportan nutrientes al suelo para contribuir a mantener la productividad del sitio, la mezcla de árboles con cultivos para proteger a los cultivos, como en el caso del café con sombra o para aportar nutrientes al suelo.

Este sistema forestal de producción se considera uno de los más adecuados a las condiciones de las Áreas Kyoto en Costa Rica. Estas áreas, principalmente

dedicadas a agricultura y ganadería en la actualidad, pueden incorporar estos SAF y contribuir a la fijación de carbono.

3. **Fomento Antropogénico de Semilleros Naturales (FASN).** Se refiere a la creación de nuevos bosques a través de la utilización de las semillas y plántulas que son producto de bosques o plantaciones cercanas y que, con los cuidados adecuados, pueden establecerse y producir una nueva masa forestal. Esta modalidad requiere la determinación de las fuentes semilleras cercanas, la protección del área contra el ganado y los incendios (cercas y rondas cortafuego), el estímulo de las especies que se han definido como prioritarias para fomentar en el sitio a través de la aplicación de sistemas silviculturales de manejo, etc.

Ubicación de los proyectos

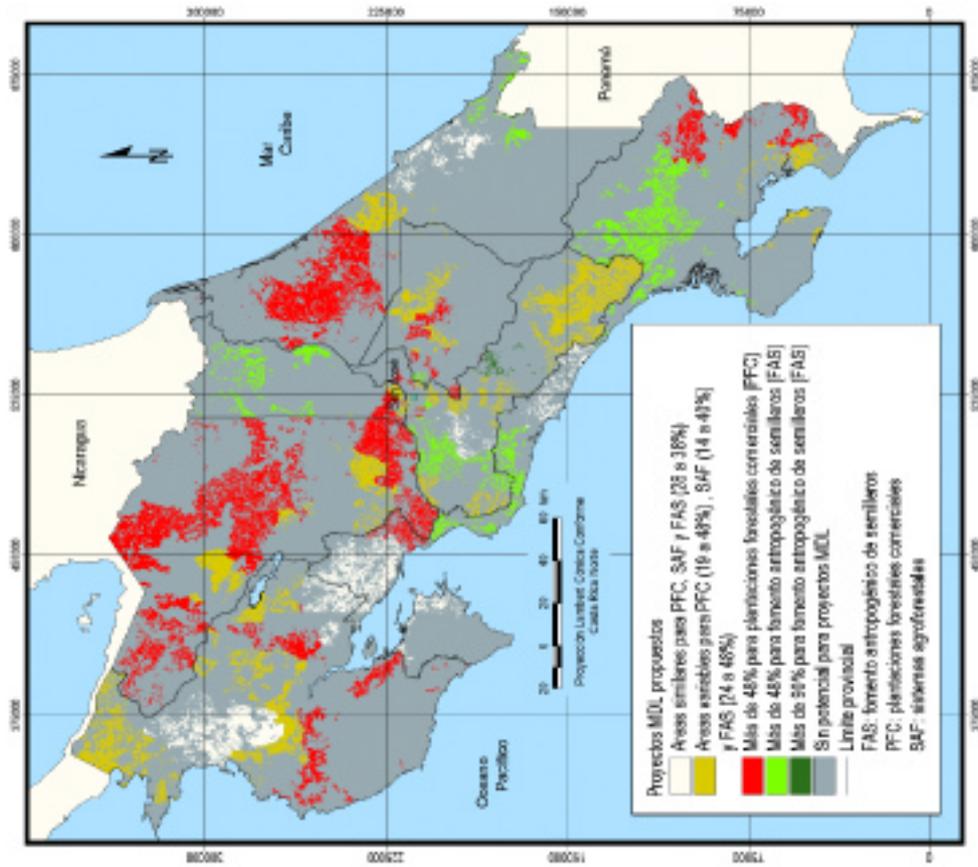
La ubicación de los proyectos MDL en Costa Rica, según los sistemas de forestación y reforestación seleccionados, se realizó por cantón. El cantón es una unidad administrativa en la que se dividen las 7 provincias del país; existen 81 cantones. Esa unidad político-administrativa tiene gobierno local. En el Mapa 2 (“Potencial de almacenamiento de carbono por cantón”) se observa la distribución de las actividades de forestación y reforestación en las Áreas Kyoto de Costa Rica. Se ve que hay terrenos que califican para desarrollar proyectos de plantaciones forestales comerciales, como de SAF y fomento antropogénico a través de semilleros naturales (áreas color amarillo claro). En estos casos, los propietarios de los proyectos deberán decidir con base en criterios productivos, socio-económicos y ambientales el sistema a utilizar.

Las áreas de color rojo muestran que en un 48% los proyectos a instalar en ellas son plantaciones forestales comerciales, al igual que en las verde claro la predominancia es SAF. Llama la atención la zona verde oscuro pues representa áreas en las cuales la actividad de proyecto debe ser fomento antropogénico a través de semilleros naturales en el 90% de los casos.

En el Mapa 3 “Proyectos MDL propuestos en tierras con potencial”, se presenta el carbono almacenado en las Áreas Kyoto considerando la implementación de las actividades propuestas para el proyecto.

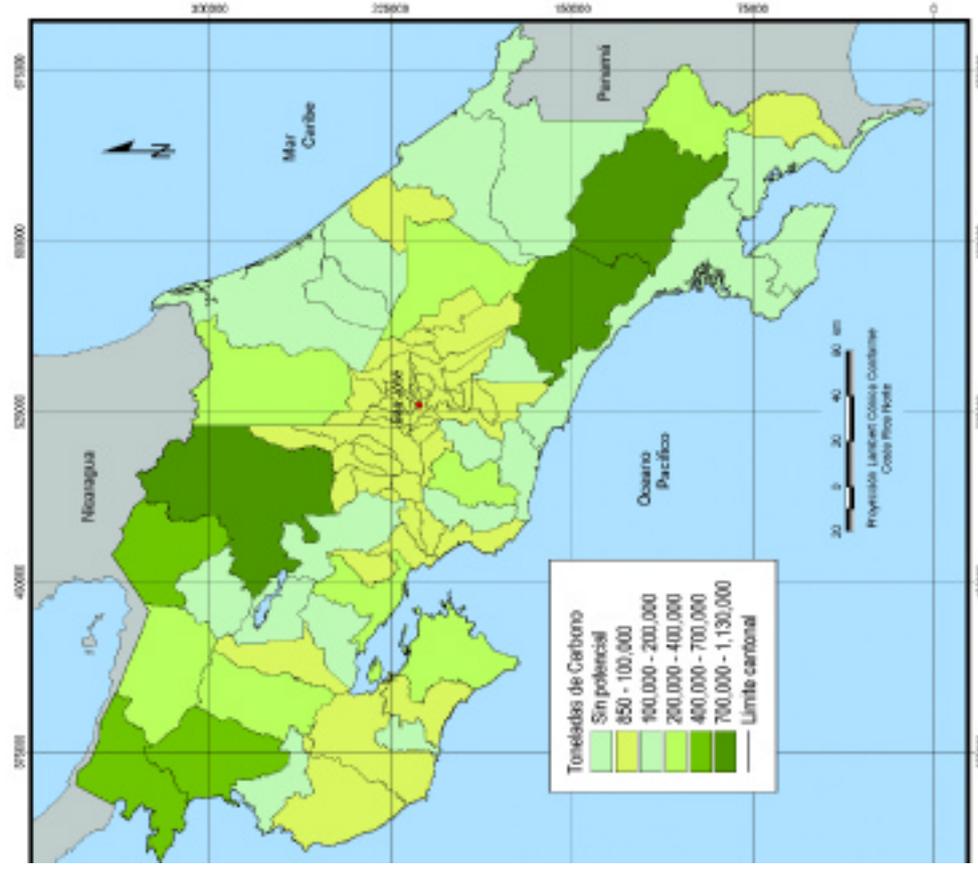
Costa Rica - Proyectos MDL propuestos en tierras con potencial

Proyecto Bosques y Cambio Climático en América Central FAO - CCAD



Costa Rica - Potencial de almacenamiento de Carbono por cantón

Proyecto Bosques y Cambio Climático en América Central FAO - CCAD



CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En consulta con representantes de la OCIC, la ONF y el SINAC²³, se ajustaron las Áreas Kyoto con potencial socio-económico, calculando que durante el período 2003-2012 será posible ejecutar, como mínimo, un 50% de dicho potencial. La ejecución de proyectos MDL se llevaría a cabo, entonces, en un área de 155,613.2 hectáreas, combinando los tres sistemas o actividades seleccionadas.

Carbono almacenado en Plantaciones Forestales Comerciales (PFC)

El área total estimada con potencial real para establecer plantaciones forestales comerciales bajo el modelo del MDL es de 123,088.3 ha. De acuerdo con las consultas realizadas a especialistas forestales, éstos consideran que se establecerán, dentro del proyecto, al menos un total de 61,544.1 hectáreas.

Se estima que esta superficie equivaldrá a un total de 5,936,548.7 toneladas de carbono, que quedarán en un total neto de 5,321,107.2 de toneladas de carbono almacenado, reduciendo al carbono acumulado en la biomasa del uso anterior presente en el sitio (pastos).

Carbono almacenado en Sistemas Agroforestales (SAF)

El área total estimada con potencial real para establecer plantaciones forestales comerciales bajo el modelo del MDL es de 73,614.9 ha. Bajo esta actividad se incorporarán al país un total de 36,807.4 hectáreas de plantaciones durante el período 2003-2012, que se distribuirán en las diferentes modalidades de SAF. Se estima que esta superficie equivaldrá a un total de 3,550,441.8 toneladas de carbono, que corresponden a un total neto de 3,182,367.8 toneladas de carbono almacenado, reduciendo al carbono acumulado en la biomasa del uso anterior presente en el sitio (pastos).

Carbono almacenado por Fomento Antropogénico de Semilleros Naturales (FASN)

Bajo esta modalidad se incluirán un total de 57,261.6 hectáreas en el período 2003-2012, del área potencial total que fue estimada en 114,523.1 hectáreas.

Se estima que estos ecosistemas pueden almacenar un total de 151 toneladas por hectáreas en 35 años, considerando que este sistema se propone para el 75% de los sitios clases VII, VIII y para áreas protegidas, cuya productividad es baja.

Para el cálculo del carbono se tomó como Incremento Medio Anual (IMA) de biomasa en fustes la información generada en Costa Rica²⁴. Además, se consideró un período de estabilización del crecimiento de 50 años para alcanzar una biomasa típica de bosques naturales. El valor utilizado fue de 115 toneladas por hectárea.

La información utilizada para el cálculo fue la siguiente:

- IMA promedio: 4.0 m³/ha/año.
- Densidad de la madera: 0.5 gr/cm³.
- Factor de expansión de copa: 1.5.
- Factor de expansión de raíces: 1.5.
- Fracción de carbono en biomasa seca: 0.45.
- Factor de expansión de sotobosque: 10 toneladas/ha.
- Factor de expansión de mantillo: 15 toneladas/ha.

Se estima que esta superficie equivaldrá a un total de 6,585,084 toneladas de carbono, que corresponden a un total neto de 6,012,468 toneladas de carbono almacenado, reduciendo el carbono acumulado en la biomasa del uso anterior presente en el sitio (pastos).

Es importante considerar que de acuerdo con la Ley Forestal No. 7575, los terrenos que estén cubiertos por bosque no pueden cambiar de uso. Por tanto, en este caso, en los terrenos sin cobertura forestal en los que se practique la regeneración inducida, el bosque deberá mantenerse para siempre; o sea, no podrá cambiar de uso.

En el Cuadro 13 se presenta el total de carbono almacenado en las actividades del proyecto, el cual asciende a 14,515,943 toneladas para el período 2003-2012, en un total de 155,613.2 hectáreas.

²³ William Alpizar (OCIC), Alfonso Barrantes (ONF) y Gilberth Canet (SINAC). Comunicación Personal. Diciembre, 2002.

²⁴ Fonseca y Vásquez (1999) para Bosques Secundarios Secos en el Pacífico Seco de Costa Rica y otros estudios de crecimiento de bosques naturales en Costa Rica (Estación Biológica La Selva, CATIE).

Cuadro 15
Actividades para Fijación NRE en Áreas Forestales: Almacenamiento de carbono en plantaciones forestales, sistemas agroforestales (SAF) y fomento antropogénico de semilleros naturales (FASN)
Costa Rica: 2005-2010 y 2010-2014

Año de establecimiento	Área anual de plantaciones forestales (ha)	Carbono almacenado en plantaciones (Toneladas)	Área anual de SAF (ha)	Carbono fijado en SAF (Toneladas)	Área anual de Fomento de Semilleros (ha)	Carbono neto fijado en FASN (Toneladas)	Carbono Total (mt/año)
2005	41944	2047220	14237	231667	27215	231667	1,509,504
2006	41944	1920643	14237	231667	27215	231667	1,521,533
2007	41944	1805243	14237	231667	27215	231667	1,533,562
2008	41944	1690243	14237	231667	27215	231667	1,545,591
2009	41944	1575243	14237	231667	27215	231667	1,557,620
2010	41944	1460243	14237	231667	27215	231667	1,569,649
2011	41944	1345243	14237	231667	27215	231667	1,581,678
2012	41944	1230243	14237	231667	27215	231667	1,593,707
2013	41944	1115243	14237	231667	27215	231667	1,605,736
2014	41944	1000243	14237	231667	27215	231667	1,617,765
Total	423410	2449240	142370	2316670	272150	2316670	12355000
Área por hectárea instalada tradicionalmente		5809187		1191100		2316670	9520000

ALMACENAMIENTO NETO DE CARBONO

La adicionalidad por hectárea

Se estima que el almacenamiento neto o adicionalidad²⁵ de Costa Rica es de 14,515,943 de toneladas de carbono para el período 2003-2012 (Cuadro 14). Esto, tomando en cuenta que en el

estudio se consideró que las actividades del escenario de la Línea Base se realizarían en terrenos fuera de las Áreas Kyoto, o bien, en el 50% del Área Kyoto con potencial socio-económico que no fue incluida en las actividades con proyecto para el período 2003-2012.

Cuadro 14
Total de carbono almacenado en cada actividad forestal en el escenario sin proyecto (Línea Base) y con proyecto (con actividades forestales en Áreas Kyoto)
 (Durante el período 2003-2012 en Costa Rica, en toneladas)

Escenario	Carbono almacenado (toneladas)			
	Plantaciones comerciales	SAF	Fomento Antropogénico	Total
Sin proyecto: Línea Base	3,026,100	432,300	0	3,458,400
Con proyecto	8,347,207	3,614,668	6,012,468	17,974,343
Adicionalidad	5,321,107	3,182,368	6,012,468	14,515,943

Estimación del carbono contable por re-emisión del bosque

Cuando se aprovecha la madera de la plantación, parte del carbono almacenado se reincorpora a la atmósfera. Sin embargo, si se replanta después de la cosecha, habrá una cantidad promedio de carbono que se mantiene almacenada en esos ecosistemas.

Como la acumulación de carbono por el crecimiento de un bosque no es lineal, se necesitaría un modelo que estime su contenido de carbono, año por año, durante la vida de la plantación. Dado que no se cuenta con esa información, en el presente estudio se optó por considerar como carbono “neto” el 50% de la cantidad de carbono almacenado en las actividades del proyecto, a saber, plantaciones forestales y sistemas agroforestales.

En el caso de las actividades del proyecto, eso significa que el valor final que aparece de 8,503,475 toneladas de carbono almacenado en plantaciones forestales y en sistemas agroforestales, corresponden al 50% del valor total almacenado, que sería de 17,006,950 de toneladas.

Al agregar el valor que corresponde a la actividad de fomento antropogénico se tiene un total de carbono almacenado, sin considerar la re-emisión, de 23,019,418 toneladas. Al hacer el ajuste por re-emisión, el valor total de las actividades del proyecto es de 14,515,943 de toneladas.

En el caso de las actividades del proyecto que permiten una presencia permanente del bosque, como el fomento antropogénico a través de semilleros naturales, se estimó el contenido máximo de carbono para un ciclo de 50 años.

²⁵ Definida así en la metodología de EcoSecurities.

RIESGOS DEL PROYECTO

Todo proyecto de esta naturaleza debe incluir la cuantificación de riesgos e incertidumbres, y la correspondiente corrección de los valores finales de carbono almacenado en el proyecto, en función de los riesgos e incertidumbres valorados. Esta labor requiere una identificación, cuantificación y valoración detallada de los riesgos del proyecto.

El presente análisis no incluye la valoración de los riesgos del proyecto, debido a que la aplicación de cualquier metodología para esto requiere de información cuantitativa que no está disponible para los fines de este estudio y que demanda gran cantidad de tiempo para su preparación.

Sin embargo, es importante mencionar que existe una Metodología para la cuantificación de riesgos e incertidumbres en un proyecto forestal elaborada por la *Société Générale de Surveillance* (SGS) y que fue aplicada en Costa Rica en el proceso de Certificación del Proyecto de fijación y almacenamiento de carbono en Áreas Protegidas en 1997.

La metodología establece la identificación de posibles riesgos del proyecto en las siguientes categorías:

- Riesgos de carácter técnico.
- Riesgos o desastres naturales.
- Riesgos de carácter económico y de mercado.
- Riesgos sociales y de política local.
- Riesgos de política nacional o internacional.
- Riesgos ambientales.
- Riesgos legales.

La metodología de SGS incluye la clasificación de riesgos basada en:

- La probabilidad de ocurrencia de un evento.
- La significancia del evento.
- La respuesta al riesgo.
- El sistema de manejo.

La probabilidad y la significancia proporcionan una medida del riesgo absoluto estimado para un evento específico aún sin tomar ninguna contramedida.

En el caso de proyectos específicos, una vez que inicie la operación del MDL, será necesario aplicar esta metodología o cualquier otra que permita valorar los riesgos y las incertidumbres del proyecto.

Para efectos de este proyecto, de acuerdo con la metodología de EcoSecurities, para abordar en forma genérica el tema de los riesgos, se utilizó un descuento del 20% de la cantidad de carbono almacenada estimada en las actividades del proyecto. Este porcentaje incorpora los riesgos políticos (política local, nacional o internacional), sociales, económicos, de inseguridad por tenencia de la tierra, de desastres naturales, de mercado y legales.

En el caso de los riesgos técnico-forestales como mortalidad o menor productividad por incendios, plagas y enfermedades y mala procedencia genética entre otros, se estimó que para Costa Rica el riesgo registrado es bajo y se utilizó un 10%.

En definitiva, se procedió a realizar un descuento total del 30% a la cantidad de carbono almacenada en las actividades del proyecto, obteniendo una cifra total de 10,161,160 toneladas.

Cuadro 15
Total de carbono almacenado en las actividades del proyecto
con una reducción del 30% equivalente al factor de riesgos
 (Durante el período 2003-2012 en Costa Rica, en toneladas)

Actividades del proyecto	Carbono almacenado (toneladas)			
	Plantaciones comerciales	SAF	Fomento Antropogénico	Total
Sin considerar riesgos	5,321,107	3,182,368	6,012,468	14,515,943
30% riesgos del proyecto	1,596,332	954,710	1,803,740	4,354,783
Total neto de las actividades del proyecto	3,724,775	2,227,658	4,208,728	10,161,160