

LAS BASES PARA CALCULAR EL POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE EL SALVADOR

Las Tierras Kyoto de El Salvador

En este país existen tres mapas de fecha más reciente. En 1992 se elaboró un Mapa de Uso de la Tierra, dividido en once clases. El bosque que se identificó solamente fue el considerado como denso, y las demás categorías boscosas fueron incluidas dentro de la clase “Matorral en quebradas y pastos sin atención”. Esto hizo que el bosque estimado fuera poco, apenas 36,511 hectáreas. Otra limitación que presentó este mapa se relaciona con las clases de “cultivos y pastos”, en donde hay una diferencia entre ellas por la pendiente del terreno; cuando es menor o mayor al 10%, en ellas se incluyen pastos y cultivos agrícolas tecnificados juntos.

El segundo mapa también es de Uso de la Tierra del año 1996. Comprende 19 clases y contrario al mapa anterior, todas las diferentes coberturas boscosas, con cualquier grado de intervención, fueron clasificadas como bosque natural, dándose una cifra de 336,960 hectáreas. Esta situación no permitió hacer una comparación entre ambos mapas, de modo que se pudieran obtener tendencias de deforestación y reforestación, necesarios para identificar las Tierras Kyoto.

El tercer mapa que se analizó es el de Vegetación de la República de El Salvador, del año 1998/99, aunque su publicación fue en el año 2000, el cual presenta mejor aplicación tecnológica en su elaboración

(MARN, 2000). Por estas razones, se ha tomado este último mapa como referencia para el presente estudio. Dicho mapa fue reclasificado en 12 clases, con el fin de facilitar su análisis y, a la vez, uniformizarlo con los demás Mapas de Uso de la Tierra de los países Centroamericanos, elaborados con el mismo fin del presente estudio. Los tipos de bosque fueron reclasificados a clases de uso de la tierra, y para cada clase se presentan dos valores de áreas: el primero es el reportado por el informe del Mapa de Vegetación y el segundo es el obtenido del análisis del SIG. Esto se debe que, a la hora de cruzar los mapas de diferentes fuentes y escalas, hay una diferencia. En este caso la diferencia representa sólo el 0,46%.

Al área de bosque de este mapa, se le hará un ajuste, según la tasa de deforestación, de modo que se pueda definir el área sin bosque o Tierras Kyoto al año 1990. Como Tierras Kyoto se consideraron, para efectos prácticos, solamente las que se encuentran en pastos y cultivos de subsistencia y en páramo, dado que otros usos, como los cultivos permanentes y los agrícolas tecnificados, si bien podrían calificar, es poco probable que lleguen a ser proyectos MDL por su alta demanda de uso y la baja adicionalidad del carbono almacenado. El Cuadro 2 muestra la extensión estimada por el SIG para las Tierras Kyoto, proyectada al año 1990, aplicando la tasa de deforestación, según se explica más adelante. En total se estima que las Tierras Kyoto son 1,140.191 hectáreas.

Cuadro 2
Las Tierras Kyoto de El Salvador
Considerando tierras en pastos y cultivos de subsistencia y páramo.
Al año 1999 y ajustado a 1990, por tasa de deforestación.

Categoría	Extensión al año 1999 (ha)	Extensión ajustada al año 1990 (ha)
Tierras Sin potencial	941.031	942.484
Tierras Kyoto	1,141.644	1,140.191
Total	2,082.675	2,082.675

Identificación de las tierras con potencial biofísico para proyectos MDL

El cruce entre el Mapa de Tierras Kyoto y el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra permitió determinar el potencial biofísico para proyectos MDL en El Salvador. El Cuadro 3 muestra las extensiones de tierra producto de dicho cruce. Las extensiones marcadas con color verde son las tierras con potencial para la reforestación con plantaciones forestales, las tierras en pastos y los cultivos de subsistencia bajo clases I a IV. Es importante indicar que algunas especies pueden desarrollarse en tierras clase VI, como el caso del pino ocote; sin embargo, aquí no se indica, para mantener la generalidad, de modo que el área total sea conservadora.

Las extensiones indicadas con color amarillo son las tierras con potencial para la reforestación asistida. Son tierras en pastoreo bajo clases V a VIII. El resto de las extensiones de tierras en los demás usos fueron clasificadas como sin potencial para la reforestación.

Como puede notarse, prácticamente las tierras con potencial biofísico para proyectos MDL son las tierras dedicadas a los pastos y cultivos de subsistencia, puesto que las tierras en páramo no son viables para las prácticas de reforestación. En total, se estima que hay 1,140.276 hectáreas con potencial biofísico para la reforestación (amarillo y verde). De éstas, 505,565 hectáreas serían destinados a la reforestación con plantaciones y 634,712 hectáreas a reforestación asistida.

Cuadro 3
Tierras con potencial biofísico para la reforestación en El Salvador
(En hectáreas)

Uso de la tierra	Agua	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	Clase VI	Clase VII	Clase VIII	n.d.	Pantano	Urbana	Gran Total
Bosque	0	36	1.808	6.750	14.718	1.575	24.945	97.528	42.185	140	0	0	189.685
Vegetación abierta	0	5	1.452	12.207	22.262	1.827	20.033	168.697,00	56.684	7	0	0	283.174
Plantación forestal	0	3	1.122	2.645	6.370	352	2.583	4.179	1.448	6	0	0	18.708
Manglar	0	0	221	836	574	238	315	32.711	166	369	0	0	35.430
Cultivos permanentes	0	42	2.597	7.599	20.165	838	17.803	39.171	7.924	0	0	0	96.139
Cultivos agrícolas tecnificados	0	904	9.339	21.441	35.662	25	70.417	79.761	14.232	1	0	0	231.782
Pastos y cultivos de subsistencia	0	10.855	92.788	188.601	213.320	43.294	76.725	420.415	94.278	744	0	0	1.141.020
Páramo	0	0	0	0	3	0	11	0	609	0	0	0	623
Otros humedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.608	0	10.608
Cuerpos de agua (lagos, ríos, represas)	35.446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35.446
Urbano e infraestructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.428	32.428
Terreno descubierto	0	3	67	91	276	8	243	779	6.072	93	0	0	7.632
Total	35.446	11.848	109.394	240.170	313.350	48.157	213.075	843.241	223.598	1.360	10.608	32.428	2.082.675

Identificación de las tierras con potencial real para proyectos MDL

Con la información aportada por el Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, se determinó el factor de ajuste socioeconómico (FASE). Este factor, obtenido por municipio, fue multiplicado por el área de potencial biofísico de reforestación (descontada el área de necesidad alimentaria), para

obtener la cantidad de tierras disponibles realmente para proyectos MDL.

El Cuadro 4 muestra las extensiones de tierras estimadas como potencial biofísico para reforestación (con plantaciones y asistida, y su ajuste como potencial real), aplicando el factor de ajuste socioeconómico. El detalle está indicado por departamento.

Cuadro 4
Potencial real de reforestación con MDL en El Salvador
Con plantaciones forestales y reforestación asistida, en hectáreas.

Departamento	Potencial biofísico de reforestación con plantaciones	Potencial biofísico de reforestación asistida	Potencial real de reforestación con plantación	Potencial real de reforestación asistida
Ahuachapán	32.416	8.279	10.575	2.701
Cabañas	18.031	74.654	5.297	20.696
Chalatenango	31.028	69.308	9.092	19.493
Cuscatlán	19.320	10.267	6.341	4.063
La Libertad	41.072	29.252	19.772	13.886
La Paz	62.656	20.501	25.267	8.378
La Unión	20.869	114.841	6.913	36.504
Morazán	11.816	58.224	3.749	19.033
San Miguel	67.101	82.152	30.267	33.555
San Salvador	18.080	13.492	8.019	5.883
San Vicente	40.627	41.409	12.471	12.308
Santa Ana	27.811	59.933	11.739	23.142
Sonsonate	36.906	11.103	18.146	5.270
Usulután	77.829	41.048	28.940	13.923
Agua y otros	4	248	0	0
Total	505.565	634.712	196.588	218.836

Definición de la línea base

La línea base es el escenario sin proyecto; es decir, comprende las actividades a desarrollarse desde el presente hasta el año 2012, sin considerar los proyectos MDL. Se construye tomando en cuenta los antecedentes de cambio de uso de la tierra y los conocimientos y políticas actuales que puedan influir en el cambio futuro del uso de la tierra. Dos criterios básicos a considerar son las tasas de deforestación y reforestación.

En la República de El Salvador no existen estudios concretos que demuestren las tendencias de deforestación y reforestación. En el caso de la deforestación, los mapas más recientes disponibles no son comparables, debido a que fueron elaborados con propósitos y metodologías diferentes, y ello no permite hacer una buena proyección de tendencias. Por otro lado, es bien sabido que El Salvador es un país con muy poca cobertura forestal, cuyos remanentes de bosque se encuentran principalmente en las áreas protegidas,

por lo que es de esperar que los valores de deforestación sean bajos.

Dada esta limitación de información, se optó por utilizar un valor que ha venido aplicando el Servicio Forestal (CCAD, 1997), estimado en 4,500 hectáreas por año. Con este dato podemos proyectar a futuro la cobertura forestal, al igual que pudimos determinar las Tierras Kyoto al año 1990, tomando como referencia el Mapa de Uso de la Tierra 1999 (Vegetación reclasificado).

Con respecto a la reforestación, no hay datos que demuestren tendencias. Existen registros sobre hectáreas establecidas en los últimos años. Entre 1994 y 1998, por ejemplo, hubo un auge en el establecimiento plantaciones, llegando a sembrarse con crédito más de 3,000 hectáreas en el año 1996. Sin embargo, según un análisis del Banco Multisectorial de Inversiones (Guardado, 2003), la reforestación vino decayendo a partir de la promulgación de la Ley de Integración Monetaria, que favorece a otros sectores, pero no al forestal, el cual se financiaba a través del FOCAM. Es así como en los dos últimos años (2000 y 2001), solamente se establecieron 50 hectáreas por año.

El gobierno tiene la expectativa de desarrollar un plan de reforestación, para lo que está implementando un programa de incentivos; sin embargo, las limitaciones de recursos financieros prevén un panorama poco alentador. En todo caso, la expectativa es duplicar esta tasa. Tomando en cuenta esta situación, la tasa de reforestación con plantaciones sería de 100 hectáreas por año.

Al año 2002 no se han reportado proyectos forestales establecidos con propósitos de incluirse dentro del MDL, por lo tanto no fueron considerados en la línea base.

Por otro lado, no hay información que muestre el cambio sufrido por los diferentes usos de la tierra en los últimos años, excepto los de cobertura forestal ya mencionados.

Considerando esta situación, la línea base para el período 1989-2012, se construyó bajo los siguientes supuestos:

- El área de bosque es convertida a pastos y cultivos de subsistencia (un 50%), cultivos permanentes (25%) y cultivos agrícolas tecnificados (25%), a razón de 45 km² por año.
- El área de vegetación abierta se mantiene constante, aunque se sabe que pudo haber variaciones con los años, pero en este punto se requiere de más información.
- Las plantaciones forestales tienen una tasa de reforestación estimada en 100 hectáreas por año. Serán establecidas en las tierras que se dedicaban a pastos y cultivos de subsistencia.
- El área de manglar cuenta con tres datos según los Mapas de Uso de la Tierra, lo que permitió estimar dos tasas de deforestación de manglar: la primera de 0,8% anual hasta el año 1996 y la otra de 5,8% anual a partir de ese año. En las tierras en donde el manglar es eliminado, son establecidos cultivos permanentes (50%) y cultivos agrícolas tecnificados (50%).
- Los cultivos permanentes y los cultivos agrícolas tecnificados tienen una tasa de crecimiento, producto de la conversión de bosque y de manglar, de un 50% para cada una de estas clases de uso. Además, estos dos cultivos son convertidos a áreas urbanas a razón de un 25% cada una, del área total de crecimiento urbano.
- Los pastos y cultivos de subsistencia se incrementan producto de la conversión de bosques en un 50% del área deforestada, pero pierden extensión por la expansión urbana (50% del área de crecimiento) y porque las plantaciones forestales son establecidas en estas tierras.

- El área de páramos, los otros humedales, los cuerpos de agua y el terreno descubierto se mantienen constantes.
- El área urbana e infraestructura se incrementa en un 0,5% anual, procedente de pastos y cultivos de subsistencia (50%) y cultivos permanentes y agrícolas tecnificados (un 25% cada uno).

Definición del escenario con proyecto

El escenario con proyecto describe las actividades que se desarrollarán a partir de los proyectos MDL. Los criterios utilizados en este caso suponen cambios en el uso de la tierra solamente en las actividades de reforestación, de modo que se pueda determinar la adicionalidad por los proyectos MDL, al compararlo con el escenario de la línea base. En este sentido, supone que la tasa de deforestación, la pérdida de manglar y el aumento de las áreas urbanas mantienen el mismo ritmo de cambio definido para la línea base; los demás usos se mantienen constantes.

Como se pudo observar en el Cuadro 3, las Tierras Kyoto proyectadas a 1990, corresponden a las áreas con pastizales y cultivos de subsistencia y páramo, lo que suma 1,140.276 hectáreas. Esta extensión es una referencia, porque no es posible con la información disponible determinar cuál era la distribución de los pastos por municipio en el año 1990. Tampoco se

puede saber cuánta sería el área destinada para reforestación con plantaciones y cuánta con reforestación asistida, dado que no se conoce cuál fue el proceso de deforestación en esas áreas.

Lo que sí es importante es que el área total de los proyectos MDL en el escenario con proyecto no puede superar dicha extensión, porque rompería las reglas del Protocolo de Kyoto, sobre no reforestar áreas que fueron deforestadas después de 1989. Entonces, a partir del año 2000 es posible determinar el potencial real de reforestación con plantaciones y asistida, por distrito, tomando como referencia los datos del Cuadro 5, que indica que es viable la reforestación con proyectos MDL en 415,424 hectáreas, distribuidas en 196,588 hectáreas con plantaciones y 218,836 hectáreas con reforestación asistida.

A partir del año 2000 los proyectos MDL pueden ser reconocidos, si se desarrollaron con esa finalidad. Sin embargo, en la República de El Salvador, el MARN, que es el ente rector en el tema de cambio climático, no tiene ningún proyecto inscrito, por lo tanto estos proyectos contarían a partir del año 2003.

Dado que durante los primeros años se esperan dificultades para poner en marcha este tipo de proyecto, se define una tasa de reforestación progresiva hasta alcanzar el 100% al año 2012, como lo muestra el Cuadro 5.

Cuadro 5
Tasa de Reforestación (TR) con Proyectos MDL en El Salvador
(En hectáreas)

Año	TR (%)	Reforestación con plantaciones con MDL	Reforestación con plantaciones sin MDL	Reforestación con plantaciones total	Reforestación asistida
2003	2	3.932	100	4.032	4.377
2004	3	5.898	100	5.998	6.565
2005	5	9.829	100	9.929	10.942
2006	10	19.659	100	19.759	21.884
2007	15	29.488	100	29.588	32.825
2008	15	29.488	100	29.588	32.825
2009	15	29.488	100	29.588	32.825
2010	15	29.488	100	29.588	32.825
2011	15	29.488	100	29.588	32.825
2012	5	9.829	100	9.929	10.942
Total	100	196.588	1.000	197.588	218.836

Especies promisorias para la reforestación con plantaciones

Las especies promisorias para la reforestación con plantaciones forestales se seleccionaron con base en una consulta a expertos y considerando las preferencias en el establecimiento durante los últimos años, según las estadísticas del Servicio Forestal. A cada especie seleccionada se le

determinó el área de distribución natural, basado en el Sistema de Zonas de Vida (Holdridge, 1987). Posteriormente, el Mapa de Distribución Natural de cada especie, fue cruzado con el Mapa de Potencial Biofísico de Reforestación, para obtener el área potencial de reforestación de cada especie forestal promisorias en El Salvador. El Cuadro 6 muestra las especies promisorias según su área de distribución natural y el potencial de reforestación.

Cuadro 6
Especies forestales promisorias para reforestación con plantaciones en El Salvador

Su distribución natural y el área potencial de reforestación, en hectáreas.

Especie forestal	Nombre científico	Distribución natural	Potencial de reforestación
Camaldulensis	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1,990.548	528.160
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	1,789.167	478.361
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,789.167	478.361
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	680.868	67.499
Conacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1,990.548	528.160
Deglupta	<i>Eucalyptus deglupta</i>	313.975	13.020
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1,789.167	478.361
Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	1,288.263	419.479
Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	1,789.167	478.361
Pino caribe	<i>Pinus caribaea var. Hondurensis</i>	618.075	152.281
Pino ocote	<i>Pinus oocarpa</i>	864.132	116.567
Teca	<i>Tectona grandis</i>	1,990.548	528.160

Sistemas productivos de reforestación por especies

Si bien es cierto estas especies seleccionadas son el resultado de una consulta a personas involucradas en el sector forestal, no todas son aptas para el establecimiento de plantaciones puras, algunas por razones silviculturales tales como incidencia de plagas en la caoba y el cedro, otras por mala forma como en el conacaste negro y el madrecacao. Tales

especies es recomendable establecerlas mediante cultivos agroforestales (SAF). Sin embargo, para los fines del presente estudio, se parte de que la diferencia del contenido de carbono entre una plantación y un sistema agroforestal no es significativo, dado que la cantidad de árboles al final del turno es parecido, alrededor de unos 200. El Cuadro 7 muestra la forma en que las especies pueden ser establecidas.

Cuadro 7
Sistema productivo preferente de las especies promisorias
para la reforestación en El Salvador

Especie	Reforestación con plantaciones	Sistemas agroforestales	Reforestación asistida
Camaldulensis	1	2	0
Caoba	3	1	1
Cedro	3	1	1
Ciprés	1	2	0
Conacaste Negro	3	1	1
Doglupta	1	2	0
Laurel	2	1	1
Madracaco	3	1	1
Maquilishuat	2	1	1
Pino Caribe	1	2	0
Pino Ocote	2	2	1
Teca	1	2	0

1- Prioridad 2- Con limitaciones 3- Con moderadas limitaciones 0- No es viable

Según los registros del Servicio Forestal hasta 1996 (Cruz y Gómez, 1996), en El Salvador se han reforestado 4,475 hectáreas con las especies promisorias, de un total de 6,593 hectáreas; es decir, el 68%. El resto se ha establecido con otras especies. De este modo podemos estimar la proporción de cada especie. Se supone que dicha proporción se

mantendrá estable a lo largo del período de análisis, de manera que facilite los cálculos de captura de carbono. El Cuadro 8 muestra el área plantada hasta 1996 y su proporción por especie, mientras que el Cuadro 9 indica la posible reforestación desagregada por año y por especie promisorias, incluyendo todo tipo de proyectos (con y sin MDL).

Cuadro 8
Superficie reforestada con plantaciones en El Salvador
Especies promisorias y su proporción a 1996, según Cruz y Gómez (1996)

Especie promisorias	Establecido (ha)	%
Camaldulensis	275,20	4,17
Caoba	11,30	0,17
Cedro	4,00	0,06
Ciprés	359,33	5,46
Conacaste Negro	11,20	0,17
Doglupta	81,02	1,23
Laurel	97,65	1,48
Madracaco	654,10	9,92
Maquilishuat	10,00	0,15
Pino caribe	361,86	5,49
Pino Ocote	122,50	1,86
Teca	2.487,58	37,73
Otras especies	2.117,05	32,11
Total	6.592,79	100,00

Cuadro 9
Reforestación en El Salvador por especie promisoría en el escenario con proyecto
 Incluyendo proyectos con y sin MDL, en hectáreas.

Año	Camaldulensis	Caoba	Cedro	Ciprés	Conacaste Negro	Deglupta	Laurel	Madrecacao	Maquilishuat	Pino Caribe	Pino Ocote	Teca	Otras	Total
2003	168	7	2	220	7	50	60	400	6	221	75	1.521	1.295	4.032
2004	250	10	4	327	10	74	89	595	9	329	112	2.263	1.926	5.998
2005	414	17	6	542	17	122	147	985	15	545	185	3.746	3.188	9.929
2006	824	34	12	1.079	34	243	292	1.960	30	1.085	368	7.455	6.345	19.759
2007	1.234	50	18	1.616	50	364	438	2.935	44	1.624	550	11.164	9.501	29.588
2008	1.234	50	18	1.616	50	364	438	2.935	44	1.624	550	11.164	9.501	29.588
2009	1.234	50	18	1.616	50	364	438	2.935	44	1.624	550	11.164	9.501	29.588
2010	1.234	50	18	1.616	50	364	438	2.935	44	1.624	550	11.164	9.501	29.588
2011	1.234	50	18	1.616	50	364	438	2.935	44	1.624	550	11.164	9.501	29.588
2012	414	17	6	542	17	122	147	985	15	545	185	3.746	3.188	9.929
Total	8.239	336	119	10.788	336	2.430	2.924	19.601	296	10.848	3.675	74.550	63.446	197.588

Carbono almacenado en la línea base y en el escenario con proyecto

Para los cálculos preliminares del carbono almacenado en los diferentes usos de la tierra

determinados en la línea base y en el escenario con proyecto, se utilizaron diferentes fuentes. El Cuadro 10 muestra los valores utilizados para estimar el carbono almacenado en toneladas métricas de carbono (TmC) para los diferentes tipos de bosque.

Cuadro 10
Toneladas métricas de carbono (TmC) por hectárea en diferentes tipos de bosques
 Según en zonas de vida, extensión en El Salvador, su proporción y el factor de ajuste de carbono.

Tipo de bosque según zona de vida	Carbono (TmC/ha)	Extensión (ha)	Extensión (%)	Factor de ajuste de Carbono
bosque seco Tropical	73,9	3.833	0,020	1,49
bosque seco Tropical, Transición a Subtropical	73,9	2,33	0,001	0,09
bosque seco Tropical, Transición a Subtropical	73,9	0	0,000	0,00
bosque húmedo Tropical	112,2	12.355	0,065	7,31
bosque húmedo Tropical, transición a Subtropical	112,2	25.197	0,133	14,90
bosque húmedo Tropical, transición a seco	112,2	2.145	0,011	1,27
bosque húmedo Subtropical	80,6	20.634	0,109	8,77
bosque húmedo Subtropical	80,6	50.843	0,268	21,62
bosque húmedo Subtropical, transición a Tropical	80,6	23.027	0,121	9,79
bosque húmedo Subtropical, transición a seco	80,6	356	0,002	0,15
bosque húmedo Subtropical, transición a seco	80,6	3.985	0,021	1,69
bosque húmedo Subtropical, transición a muy húmedo	80,6	506	0,003	0,22
bosque muy húmedo Subtropical	124,6	1.383	0,007	0,91
bosque muy húmedo Subtropical, transición a húmedo	124,6	27.614	0,146	18,14
bosque húmedo Montano Bajo Subtropical	55,0	542	0,003	0,16
bosque húmedo Montano Bajo	55,0	0	0,000	0,00
bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical	274,5	13.445	0,071	19,46
bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical, transición a húmedo	274,5	3.128	0,016	4,53
bosque muy húmedo Montano Subtropical	274,5	304	0,002	0,44
Agua y otros		154	0,001	0,00
Total		189.685	1,000	110,93

Los datos de carbono por tipo de bosque se tomaron de un estudio realizado por Alpizar y otros, (1999), promediados de los sitios estudiados, sin considerar transiciones de zonas de vida. Los valores no han sido comprobados para El Salvador, así que son sólo de referencia. En el caso de la vegetación abierta, dado que es muy variable y tampoco se dispone de datos, se calculó que el carbono almacenado representaba el 50% del acumulado por el bosque primario, para la misma zona de vida.

Como se desconoce qué tipo de bosque se deforestará en el futuro (es posible estimarlo, pero requiere de un análisis más profundo), se ha tomado como supuesto que la deforestación mantiene la misma proporción de pérdida por tipo de bosque y por tipo de vegetación abierta; de modo que es posible determinar un factor de carbono, que consiste en un valor ponderado de los diferentes valores de carbono por tipo de bosque, según su proporción de área.

Para calcular el factor carbono, se multiplica el valor de carbono por tipo de bosque por la proporción de área de cada tipo de cada año en la línea base y en el escenario con proyecto. El valor obtenido fue de 110,93 TmC/ha, que sumándole 25 TmC/ha correspondientes al carbono del mantillo y sotobosque, arroja un total por hectárea de 135,93 TmC/ha. Para el caso de la vegetación abierta, el valor estimado es de 80,47 TmC/ha.

Para la estimación del carbono fijado por las plantaciones forestales, se utilizaron diferentes

fuentes, según se muestra en el Cuadro 11. Al igual que para el bosque, se determinó la proporción de establecimiento por especie conforme las estadísticas del Servicio Forestal de El Salvador al año de 1996, y con ello se obtuvo un valor de carbono ponderado. Para ello es importante considerar que, para la construcción de los escenarios de línea base y con proyecto, se mantenga la misma proporcionalidad de establecimiento de plantaciones, de modo que este valor pueda aplicarse. El valor de carbono ponderado para plantaciones fue de 95,10 TmC/ha y agregándole 20 TmC/ha por concepto de mantillo y carbono, da un valor total de 115,10 TmC/ha.

El carbono almacenado por los cultivos agrícolas tecnificados y el de pastos fue tomado de EcoSecurities (2002). Para el manglar se basó en un estudio de Kiyoshi (2000), que aporta valores superiores a los 500 TmC/ha; sin embargo, en él se consideran otros componentes del ecosistema, por lo que se determinó en 200 TmC, de modo conservador. El valor para el páramo se tomó de Mena y otros (2000). En el caso de los cultivos permanentes, como en El Salvador la mayoría corresponde a café, se utilizó el valor determinado por PROCAFÉ para cafetales rústicos (Gómez y otros, 2000). Los demás usos (otros humedales, cuerpos de agua, área urbana y terreno descubierto) se determinaron con un valor de carbono cero. Los valores de carbono por hectárea para los diferentes usos de la tierra, definidos por el presente estudio, pueden observarse en el Cuadro 12.

Cuadro 11
Valores de carbono almacenado por las plantaciones
de especies forestales promisorias
 (El Salvador, al turno de cosecha)

Especie	Nombre científico	IMA	Turno	Vol/ha	Dm	Biomasa	Biomasa total	Fex	TmC/ha
Camaldulensis	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	15	17,5	262,5	0,39	102,4	153,6	1,5	69,1
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	10	25	250,0	0,45	112,5	168,8	1,5	75,9
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	10	25	250,0	0,43	107,5	161,3	1,5	72,6
Ciprés	<i>Cupressus lusitánica</i>	20	19	380,0	0,43	163,4	245,1	1,5	110,3
Conacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10	25	250,0	0,35	87,5	131,3	1,5	59,1
Deglupta	<i>Eucalyptus deglupta</i>	20	17,5	350,0	0,39	136,5	204,8	1,5	92,1
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	15	19	285,0	0,44	125,4	188,1	1,5	84,6
Madrecacao	<i>Glicicidia sepium</i>	10	17	170,0	0,5	85,0	127,5	1,5	57,4
Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	15	20	300,0	0,52	156,0	234,0	1,5	105,3
Pino caribe	<i>Pinus caribaea var. Hondurensis</i>	20	15	300,0	0,51	153,0	198,9	1,3	89,5
Pino ocote	<i>Pinus oocarpa</i>	15	17	255,0	0,55	140,3	182,3	1,3	82,0
Teca	<i>Tectona grandis</i>	13	20	260,0	0,61	158,6	237,9	1,5	107,1
Otras especies datos promedios		14	20	284,7	0,5	142,4	213,5	1,5	96,1

IMA es el incremento medio anual.

Vol/ha es el volumen en metros cúbicos por hectárea.

Dm es la densidad de la madera.

Biomasa es producto de multiplicar Vol/ha por Dm, en toneladas por hectárea.

Fex es el factor de expansión de biomasa para la copa en función del fuste.

TmC/ha son las toneladas métricas de carbono por hectárea.

Los valores sombreados fueron supuestos.

Fuente: Los datos de IMA y turno de cosecha fueron tomados de la Guía Técnica para la reforestación en Panamá, 2000. Los datos de densidad de la madera se tomaron de Maderas de Costa Rica, 150 especies forestales, Isabel Carpio, UCR 1992. El factor de expansión fue tomado de EcoSecurities. Los datos en color amarillo no tienen referencia y fueron supuestos.

Cuadro 12
Valores de carbono de los diferentes usos de la tierra
 (Definido por el presente estudio, por hectárea)

Carbono	TmC/ha
Manglar	200
Cultivos permanentes	174,3
Cultivos agrícolas tecnificados	10
Pastos y cultivos de subsistencia	10
Páramo	10