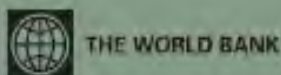




Estimación de los Costos de Oportunidad de REDD+

Manual de capacitación



Estimación de los Costos de Oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Versión 1.4
Agosto 2011



Los resultados, interpretaciones y conclusiones que figuran en el presente manual pertenecen al/a los autor/es y no necesariamente reflejan la opinión del Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo / Banco Mundial, sus organizaciones afiliadas, sus Directores Ejecutivos o los gobiernos a los cuales representan.

Banco Mundial
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433

Prólogo

Con el transcurso de los años, cuestiones como la reducción de emisiones originadas por la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo, el papel de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas de carbono de los bosques (lo que se conoce como “REDD+”) han cobrado fundamental importancia en las negociaciones internacionales sobre cambio climático y han adquirido carácter público a través de los medios. Existen buenas razones para ello. Por un lado, los ecosistemas forestales, que aún ocupan un tercio de la superficie terrestre de la Tierra, almacenan más carbono que la suma de la atmósfera y las reservas de petróleo del mundo. Los bosques son los ecosistemas terrestres más diversos, preservan las cuencas hidrográficas y los suelos, regulan los climas locales y proporcionan madera, energía, alimentos, medicamentos, fibras y agua potable para la sociedad, en particular para los pueblos dependientes de los bosques, en su mayoría pobres. Por otra parte, la deforestación y degradación forestal que ocurren actualmente, que según cálculos de la FAO ascienden a 5,2 millones de hectáreas netas por año (una superficie mayor a la de Costa Rica), representan hasta un quinto de las emisiones de carbono antropogénicas globales.

Los bosques contienen más carbono que la suma de la atmósfera y las reservas de petróleo del mundo

En diciembre de 2005, en las negociaciones sobre el clima en Montreal, la Coalición de Naciones con Bosques Tropicales planteó la idea de compensar a los países en desarrollo por reducir las tasas nacionales de deforestación. Desde entonces, los gobiernos, las organizaciones internacionales y de la sociedad civil, los pueblos indígenas, las instituciones científicas y entidades privadas han estado debatiendo sobre cómo integrar REDD+ en un futuro acuerdo internacional sobre el clima. La resolución tomada respecto de REDD+ en Cancún 2010, en el marco del Grupo de Trabajo Especial sobre Cooperación a Largo Plazo, representa un hito importante en este sentido ya que reconoce la función que cumplen los bosques en la mitigación del cambio climático en los países en desarrollo y la correspondiente necesidad de financiamiento internacional.

El costo de REDD+ constituye un conocimiento crucial para los países que tienen bosques y para donantes y compradores de créditos de carbono en el futuro. Si bien los costos de transacción y de implementación de REDD+ pueden estimarse más fácilmente tomando como referencia

Los costos de oportunidad de REDD+ son la diferencia en la rentabilidad neta por conservar o mejorar los bosques versus convertirlos a otros usos del suelo, generalmente más rentables.

actividades similares relacionadas con los bosques o cuando la actividad ocurre, un importante componente del costo puede permanecer oculto: al conservar sus bosques existentes, los países y los propietarios de las tierras renuncian a los beneficios que podrían obtener de usos alternativos de la tierra potencialmente más rentables, como la actividad agrícola o la ganadera. Dichos ingresos a los que se renuncia se denominan costos de oportunidad de REDD+.

El presente manual constituye un esfuerzo conjunto (1) del Equipo de Gestión del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF), (2) del programa de Asistencia para el Financiamiento del Carbono del Instituto del Banco Mundial (CF-Assist) — el programa para el fortalecimiento de capacidades financiado por un fideicomiso de múltiples donantes del Área de Cambio Climático del Instituto del Banco Mundial (WBI-CC) y (3) de la Alianza para los Márgenes de los Bosques Tropicales (ASB) del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR).

El manual da a conocer experiencias prácticas de programas en esta materia y presenta los pasos prácticos y teóricos esenciales, métodos y herramientas para estimar los costos de oportunidad de REDD+ a nivel *nacional*. El manual aborda la estimación de costos y beneficios de las diversas alternativas de uso de la tierra en relación con sus reservas de carbono. Debido a que los datos necesarios no siempre se encuentran fácilmente accesibles, el manual también incluye información sobre técnicas de recopilación de datos, de análisis y de evaluación. Si bien algunas secciones del manual son relevantes para un análisis *sub-nacional* o *a nivel de proyecto*, el manual no tiene por finalidad estimar la compensación para los agricultores o propietarios de tierras de un lugar determinado.

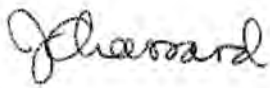
El manual está dirigido a profesionales dentro de los gobiernos, universidades, instituciones de investigación, organizaciones internacionales o no gubernamentales y desarrolladores de programas, que podrán utilizar los métodos y herramientas presentados para estimar los costos de oportunidad e incorporar dichos costos en recomendaciones acerca de políticas y programas sobre REDD+. Como parte del objetivo de construcción de capacidades, se prevé la realización de una serie de talleres de capacitación para instructores de países que participan en el FCPF y en el Programa REDD de las Naciones Unidas en África, Asia y América Latina.

El costo de REDD+ constituye un conocimiento fundamental para gobiernos, donantes y compradores de créditos de carbono.

El manual fue editado por Pablo Benítez, Marian de los Ángeles y Gerald Kapp (Instituto del Banco Mundial), Benoît Bosquet, Stephanie Tam, Alexander Lotsch (Equipo de Gestión del FCPF), Stefano Pagiola (Banco Mundial para la Región de América Latina y el Caribe) y Carole Megevand (Banco Mundial para la Región de África). Agradecemos el dedicado trabajo

realizado por los autores Douglas White y Peter Minang (ASB) y sus coautores Brent Swallow, Fahmuddin Agus, Glenn Hyman, Jan Börner, Jim Gockowski, Kurniatun Hairiah, Meine van Noordwijk, Sandra Velarde y Valentina Robiglio. Agradecemos asimismo los aportes realizados por Michael Richards y Simone Bauch y las opiniones externas de Erick Fernandes, Gregory Frey, Ken Andrasko, Loic Braune, Martin Herold y Timm Tennigkeit. Este Manual fue Traducido al Español gracias al soporte financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y a una revisión técnica por parte de Tadashi Shimizu, Lucila Serra, Gmelina Ramírez y Leonel Iglesias.

Washington, DC, 16 de mayo de 2011



Joëlle Chassard
Gerente, Unidad de Financiamiento de Carbono
Banco Mundial



Neeraj Prasad
Gerente, Área de Cambio Climático
Instituto del Banco Mundial

Autores y editores principales:

Douglas White y Peter Minang

Autores de capítulos y apoyo:

Introducción:

Douglas White, Peter Minang, Stefano Pagiola, Brent Swallow

Resumen y preparaciones:

Douglas White, Peter Minang, Meine van Noordwijk

Contexto de la política de RED(D++):

Douglas White, Peter Minang, Stefano Pagiola, Meine van Noordwijk

Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra:

Glenn Hyman, Valentina Robiglio, Douglas White, Sandra Velarde, Meine van Noordwijk

Medición del carbono de los usos de la tierra:

Kurniatun Hairiah, Fahmuddin Agus, Sandra Velarde, Meine van Noordwijk

Ganancias y utilidad bruta de los usos de la tierra:

Douglas White, Stefano Pagiola, Jan Börner, Jim Gockowski

Análisis del costo de oportunidad:

Douglas White, Peter Minang, Meine van Noordwijk

Beneficios compartidos hidrológicos y de la biodiversidad:

Douglas White, Stefano Pagiola, Meine van Noordwijk

Conclusiones y próximos pasos:

Peter Minang, Douglas White, Meine van Noordwijk

Apoyo:

Joyce Kasyoki, Godfrey Mwaloma

Gestión del proyecto, edición y revisión:

Pablo Benitez, Stephanie Tam, Stefano Pagiola, Gerald Kapp.

El presente estudio fue financiado por el Fondo Coopertivo para el Carbono de los Bosques y por Asistencia para el Financiamiento del Carbono.

Contenido

Prólogo i

Contenido iv

Abreviaturas y siglas ix

Capítulo 1. Introducción 1-1

- Objetivos 1-1
- ¿Qué es REDD y REDD+? 1-2
- Estrategias y mecanismos nacionales de distribución de beneficios de REDD+ 1-3
- Costos de REDD+ 1-4
- Porqué son importantes las estimaciones del costo de oportunidad 1-9
- Riesgos y limitaciones de las estimaciones del costo de oportunidad de REDD+ 1-11
- Salvaguardias de REDD+ 1-14
- Una pregunta importante 1-15
- Un ejemplo de costo de oportunidad 1-17
- Un manual de capacitación para estimar los costos de oportunidad de REDD+ 1-26
- Estado actual del desarrollo del análisis de costos de oportunidad de REDD+ 1-29
- Referencias y lectura complementaria 1-36

Capítulo 2. Descripción general y preparativos 2-1

- Objetivos 2-1
- Estructura del manual de capacitación 2-2
- ¿Quién debería hacer el trabajo? 2-7
- Formas de utilizar este manual 2-9
- Proceso de estimación de los costos de oportunidad 2-10
- Referencias y lectura complementaria 2-16

Capítulo 3. Contexto de la política de RED(D++) 3-1

- Objetivos 3-1
- Palabras relacionadas con la política de REDD+ 3-2
- Una política de elegibilidad de REDD+ en desarrollo 3-2
- Quién paga qué costos: perspectiva de contabilización 3-5
- Niveles de referencia de emisión 3-8
- Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA) 3-9
- SESA y políticas de salvaguardias del Banco Mundial 3-10
- Referencias y lectura complementaria 3-12

Capítulo 4. Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra	4-1
Objetivos	4-1
Introducción	4-2
Análisis espacial y términos de teledetección	4-2
Identificación de usos de la tierra	4-3
Cálculo del cambio en el uso de la tierra	4-22
Explicación del cambio en el uso de la tierra	4-25
Predicción de cambios en el uso de la tierra	4-33
Referencias y lectura complementaria	4-35
Capítulo 5. Medición del carbono de los usos de la tierra	5-1
Objetivos	5-1
Palabras específicas sobre silvicultura y carbono	5-2
Medición del carbono	5-2
Establecimiento de un marco de análisis sobre el carbono	5-8
Cálculo de la “reserva de carbono típica” de un uso de la tierra determinado	5-10
Referencias y lectura complementaria	5-30
Capítulo 6. Rentabilidad y beneficios netos de los usos de la tierra	6-1
Objetivos	6-1
Términos de Economistas	6-2
¿Por qué tanto detalle?	6-3
Temas iniciales – clarificación de supuestos	6-3
Presupuestos empresariales	6-15
Presupuestos de uso de la tierra	6-23
Rentabilidades de las trayectorias de los usos de la tierra	6-31
Consideraciones finales: más métodos y supuestos	6-36
Referencias y lectura complementaria	6-38
Capítulo 7. Análisis de costos de Oportunidad	7-1
Objetivos	7-1
Estimación de costos de oportunidad	7-2
Análisis de sensibilidad	7-4
Mapas de costos de oportunidad	7-9
Referencias y lectura complementaria	7-11
Capítulo 8. Los Co-beneficios hidrológicos y de la biodiversidad	8-1
Objetivos	8-1
¿Qué son los co-beneficios?	8-2
¿Qué son los servicios ambientales?	8-3
¿Cómo se calculan los co-beneficios?	8-5
Co-beneficios hidrológicos	8-5
Co-beneficios de la biodiversidad	8-10
Co-beneficios y costos de oportunidad	8-24
Conclusión	8-29

Referencias y lectura complementaria	8-31
Capítulo 9. Tradeoffs y escenarios	9-1
Objetivos	9-1
Tradeoffs/intercambios	9-2
Escenarios	9-5
Capítulo 10. Conclusiones y próximos pasos	10-1
Objetivos	10-1
¿Qué es lo que revelan y lo que no revelan los costos de oportunidad?	10-2
Próximos pasos	10-4
Capítulo 11. Anexos	11-1
A. Glosario	11-2
B. Capacidades requeridas para un sistema nacional de monitoreo de emisiones	11-8
C. Ecuaciones alométricas	11-11
D. Pasos para calcular el tiempo medio de la reserva de carbono: de la parcela al uso de la tierra	11-13
E. Métodos para calcular el valor económico de la biodiversidad	11-15
F. Ejemplos de hojas de cálculo	11-19
G. Ejemplo de análisis utilizando REDD Abacus	11-22

Abreviaturas y siglas

AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra
AWG-LCA	Grupo de Trabajo Especial sobre Cooperación a Largo Plazo en el marco de la Convención
AB	Área Basal
BAP	Plan de Acción de Bali
BAU	Prácticas habituales
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
CER	Certificado de reducción de emisiones
CMP	Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto
CO ₂	Dióxido de carbono
CO _{2e}	Dióxido de carbono equivalente
COP	Conferencia de las Partes
DAP	Diámetro a la altura del pecho
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCPF	Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques
GEI	Gas/es de efecto invernadero

SIG	Sistema de Información Geográfica
GPS	Sistema de posicionamiento geográfico
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
IAF	Índice de área foliar
LCCS	Sistema de Clasificación de la Cobertura Terrestre
LU	Uso de la Tierra
LULUCF	Uso de la Tierra, Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura
LUS	Sistema de Uso de la Tierra
IAM	Incremento Anual Medio
MRV	Medición (Monitoreo), Reporte, Verificación
NBSAP	Estrategia y Plan de Acción Nacional para la Biodiversidad
NAPCC	Planes de Acciones Nacionales para el Cambio Climático
IFN	Inventario Forestal Nacional
VPN	Valor Presente Neto
POA	Programa de Actividades
REALU	Reducción de emisiones de todos los usos de la tierra
REDD	Reducción de emisiones de la deforestación y de la degradación forestal
REL	Nivel de referencia de emisiones
RPP	Propuesta de Preparación
RS	Reconocimiento a distancia
SESA	Evaluación Ambiental y Social Estratégica
OSACT	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (CMNUCC)
MOS	Materia orgánica del suelo
tC	Tonelada métrica de carbono (1tC = 3,67tCO ₂)
tCO ₂	Tonelada métrica de dióxido de carbono (1tCO ₂ = 0,27tC)
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
VHRI	Imágenes de muy alta resolución

Estimación de los costos de oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 1. Introducción

Objetivos

1. Presentar el fundamento de REDD Y REDD+
2. Describir los diferentes costos de REDD+
3. Analizar los riesgos y limitaciones de REDD+ y analizar los costos de oportunidad
4. Presentar un ejemplo de cálculo de costos de oportunidad
5. Identificar (a) el objetivo, (b) objetivos de aprendizaje y (c) participantes objetivo/usuarios del manual de capacitación
6. Resumir el estado actual de desarrollo del análisis de costos de oportunidad de REDD+

Contenido

Objetivos	1
¿Qué es REDD y REDD+?.....	2
Estrategias y mecanismos nacionales de distribución de beneficios de REDD+	3
Costos de REDD+	4
Porqué son importantes las estimaciones del costo de oportunidad.....	9
Riesgos y limitaciones de las estimaciones del costo de oportunidad de REDD+.....	11
Salvaguardias de REDD+	14
Una pregunta importante.....	15
Un ejemplo de costo de oportunidad.....	17
Un manual de capacitación para estimar los costos de oportunidad de REDD+	26
Estado actual del desarrollo del análisis de costos de oportunidad de REDD+	29
Referencias y lectura complementaria	36



¿Qué es REDD y REDD+?

1. Tanto REDD como REDD+ tienen como objetivo reducir las emisiones de carbono a la atmósfera. REDD (Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación Forestal) es un término general referido a una política internacional y un mecanismo de financiamiento que posibilitará la financiación de la conservación y/o del establecimiento de bosques y la adquisición y venta a gran escala de carbono de origen forestal. REDD tiene por finalidad abordar tanto la deforestación (la conversión de tierra forestada a tierra no forestada) como la degradación forestal (reducciones en la calidad de los bosques, en particular respecto de su capacidad de almacenar carbono).¹
2. REDD+, una versión ampliada de REDD, fue definido en el Plan de Acción de Bali del siguiente modo: *enfoques de las políticas e incentivos positivos sobre cuestiones relacionadas con la reducción de emisiones originadas por la deforestación y la degradación forestal; y el papel de la conservación, la gestión forestal sostenible y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo.*² Para los fines del presente manual, se hará hincapié en REDD+.
3. Si se logra que la conservación forestal y la gestión forestal sostenible (junto con su carbono) sean más rentables, la política REDD+ podrá influir en las decisiones relacionadas con el uso de la tierra dentro de los países. La ratificación de REDD+ por parte de la CMNUCC posibilitaría a los países con bosques vender créditos de carbono a compradores interesados a través de los mercados o recibir apoyo financiero proveniente de fondos para la conservación. Sin embargo, aún se están definiendo los detalles de los mecanismos de REDD+.
4. Los flujos de fondos relacionados con los programas de REDD+ podrían alcanzar la suma de US\$30.000 millones anuales, para poder reducir a la mitad las emisiones entre 2005 y 2030.³ Además de reducir las emisiones de carbono, el flujo de fondos, principalmente en sentido Norte-Sur, podría servir de apoyo a nuevos desarrollos en favor de los pobres y ayudar a conservar la biodiversidad y otros servicios vitales de los ecosistemas (ONU-REDD, 2010).

¹ Aún no se han elaborado los detalles específicos sobre una única definición ampliamente aceptada del término degradación forestal; para una ampliación al respecto, consulte el Capítulo 5 y <http://www.fao.org/docrep/009/j9345e/j9345e08.htm>.

² Párrafo 1 (b) (iii) del Plan de Acción de Bali (BAP).

³ Kindermann y otros (2008) estiman que para disminuir a la mitad las emisiones originadas por la deforestación entre 2005 y 2030, lo cual corresponde a 1.700 – 2.500 millones de toneladas de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), se requeriría un flujo de fondos de US\$17.000 a 28.000 millones anuales. Esto requeriría un pago de US\$10-21/tCO₂. Una reducción de emisiones del 10% durante dicho periodo costaría entre US\$400 y 1.700 millones anuales y US\$2-5/tCO₂.

Estrategias y mecanismos nacionales de distribución de beneficios de REDD+

5. Con su ratificación, REDD+ afectará, y posiblemente beneficiará, a una amplia variedad de usuarios de tierras.⁴ Los grupos interesados son los agricultores, hacendados, leñadores, caucheros, empresas privadas, etc., es decir, todo aquel que se dedique a actividades basadas en la tierra en regiones rurales. Debido a que los fondos para REDD+ se canalizarán a través de los gobiernos nacionales, los países deberán decidir cómo priorizar los programas y distribuir los beneficios. A fin de facilitar el proceso de elaborar una estrategia REDD+ nacional, el manual ayuda a los responsables de elaborar políticas a estimar los costos relacionados con la participación en los programas de REDD+ a nivel nacional, enfocándose en el análisis de los costos de oportunidad. Considerando la importancia de distribuir los beneficios, se analizarán brevemente algunos métodos de distribución de los beneficios de REDD+ dentro de un país.

6. En algunos casos, los países pueden optar por realizar desembolsos económicos directos a los individuos, empresas y comunidades para compensarlos por sus actividades orientadas a proteger y conservar los bosques. En otros casos los países pueden financiar programas de construcción de capacidades e inversiones en estrategias sobre medios de subsistencia alternativos y/u otras actividades de desarrollo comunitario. Dicho enfoque constituye un tipo de compensación indirecta. La selección de políticas nacionales para la distribución de beneficios es un componente importante en los procesos de preparación de REDD+.⁵

7. La identificación de mecanismos eficaces y equitativos para la distribución de beneficios puede constituir un verdadero desafío. Por ejemplo, puede ocurrir que la propiedad sobre una parcela y sus derechos relacionados sean objeto de disputas o no se encuentren formalizados (ausencia de título de propiedad), lo cual dificulta la determinación de una compensación justa y suficiente. Análogamente, si una intervención de REDD+ tiene el objetivo de reducir la explotación forestal ilegal, una política destinada a compensar a los operadores ilegales podría generar incentivos perversos para la tala de

⁴ La presente sección contó con aportes realizados por G. Frey (2010, comunicación personal).

⁵ De FCPF (2010): *Utilizar mecanismos de distribución de beneficios claros y transparentes con amplio apoyo de la comunidad a fin de que los incentivos de REDD+ se utilicen de un modo eficiente y equitativo con el objetivo de continuar solucionando la deforestación y la degradación de bosques. En algunos casos, el gobierno nacional puede ser el actor más apropiado para sancionar e implementar las modificaciones necesarias en políticas y normas. Sin embargo, numerosos cambios requerirán de la participación de los pueblos indígenas, de las comunidades locales y del sector privado, en cuyo caso estos grupos interesados o derechohabientes esperarán participar en las actividades de REDD+ y en los correspondientes ingresos del carbono (u otros métodos de financiación o apoyo) como reconocimiento a sus aportes. En otros casos, los pueblos indígenas, las comunidades locales y el sector privado serían los actores primarios que implementarán los Programas de RE [Reducción de Emisiones] y en consecuencia pretenderán ser los principales beneficiarios de pagos en el marco de un ERPA [Contrato de Compraventa de Créditos de Carbono]. Estas determinaciones deberán reflejar un análisis de los factores que motivan la deforestación y la degradación de bosques.*

árboles como medio para recibir pagos. En este caso, posiblemente la compensación indirecta y otros mecanismos funcionarían mejor para lograr la meta de REDD+. (Más adelante en el presente capítulo se ampliarán los riesgos y limitaciones de REDD+ y los costos de oportunidad.)

8. Si una estrategia REDD+ limita las actividades de subsistencia (sean legales o no), entonces los costos de oportunidad aumentarán. Si estos costos no se compensan de algún modo (económicamente o de otro modo) habrá dos consecuencias: (1) la presión sobre los bosques continuará, o (2) el costo de oportunidad perjudicaría a las comunidades, lo cual constituye una violación de los estándares internacionales de buenas prácticas (y Salvaguardias del Banco Mundial) respecto de “no ocasionar perjuicios.” (El Capítulo 3 incluye un análisis sobre las salvaguardias)

9. El manual no recomienda la adopción de ninguna estrategia de REDD+ o mecanismo de distribución de beneficios en particular. Por el contrario, los autores opinan que la estimación de los costos de oportunidad pueden ofrecer información importante para el proceso de desarrollo e implementación de estrategias eficaces y equitativas para REDD+.

Costos de REDD+

10. Para recibir financiamiento de REDD+, los países deben reducir la deforestación y la degradación forestal y/o aumentar las reservas de carbono. Sin embargo, lograr lo anterior genera costos. Estos costos pueden agruparse en tres categorías generales:

- (1) *costos de oportunidad* originados por el hecho de renunciar a los beneficios que hubiese generado la deforestación para la subsistencia y para la economía nacional,
- (2) *costos de implementación* de los esfuerzos necesarios para reducir la deforestación y la degradación forestal y
- (3) *costos de las transacciones* necesarias para establecer y gestionar un programa REDD+.⁶

11. Si bien algunos de los componentes individuales de los costos de implementación y transacción pueden intercambiarse, los costos de implementación suelen relacionarse en forma directa con la reducción de la deforestación, mientras que los costos de transacciones lo hacen en forma indirecta. A continuación figura una breve descripción de estos costos y la Figura 1.1 expone un resumen al respecto.

⁶ Estas categorías no son definitivas, sino que ofrecen un panorama general de los costos de REDD+. Si desea acceder a un análisis sobre los costos de REDD+, consulte Pagiola y Bosquet (2009). Los costos pueden ordenarse en más o en menos categorías.

Costos de oportunidad

12. La deforestación, a pesar de todos sus impactos negativos, también puede generar beneficios económicos. La madera puede utilizarse para la construcción y las tierras desmontadas pueden utilizarse para cultivos o pastizales. El hecho de reducir la deforestación e impedir el cambio en el uso de la tierra implica renunciar a estos beneficios. Del mismo modo la degradación de bosques también genera beneficios originados por la explotación forestal selectiva, la recolección de leña o el pastoreo de animales, por ejemplo. El hecho de evitar la degradación forestal implica renunciar a estos beneficios. El costo de los beneficios a los cuales se renuncia (neto de cualquier beneficio generado por la conservación del bosque) se denomina “costo de oportunidad” y puede constituir la categoría de costos más importante que asumiría un país al reducir su tasa de pérdida de bosques dentro del marco de REDD+.

13. Los costos de oportunidad incluyen, desde luego, los beneficios económicos del uso alternativo del tierra a los que se renuncia, a los que se denominan costos de oportunidad directos en el sitio. También pueden incluir costos socioculturales e indirectos:

Costos socioculturales. El hecho de impedir la conversión de los bosques hacia otros usos de la tierra puede afectar de modo significativo la subsistencia de gran cantidad de habitantes rurales. Dicha alteración en el modo de vida puede originar costos sociales y culturales que no se miden fácilmente en términos económicos.⁷ Algunos ejemplos de dichos costos son los impactos psicológicos, espirituales o emocionales implicados en un cambio de forma de subsistencia, la pérdida del conocimiento local y la erosión del capital social. Estos costos pueden minimizarse si existen métodos de subsistencia alternativos viables y fácilmente accesibles mediante la implementación de un programa REDD+.

Costos indirectos, fuera del sitio. Los cambios en las actividades económicas, de la madera y la agricultura a otros sectores productivos, pueden afectar también a actores ulteriores en las correspondientes cadenas de oferta de productos. Además, la disminución de la actividad económica podría afectar los ingresos impositivos nacionales. Análogamente a los costos de oportunidad, estos costos indirectos no son totales, pero deben estimarse con base en una diferencia (es decir, con REDD+ vs. sin REDD+).⁸ Dichos costos indirectos asociados a REDD+ pueden estimarse utilizando multiplicadores o modelos económicos multi-mercado.

⁷ El Capítulo 3 incluye un análisis sobre la política en materia de reubicación involuntaria del Banco Mundial. Si desea acceder a un estudio completo sobre impacto social, puede consultar Richards y Panfil (2010).

⁸ Además, es necesario estimar el crecimiento de otros sectores productivos ya que las condiciones económicas no son estáticas.

Otros costos indirectos son las relaciones de retroalimentación global originadas por la política de REDD+. Los usos de la tierra en un país que cuenta con una política REDD+ serían diferentes a los usos de la tierra si dicha política no existiese. Debido a que una mayor cantidad de tierra estaría ocupada por bosques gracias a REDD+, los precios de la madera y de los productos agrícolas y ganaderos probablemente aumentarían. El efecto combinado de una menor conversión de bosques a tierras agrícolas y una mayor restauración de tierras anteriormente utilizados para la agricultura ocasionaría una reducción en la cantidad de tierra utilizado para cultivos, posiblemente aumentando el costo de los alimentos, de las fibras y del combustible. Dichos cambios en los precios podrían representar costos de oportunidad significativos.⁹

14. El objetivo de este manual es estimar los costos de oportunidad directos, en el sitio. Los datos económicos a nivel de campo recopilados para este componente del costo de oportunidad junto con otra información socioeconómica, pueden utilizarse para estimar los costos de oportunidad indirectos. La información y un mayor conocimiento sobre la producción agrícola, ganadera y maderera y su función en las cadenas de abastecimiento ayudarán a los analistas a comprender mejor los impactos del programa REDD+ en sus respectivos sectores económicos. Para simplificar, a lo largo del presente manual el término *costo de oportunidad* se utilizará para hacer referencia a costos de oportunidad directos en el sitio.

Oportunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Directo, en el sitio <ul style="list-style-type: none"> • Diferencia entre la rentabilidad que se obtienen al conservar los bosques y la rentabilidad que se obtienen por convertirlos a otros usos del tierra, generalmente más valiosos • Diferencia entre la rentabilidad que se obtienen por aumentar el carbono en los bosques o de los bosques restaurados • Sociocultural <ul style="list-style-type: none"> • Métodos de subsistencia restringidos o modificados • Impactos psicológicos, espirituales o emocionales • Indirecto, fuera del sitio <ul style="list-style-type: none"> • Diferencia en las actividades con valor agregado (cambios en los
-------------	--

⁹Asimismo, el crecimiento de la población mundial y el aumento de los patrones de consumo asociados con niveles de vida superiores también probablemente aumenten las presiones para transformar los bosques en pastizales o campos para la agricultura, aumentando de este modo los costos de oportunidad de REDD+. Sin embargo, estos factores son independientes de los programas REDD+ y por lo tanto no deberían considerarse como un costo indirecto atribuible a REDD+. Análogamente, otros factores como cambios en las tecnologías que pueden mejorar la productividad de las tierras (ej. mayor rendimiento de los cultivos), también podrían considerarse erróneamente como un beneficio indirecto de REDD+.

	sectores económicos atribuibles a REDD+) <ul style="list-style-type: none"> • Diferencias en los ingresos impositivos • Aumento de los precios de los productos agrícolas y de la silvicultura, originados por reacciones económicas (efectos dinámicos, no estáticos)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación del uso de la tierra • Reforma del régimen de propiedad de la tierra / administración • Protección de los bosques, mejoras en la gestión forestal y agrícola • Capacitación laboral • Administración
Transacción	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del programa REDD+ • Negociación de acuerdos • Certificación de reducción de emisiones (medición, reporte, verificación: MRV) • Estabilización, impedir que la deforestación se traslade a otros países (detener desplazamientos)

Figura 1-1 Los costos de REDD+

Fuente: Autores.

Costos de implementación

15. Además de los costos de oportunidad, también hay costos asociados a la implementación del programa REDD+. Estos costos se relacionan en forma directa con las acciones necesarias para reducir la deforestación y, en consecuencia, las emisiones. Algunos ejemplos son el costo de:

- vigilar los bosques para impedir la explotación ilegal,
- plantar árboles nuevamente en bosques degradados o talados,
- trasladar las actividades de explotación forestal lejos de los bosques naturales, hacia bosques degradados que se prevé reforestar,
- lograr que las actividades agrícolas y ganaderas sean intensivas a fin de necesitar menores cantidades de tierra para la producción de alimentos, fibras y combustibles,
- trasladar un proyecto vial a fin de que se destruyan menos tierras de bosques como resultado de la construcción de rutas,
- trasladar un proyecto hidroeléctrico lejos de un bosque natural,
- delimitar las tierras de comunidades indígenas o colonias y/u otorgar títulos de propiedad sobre ellas a fin de ofrecer a dichas comunidades o colonias un incentivo para proteger los bosques contra la conversión,
- ofrecer a las comunidades iniciativas para aumentar las capacidades, infraestructura o equipos para desarrollar métodos de subsistencia alternativos.

16. Todas estas medidas y otras similares implican inversiones iniciales y probablemente también costos recurrentes para el sector público y/o privado, que deben evaluarse y financiarse en forma adecuada.

17. Los costos de implementación también abarcan la institución y las actividades de construcción de capacidades necesarias para concretar los programas de REDD+. Algunos ejemplos de costos incluyen los gastos asociados con productos, capacitación, investigación y procesos políticos y regulatorios, incluyendo asesorías y procesos gubernamentales para dictar resoluciones.

Costos de transacción

18. Además de los costos de oportunidad y de implementación, REDD+ también implica costos de transacción. Los costos de transacción se originan durante todo el proceso: identificación del programa REDD+, negociación de transacciones, monitoreo, reporte y verificación de las reducciones de emisiones. Los costos de transacción son incurridos por quienes implementan el programa REDD+ y por terceros como verificadores, certificadores y abogados. Para ilustrar este punto, los costos de transacción se originan por (1) diferentes partes involucradas en una transacción de REDD+, como el comprador y el vendedor o el donante y el beneficiario y (2) terceros externos como reguladores del mercado o administradores de sistemas de pagos que supervisan el cumplimiento de las reducciones de emisiones. Dichas actividades y costos asociados son, no obstante, necesarios para asegurar la transparencia y la credibilidad del programa REDD+.

19. Los costos de transacción suelen considerarse en forma separada de los costos de implementación, porque en sí mismos no reducen la deforestación o la degradación forestal. Los costos de transacción también pueden incluir los denominados “costos de estabilización” que se originan por la necesidad de evitar que las actividades de deforestación se trasladen a otros países que no participan en REDD+. Sin embargo, aún no está claro si los participantes de REDD+ deberán prever dichos costos.¹⁰

Ejemplos de estimación de costos REDD+

20. Los costos de oportunidad pueden ser elevados (por ejemplo, cuando los bosques se convierten para establecer plantaciones rentables de palma aceitera), bajos e incluso negativos (por ejemplo, cuando un bosque se convierte a pastizales de baja productividad). Una revisión global de 29 estudios empíricos realizada por Boucher (2008a) encontró que

¹⁰ Los costos de estabilización para los once países más importantes con alta cobertura de bosques y baja deforestación (HFLD por su sigla en inglés) serían de aproximadamente US\$1.800 millones anuales. Cubrir de 7 a 10 países costaría de US\$365 millones a US\$630 millones (da Fonseca y otros, 2007). Estos cálculos se refieren a mantener las emisiones en niveles constantes. Los costos de estabilización de REDD+ probablemente sean mayores. Los países que participan en REDD+ probablemente no paguen estos costos en forma individual, ya que es probable que se establezca un fondo común. Los mecanismos de aporte al fondo aún no se han determinado pero podrían basarse en las dimensiones del programa nacional REDD+, una membresía con tarifa fija o una combinación de ambas opciones.

el costo de oportunidad *promedio* es US\$2,51/tCO₂. Dieciocho de las 29 estimaciones de cambio en el uso de la tierra dieron como resultado costos de oportunidad inferiores a US\$2/tCO₂, y 28 de las 29, costos de oportunidad inferiores a US\$10/tCO₂.

21. Respecto de otros costos de REDD+, se estimó que US\$1/tCO₂ representa los costos de transacción, implementación y administrativos (Boucher 2008b).¹¹ Estos costos se superponen de alguna manera, por lo que es posible que estas estimaciones arrojen cifras moderadamente superiores a las reales. Debido a que las estimaciones se basaron principalmente en proyectos individuales, es posible que se pueda optimizar los costos mediante programas REDD+ de mayor envergadura. No obstante, la estimación podría ser sustancialmente mayor en contextos nacionales específicos, lo que impactaría en la viabilidad de algunas opciones de programas REDD+.

Porqué son importantes las estimaciones del costo de oportunidad

22. Estimar el costo de oportunidad de REDD+ es importante por cinco razones fundamentales:

En primer lugar, se considera que los costos de oportunidad constituyen la mayor parte de los costos de REDD+ (Boucher, 2008a; Pagiola y Bosquet, 2009; Olsen y Bishop, 2009). La revisión de 29 cálculos empíricos regionales realizada por Boucher dio como resultado que los costos de oportunidad promedio oscilan entre el 80 y el 95% de los costos de evitar la deforestación en países con una cobertura mayormente boscosa. Sin embargo, este cálculo no necesariamente refleja la realidad de todos los países. La magnitud relativa de todos los costos de REDD+ depende del contexto nacional y de la ubicación específica. En algunos casos, el costo de oportunidad para algunos usos del tierra, específicamente en áreas remotas, puede ser inferior a los costos de transacción e implementación.

En segundo lugar, el hecho de estimar los costos de oportunidad permite conocer cuáles son las causas y los factores que motivan la deforestación. La tala de bosques no responde a un acto de malicia, sino a los beneficios económicos que ello genera. Altos costos de oportunidad suelen asociarse a fuertes presiones para deforestar. En general, cuando esto ocurre, las tierras han sido o están siendo convertidos a usos que tienen un valor económico superior, como la madera y la agricultura (Pagiola y Bosquet, 2009). También en este aspecto existen variaciones considerables; en algunos casos los bosques se convierten a usos de muy bajo valor (Chomitz y otros, 2006). Las estimaciones de costos de oportunidad ayudan a entender mejor los factores que motivan la deforestación y, por lo tanto, pueden

¹¹ Transacción: US\$0,38/tCO₂ (Antinori y Sathaye, 2007), implementación: US\$0,58/tCO₂ (Nepstad y otros 2007) y administración: US\$0,04/tCO₂ (Grieg-Gran, 2006). Calculado por hectárea: los costos anuales de administración oscilan entre un mínimo de US\$4 por ha y un máximo de US\$15 por ha.

ayudar a los responsables de elaborar políticas a identificar y desarrollar respuestas apropiadas.

En tercer lugar, los costos de oportunidad pueden ayudar a identificar los probables impactos de los programas REDD+ en los diferentes grupos sociales dentro de un país. Los usos de la tierra suelen asociarse con grupos sociales específicos. El hecho de saber quién probablemente gane o pierda a causa de un programa REDD+ puede ayudar a identificar posibles consecuencias morales/éticas, si las pérdidas recayeran sobre grupos marginalizados. Podrían detectarse también posibles inconvenientes ocultos para la implementación de estrategias nacionales sobre programas REDD+, como en el caso de que las pérdidas afectasen a grupos políticamente poderosos capaces de impedir la adopción de políticas sobre REDD+ o de resistirse a su implementación. A partir de los conocimientos adquiridos mediante la estimación de los costos de oportunidad de REDD+, las estrategias nacionales sobre REDD+ pueden desarrollar políticas y mecanismos eficaces para reducir la deforestación y evitar consecuencias sociales adversas (Pagiola y Bosquet, 2009).

En cuarto lugar, los costos de oportunidad ayudan a identificar cuál es la compensación justa para quienes cambian su uso de la tierra en el marco de REDD+. Considerando que las actividades de uso de la tierra tienen incidencia en los métodos de subsistencia, los costos de oportunidad de REDD+ son un cálculo de la cantidad de ingresos que deberían proporcionar los métodos de subsistencia alternativos. Por ejemplo, en los casos donde se aumentan las áreas naturales protegidas, los costos de oportunidad son una estimación de los ingresos que pierden las comunidades aledañas debido a restricciones en el uso de la tierra. Incluso aunque no se compensara directamente a estas comunidades, la información sobre el costo es importante para que los responsables de elaborar políticas entiendan las consecuencias de una política de conservación de REDD+ y así poder desarrollar otros tipos de compensación.

En quinto lugar, la información recopilada para estimar los costos de oportunidad sirve de base para mejorar las estimaciones de otros costos de REDD+. Los costos de oportunidad y otros costos de REDD+ suelen variar de manera significativa dentro de un mismo país, incluso para cambios similares en el uso de la tierra. El proceso de recopilar información subnacional aumenta los conocimientos sobre los contextos biofísicos y socioeconómicos locales, lo que a su vez puede mejorar los conocimientos necesarios para ajustar los cálculos basados en valores genéricos. Por ejemplo, los modelos sobre costos de oportunidad indirectos, que suelen utilizar cálculos de costos de oportunidad promedio, pueden adquirir mayor precisión si se toma en cuenta la información subnacional.

Análogamente, los costos de implementación y de transacciones también pueden estimarse teniendo en cuenta diferencias espaciales.

Riesgos y limitaciones de las estimaciones del costo de oportunidad de REDD+

Riesgos

23. El análisis de costos de oportunidad puede ayudar a aportar información para el desarrollo de políticas nacionales sobre REDD+. Sin embargo, pueden surgir serios riesgos. A continuación figuran dos riesgos asociados con el análisis de costos de oportunidad y soluciones para reducir posibles daños.

1. Aplicación imprecisa de las estimaciones de los costos de oportunidad.

Cambios en el uso de la tierra aparentemente similares pueden implicar costos de oportunidad muy diferentes. Numerosos factores, tanto biofísicos como socioeconómicos, determinan los costos de oportunidad. Por lo tanto, los costos de oportunidad no deben aplicarse sin tener en cuenta estos factores. Por ejemplo, los costos de oportunidad pueden diferir debido a diferencias en la fertilidad de la tierra o contextos de acceso al mercado.

Solución: *estimar e identificar áreas subnacionales válidas para las que se puedan extrapolar los resultados específicos de un lugar.*

Riesgos de los cálculos de costos de oportunidad:

- aplicación imprecisa
- considerar que los costos de oportunidad son iguales a todos los costos de REDD+

Este proceso es un tema de análisis fundamental en este manual de capacitación. Además, para incentivar un proceso de mejora oportuna (es decir, precisión y exactitud)¹² de las estimaciones de los costos de oportunidad, se sugieren tres niveles de requerimientos de datos y análisis (análogo a los Niveles 1,2,3 de la CMNUCC). (Este tema se ampliará en el Capítulo 2.)

2. Considerar que el costo de oportunidad es el único componente de los costos de REDD+.

Los costos de oportunidad son tan sólo una pieza del rompecabezas de REDD+. Si también se toman en cuenta los costos de transacción y de implementación, es posible arribar a diversas conclusiones sobre estrategias nacionales de REDD+ viables. **Solución:** *los análisis y las políticas no deberían enfocarse únicamente en los costos de oportunidad, sino también en otros costos de*

¹² Exactitud se refiere a cuán cercanos son los cálculos al valor “real”, mientras que *precisión* implica cuán cercanos son entre sí los cálculos.

REDD+ (implementación y transacción) importantes para desarrollar estrategias sobre REDD+ apropiadas a nivel nacional.

Limitaciones

24. Tanto los análisis sobre costos de oportunidad, como el enfoque específicamente presentado aquí, tienen limitaciones que deben considerarse al estimar los costos de REDD+:

En primer lugar, el análisis de costos de oportunidad no tiene en cuenta el costo de pérdida de empleo que podría originarse a causa de un cambio a gran escala en el uso de la tierra. Obtener un empleo alternativo suele demandar tiempo y capacitación. Además, en numerosos contextos rurales donde la implementación de REDD+ es probable predominan altos niveles de desempleo y subempleo. Por lo tanto, las pérdidas de empleos ocasionadas cuando el uso de la tierra pasa de la agricultura al bosque, por ejemplo, pueden originar costos significativos. Además, diversas personas pueden no ser elegibles para recibir una compensación a pesar de verse afectada su subsistencia, por ejemplo, las personas que carecen de título de propiedad sobre la tierra, trabajadores rurales, personas que talan árboles en forma ilegal y otros grupos de personas potencialmente afectadas. **Solución:** *Estimar impactos en el empleo por tipo de cambio en el uso de la tierra asociado con un programa de REDD+. Analizar “tradeoffs” y escenarios (Capítulo 9). La magnitud de los costos dependerá de la magnitud de los programas de REDD+ y su efecto en el entorno. Los resultados de los análisis permitirán a los responsables de elaborar políticas identificar áreas prioritarias para generar empleos (un tipo de costo de implementación). El éxito de los programas REDD+ (es decir, evitar en forma sustancial las actividades que afectan a los bosques) depende de la creación de actividades alternativas rentables en agricultura intensificada, silvicultura u otros sectores de la economía nacional.*

En segundo lugar, los costos de oportunidad directos, en el sitio, subvalúan los costos de oportunidad totales. REDD+ podría alterar en forma significativa los sectores económicos de la silvicultura y la agricultura, los precios de los insumos y de los productos y los patrones de uso de la tierra. Por lo tanto, dentro de los análisis de políticas sobre REDD+ es necesario considerar otros componentes de los costos de oportunidad y los costos socioculturales e indirectos fuera del sitio. **Solución:** *Los costos de oportunidad directos en el sitio pueden aproximar el efecto de dichos componentes de costos dentro del análisis de sensibilidad y de escenario (Capítulo 9). Por ejemplo, puede estimarse un multiplicador o costos socioculturales adicionales para cambios específicos en el uso de la tierra. Análogamente, se pueden incluir costos adicionales originados por cambios económicos (por ejemplo, en los precios) con multiplicadores. Estos análisis*

iniciales pueden utilizarse como base para analizar y justificar la posterior creación de modelos económicos para múltiples sectores.

25. A pesar de dichos riesgos y limitaciones, los autores consideran que el enfoque analítico es un paso útil y esencial para comprender los costos de oportunidad. El presente manual se propone ilustrar el proceso de recopilación de datos y de análisis para estimar en forma transparente los costos de oportunidad de REDD+ y evitar obstáculos en la realización de cálculos e interpretaciones.

¿Qué excluye el análisis de costos de oportunidad?

En primer lugar, los impactos ambientales fuera del sitio (externalidades) de los usos de la tierra. Si bien el análisis de costos de oportunidad de usos de la tierra se basa en líneas de tiempo que abarcan varios años, los impactos ambientales relevantes (por ejemplo, efectos negativos ulteriores, pérdida de la biodiversidad) no se toman en cuenta en forma explícita. **Solución:** *Dichos impactos negativos pueden analizarse al revisar los costos de oportunidad a nivel subnacional y nacional. La estimación de los costos de los efectos negativos puede lograrse dentro de una perspectiva de contabilización a nivel de país (definido en el Capítulo 3). Los impactos en el sitio, como la degradación de la tierra, pueden evaluarse realizando un análisis de sensibilidad y de escenario respecto de las estimaciones de los costos de oportunidad (Capítulos 7 y 9). Por ejemplo, los cálculos de rendimiento de las actividades agrícolas pueden disminuir a lo largo de la línea de tiempo del análisis.*

Otras cuestiones importantes sobre REDD+:

- impactos ambientales
- gestión
- actividades forestales ilegales

En segundo lugar, la gobernanza de la tierra y de los recursos. Debido a que los derechos legales y consuetudinarios pueden no coincidir, en particular cuando los derechos sobre la tierra y sobre los recursos no se encuentran debidamente definidos o no se hacen cumplir en forma apropiada, en ocasiones no es posible determinar los costos de oportunidad y quién debe asumir dichos costos. Un análisis de costos de oportunidad que sólo tiene en cuenta los derechos legales sin reconocer los derechos y los usos consuetudinarios no lograría estimar el verdadero impacto del costo de REDD+ para los individuos y las comunidades. Además, si la estrategia o la intervención de REDD+ se basa en un cálculo erróneo, ciertos grupos vulnerables podrían resultar privados de sus derechos. **Solución:** *El análisis de la gobernanza es parte esencial del proceso de desarrollo de una estrategia nacional REDD+. La participación en las discusiones (y el análisis) debería*

trascender a los gobiernos e incluir a los grupos de interés pertenecientes a la sociedad civil.

En tercer lugar, las estrategias e intervenciones apropiadas para reducir actividades forestales ilegales. Cuando las leyes se hacen cumplir en el contexto de una estrategia REDD+ nacional, los actores que incurren en prácticas ilegales deberán asumir un costo de oportunidad. Si se reconocen los costos de oportunidad, entonces pueden ser diferentes de acuerdo con el tipo de actor. En casos como la explotación forestal ilegal realizada por extranjeros, el país puede decidir que no es apropiado compensar los costos de oportunidad. En este caso, el costo más sustancial de REDD+ no sería el costo de oportunidad, sino el costo de implementación que implicaría hacer cumplir la ley de manera apropiada. En otros casos, como actividades que responden a costumbres pero que son igualmente ilegales y que son desarrolladas por grupos de bajos ingresos, el país puede optar por compensar los costos de oportunidad (ya sea en forma directa o indirecta).

Solución: *Como en el caso de la limitación anterior, el proceso de desarrollo de una estrategia nacional REDD+ debe incluir el análisis de actividades forestales legales e ilegales. Las negociaciones también deberían incluir a los grupos de interés implicados pertenecientes a la sociedad civil. En este caso, la compensación debería implicar la generación de empleos legales como alternativa a las actividades ilícitas de degradación forestal.*

Salvaguardias de REDD+

26. Los avances en las salvaguardias sociales y ambientales incluyen el hecho de definir y generar apoyo para un nivel superior de desempeño social y ambiental de los programas REDD+. A medida que la política sobre REDD+ avanza, la participación de comunidades indígenas y locales en la identificación y en el análisis de posibles impactos positivos y negativos de REDD+ puede generar información útil para las políticas en materia de salvaguardias que aseguren que los usuarios de los bosques puedan conservar sus derechos y usos tradicionales de los recursos de la tierra.

27. Además de las salvaguardias del Banco Mundial expuestas en el Capítulo 3, se está desarrollando una revisión internacional para asegurar uniformidad en las interpretaciones respecto de países específicos (CCBA y CARE International, 2010). Los estándares propuestos incluyen principios, criterios e indicadores que definen las cuestiones de interés y los niveles de desempeño. El siguiente principio se enfoca en el análisis de costos:

Principio 2: Los beneficios del programa REDD+ se comparten en forma equitativa entre todos los titulares de derechos y grupos de interés.	
<i>Criterio</i>	<i>Marco de los indicadores</i>
2.1 Los costos proyectados y los posibles beneficios y riesgos asociados* del programa REDD+ se identifican para titulares de derechos y grupos de interés relevantes en todos los niveles mediante un proceso participativo.	2.1.1 Los costos proyectados, los posibles ingresos y otros beneficios y riesgos asociados del programa REDD+ se analizan para cada titular de derechos y grupos de interés relevantes en todos los niveles mediante un proceso participativo.

**Todo análisis de costos, beneficios y riesgos debe incluir los que son directos e indirectos y aspectos sociales, culturales, de derechos humanos, ambientales y económicos. Los costos deben incluir los relacionados con las responsabilidades y también los costos de oportunidad. Todos los costos, beneficios y riesgos deben compararse con el escenario de referencia que represente el uso de la tierra más probable en ausencia del programa REDD+.*

28. Se han realizado esfuerzos internacionales para clasificar y establecer prioridades respecto de las actividades de REDD+ y evaluar las dificultades críticas que afectan el desarrollo del proyecto a nivel subnacional. Por ejemplo, el hecho de que haya derechos de uso de la tierra bien definidos y una gobernanza equitativa y eficaz es fundamental para implementar REDD+ (por ejemplo, explotación forestal ilegal/conversión en tierras públicas o privadas). Los principios de una buena gobernanza incluyen transparencia, participación, responsabilidad, coordinación y capacidad (World Resources Institute, 2010). Para abordar estos y otros desafíos, suele ser necesario revisar y reformar el marco legal, político e institucional de las finanzas de carbono (consultar Richards u otros, 2010, The Forests Dialogue, 2010).

Una pregunta importante

29. Con los programas REDD+, se pierden la rentabilidad potencialmente mayores que podrían originar las actividades agropecuarias y de explotación forestal.¹³ Por lo tanto, es necesario plantear el siguiente interrogante:

¿Pueden los programas REDD+ ofrecer incentivo suficiente para conservar o restaurar los bosques?

30. La respuesta rápida: depende del precio internacional del carbono, del tipo de cambio en el uso de la tierra y de los diferentes tipos de costos de REDD+ que el país asumirá a fin de reducir las emisiones. Por lo tanto, la respuesta a dicho interrogante será “sí” para algunas formas de deforestación y “no” para otras, e incierto para otras. Debido a que las condiciones agro-ecológicas, económicas y sociales pueden diferir de manera considerable en distintos lugares de un mismo país, los costos de REDD+ también pueden diferir en forma sustancial. Además, el costo y la eficacia de las medidas para reducir la deforestación varían de un lugar a otro.

¹³ El término agropecuario también incluye la ganadería y las actividades forestales o con cultivos perennes.

31. Es probable que en los países haya numerosos lugares donde REDD+ no se justificaría con ningún pago realista por tonelada de reducción de emisión de carbono. Por el contrario, es muy probable que en todos los países haya numerosas áreas donde incluso pagos modestos por reducción de emisiones incentivarían la reforestación o desalentarían la deforestación. La cuestión importante no es determinar si los pagos originados por REDD+ serían o no atractivos, sino cuántas reducciones de emisiones les resultaría conveniente ofrecer a los países a un determinado precio por tonelada de emisiones de carbono reducidas. Para contestar este interrogante, un paso fundamental (pero no el único) es entender los costos de oportunidad de los cambios en el uso de la tierra.

32. En primer lugar se analizarán tres cambios típicos en el uso de la tierra, de bosque a:

Agricultura altamente rentable

Ejemplos: soja, palma aceitera o ganado en tierras tierra productivas

33. Es probable que las compensaciones originadas por un programa REDD+ sean inferiores a la rentabilidad generada por actividades altamente rentables en tierras productivas. En otras palabras, el costo de oportunidad de la agricultura altamente rentable es mayor que el potencial ingreso proveniente de un programa REDD+. Los precios del carbono deberían ser muy elevados para que REDD+ fuese atractivo, excepto que también hubiese co-beneficios significativos por la conservación de bosques, como proteger las fuentes de agua de usuarios finales.

ablemente
no

Agricultura moderadamente rentable

Ejemplos: soja, palma aceitera o ganado en tierras de calidad media

34. Los ingresos provenientes de un programa REDD+ pueden ser superiores a la rentabilidad originada por agricultura moderadamente rentable. La compensación provista por REDD+ es levemente superior a los costos de oportunidad de dichas actividades de uso de la tierra. Aún así, los costos de transacción y de implementación del programa REDD+ podrían diluir los beneficios netos.

es
posible

Agricultura de bajo rédito

Ejemplos: cultivos migratorios o ganadería en tierras marginales

35. Muy probablemente, los ingresos originados por un programa REDD+ sean superiores a la rentabilidad generada por actividades agropecuarias de baja productividad. En esta situación es conveniente para el propietario de la tierra aceptar la compensación asociada a REDD+ y conservar la tierra para su uso como bosque (en lugar de convertirlo para uso agropecuario).

ablemente
sí

36. Hasta ahora, sólo se han mencionado cambios en el uso de la tierra que involucran la deforestación. Es preciso preguntarse qué sucede cuando se pretende aumentar las reservas de carbono en tierras donde la cobertura forestal ya se ha eliminado en forma parcial o total. Existen tierras con baja productividad prácticamente en todo el mundo, como en el caso de algunos bosques degradados, pastizales, llanuras, tierras con migración de cultivos, tierras para cultivos perennes envejecidos y agotados, etc. Dependiendo de la política específica REDD+ negociada e implementada, las tierras restauradas con bajas reservas de carbono / baja productividad pueden desempeñar un papel fundamental en los fondos y mercados de carbono.

Reforestación o forestación

Ejemplos: plantaciones de árboles nativos en tierras para agricultura o pastizales de baja productividad

37. Los costos de inversión para re-establecer los bosques pueden compensarse mediante programas REDD+. La rentabilidad generada por un área reforestada puede ser superior a la originada por el uso agrícola o ganadero de baja productividad, en especial si la explotación forestal se realiza de manera selectiva en el futuro.

es
posible

¿Qué ocurre respecto del valor de la madera?

38. Los ejemplos de deforestación mencionados anteriormente sólo reconocían el valor de la producción agropecuaria tras un cambio en el uso de la tierra anteriormente ocupados por bosques. Tal como se mostrará en el presente manual, el valor generado por otras fuentes puede afectar de manera significativa las estimaciones de los costos de oportunidad del cambio en el uso de la tierra. Dichas fuentes pueden incluir ganancias provenientes de la madera, del carbón y de la leña producidos al eliminar un bosque o bien mediante una mejor gestión del bosque., Para que las estimaciones de los costos de oportunidad de REDD+ sean precisas, deben incluir también el aporte de estos productos forestales, cuando exista esta rentabilidad,

Un ejemplo de costo de oportunidad

39. A fin de facilitar el aprendizaje sobre los costos de oportunidad, a continuación figura un ejemplo numérico. Se comparará una hectárea de bosque con la misma hectárea de tierra convertida para agricultura. La Figura 1.2 resume la reserva de carbono y la rentabilidad de cada uso de la tierra. El bosque tiene aproximadamente 250 toneladas de carbono por ha (tC/ha), mientras que el uso para la agricultura tiene 5 tC/ha.¹⁴ (*El Capítulo*

¹⁴ Estas cifras son meramente ilustrativas. Pueden ocurrir variaciones significativas dentro de los paisajes y en los distintos países.

5 expone los procedimientos para estimar el valor de la reserva de tC/ha para cada uso de la tierra.) La rentabilidad estimada para la agricultura es de US\$400/ha, mientras que para los bosques son US\$50/ha, expresadas en términos de Valor Presente Neto (VPN).¹⁵ (El Capítulo 6 incluye una explicación sobre cómo estimar la rentabilidad en el VPN.)

40. Si bien los bosques almacenan más carbono, la agricultura produce más ganancias, lo cual revela un *tradeoff* en el uso de la tierra entre el carbono y la rentabilidad. Convertir un bosque hacia un uso de la tierra con fines agrícolas genera un incremento de US\$350/ha en la rentabilidad, pero reduce las reservas de carbono en 245 tC/ha.

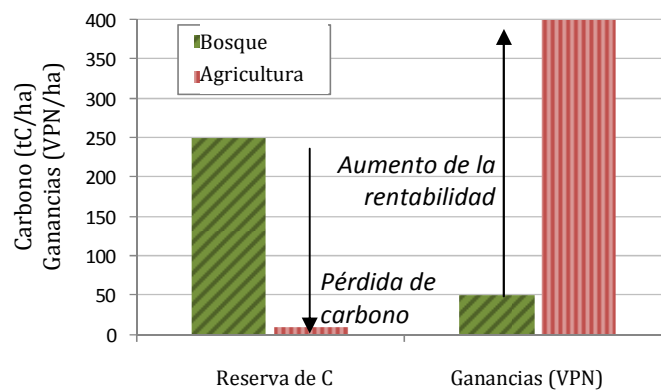


Figura 1-2 Pérdida de carbono y aumento de la rentabilidad al convertir bosque en uso agrícola

41. El costo de oportunidad de no cambiar el bosque a uso agrícola equivale a una diferencia de US\$350/ha en la rentabilidad ($US\$400 - US\$50 = US\$350/ha$) dividido por las 245 tC/ha no emitidas ($250 - 5 = 245 tC/ha$). Por lo tanto, el costo de oportunidad, por tonelada de carbono, es de US\$1,43/tC ($= US\$350 / 245 tC$).

42. Sin embargo, la compensación de REDD+ no se basa en el carbono (tC), sino en emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_2e). Se utiliza un factor de conversión de 3,67 para traducir tC en tCO_2e . (Ver Recuadro 1.1 donde se amplía la explicación.) Por lo tanto, las potenciales emisiones generadas por el cambio en el uso de la tierra son $899 tCO_2e/ha$ ($245 tC/ha * 3,67 tCO_2e/tC = 899 tCO_2e/ha$).

43. Calculando la diferencia en la rentabilidad (US\$350/ha) y las emisiones evitadas (899 tCO_2e/ha), es posible estimar el costo de oportunidad de las emisiones evitadas. El costo de oportunidad correspondiente a no convertir un bosque a uso agrícola es US\$0,39/ tCO_2e .

¹⁵ El valor presente neto es la suma del total de ganancias anuales, mediante el cual la rentabilidad futuras se reducen conforme a un factor (es decir, una tasa de descuento) que refleja la inherente preferencia por el dinero en el presente, en lugar de la rentabilidad generada en el futuro.

44. Este cálculo de carbono equivalente por tonelada es un modo de expresar los costos de oportunidad. Sin embargo, para los propietarios de tierra el modo más apropiado de expresar los costos de oportunidad es por hectárea. En el presente ejemplo, el costo de oportunidad calculado por unidad de superficie de tierra es US\$350/ha. Dicho de otro modo, al no convertir un bosque a uso agrícola el productor agrario renuncia a una ganancia de US\$350/ha expresado en VPN.

Dos versiones de costo de oportunidad:

- carbono por unidad (tCO₂e)
- superficie de tierra por unidad (ha)

45. Si bien en la teoría resulta bastante simple estimar los costos de oportunidad, en la práctica puede resultar difícil generar estimaciones confiables. Se requieren diversas series de cálculos, cada uno con la posibilidad de cometer errores. Además, es necesario realizar numerosos supuestos sobre medidas y métodos, lo que suele requerir análisis y consenso, para generar cálculos exactos y precisos sobre el carbono y la rentabilidad correspondientes a los diversos usos de la tierra.

46. Es importante tener en cuenta que los costos de oportunidad no se basan en el uso de la tierra, sino en el cambio en el uso de la tierra. El cambio en el uso de la tierra es la diferencia entre el estado inicial y el estado final. El periodo de análisis puede tener diversas extensiones, pero debe cumplir con los requisitos para presentar informes establecidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (es decir, 5 años) y/o el cronograma de un plan estratégico nacional (puede ser mayor a 5 años).

Recuadro 1-1 ¿Qué es el dióxido de carbono equivalente?

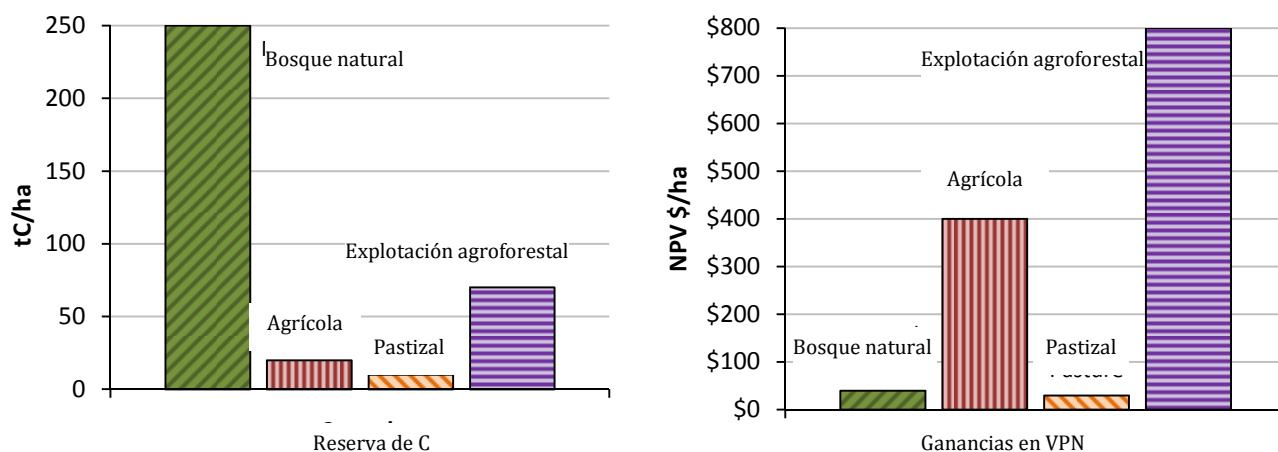
El gas de efecto invernadero más importante asociado con cambios en el uso de la tierra es el dióxido de carbono (CO₂). El carbono constituye el 46% de la biomasa (por kilogramo de peso seco) almacenado en árboles y el 57% de la materia orgánica del suelo. Cuando una unidad de carbono forestal entra en combustión o se descompone de otro modo, el carbono se combina con dos unidades de oxígeno para producir una unidad de CO₂. Considerando el peso atómico del carbono (12) y del oxígeno (16), una unidad de C equivale a 3,67 unidades de CO₂ ($(12+(2*16))/12=3,67$).

La deforestación y la degradación también producen otros gases de efecto invernadero (GEI) como el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄). El N₂O tiene un potencial de calentamiento global 231 veces mayor que el CO₂, mientras que el CH₄ tiene un potencial de calentamiento 23 veces mayor. A fin de estandarizar el efecto de las emisiones de diversos gases, por convención internacional la carga de gases de efecto invernadero se mide en términos de CO₂ equivalente, representado como CO₂e.

Fuente: IPCC, 2006.

Tradeoffs entre carbono y rentabilidad

47. A continuación se ampliará el ejemplo anterior para comparar los bosques con tres usos diferentes de la tierra: agrícola, agroforestal y pastizales de baja productividad (Fig



1.3)

Figura 1-3 Carbono y rendimiento neto correspondientes a cuatro categorías de uso de la tierra

48. Al comparar los usos de la tierra en estos ejemplos se observa lo siguiente:

- Las reservas de carbono correspondientes a uso agrícola, pastizales y explotación agroforestal son todas inferiores a las de un bosque natural.
- La explotación agroforestal genera las mayores ganancias y el doble que la actividad agrícola. La rentabilidad generada por bosques y pastizales son bajas en ambos casos.
- Los pastizales de baja productividad tienen bajo contenido de carbono (5tC/ha) y generan baja rentabilidad (US\$40/ha). Por lo tanto, a diferencia de la conversión para uso agrícola, la conversión para uso como pastizales no representaría un tradeoff entre el carbono y la rentabilidad.
- Si bien las explotaciones agroforestales tienen menores reservas de carbono que los bosques, su contenido de carbono es sustancialmente mayor (80tC/ha) que las de tierras agrícolas (20tC/ha). Cabe destacar sus considerables ganancias en VPN (US\$800/ha).

Comparación de costos de oportunidad

49. La Figura 1.4 presenta los costos de oportunidad de tres tipos de cambio en el uso de la tierra (bosque a pastizal, agrícola y agroforestal). Cada uno tiene un costo de oportunidad diferente. Los cambios en el uso de la tierra de bosque a agrícola y agroforestal tienen mayores costos de oportunidad. Debido a que el uso agrícola genera ganancias en VPN inferiores y tiene un menor contenido de carbono que el uso agroforestal, los costos de oportunidad correspondientes a evitar las emisiones provenientes de un cambio a uso agrícola son inferiores que los del cambio a uso agroforestal.

50. En el caso de pasar de bosque a pastizales de baja productividad, los costos de oportunidad del cambio en el uso de la tierra no constituyen en realidad un costo. *El costo de oportunidad es negativo, lo cual puede considerarse como un potencial beneficio.* Los propietarios de tierras podrían obtener una ganancia económica si no realizaran deforestación para llevar a cabo actividades ganaderas en pastizales de baja productividad. La rentabilidad aumentaría de US\$40 a US\$50/ha reflejando la ausencia de un *tradeoff* entre el carbono y el rendimiento neto. En cuanto al CO₂e asociado, el costo de oportunidad es negativo, es decir -US\$0,01/tCO₂e. Este es un ejemplo de lo que suele denominarse “frutos al alcance de la mano”, donde la compensación de REDD+ puede no ser necesariamente económica, pero sí debe estar disponible y es necesaria a fin de evitar dicho cambio en el uso de la tierra o restaurar un bosque.

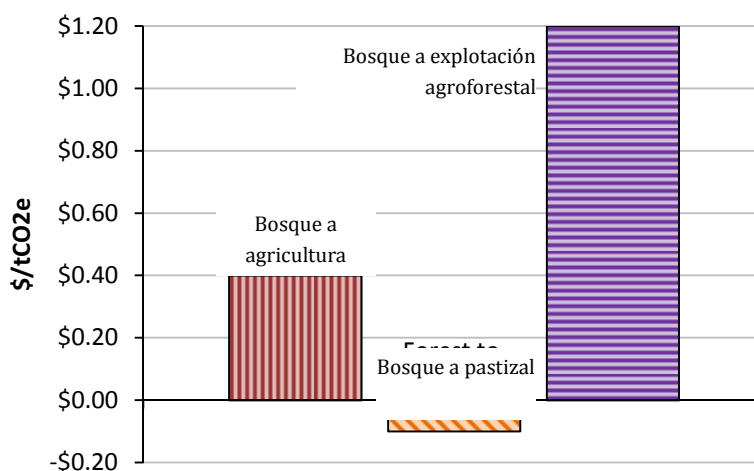


Figura 1-4 Ejemplos de costos de oportunidad de tres cambios en el uso de la tierra

Tradeoffs dentro de un panorama nacional

51. Las personas utilizan la tierra de diversos modos. La Tabla 1.1 presenta once categorías de usos de la tierra con sus respectivos cálculos de reserva de carbono, rendimiento neto y empleo rural. Dichos usos de la tierra son representativos de

numerosos países tropicales y pueden modificarse para ajustarse a los usos predominantes de la tierra.

52. Los usos forestales de la tierra tienden a tener mayores reservas de carbono y suelen generar menores rendimientos netos y niveles de empleo. En el presente manual de capacitación, estas once categorías de uso de la tierra y cálculos asociados se utilizarán para ilustrar cómo estimar los costos de oportunidad de las políticas REDD+ y sus correspondientes efectos en los países, en los sectores económicos y en los ciudadanos.

Tabla 1-1 Ejemplo de carbono, ganancias y empleo de los usos de la tierra en el Amazonas Peruano

uso de la tierra	Reserva de C expresada como un promedio en el tiempo (tC/ha)	Reserva de CO₂e expresada como un promedio en el tiempo (tCO ₂ e/ha)	Rentabilidad (VPN*, US\$/ha)	Empleo rural (días laborales/ha/año)
Bosque natural	250	918	31	5
Bosque explotado	200	734	300	15
Bosque altamente explotado	120	440	500	25
Explotación agroforestal 1	80	294	300	120
Explotación agroforestal 2	60	185	120	100
Cacao	50	147	604	135
Palma aceitera	40	183	245	84
Pastizales mejorados	3	11	618	7
Pastizales de baja productividad	2	7	336	5
Agricultura - barbecho de 8 años	5	18	302	27
Agricultura - barbecho de 3 años	3	11	409	43

* Calculado utilizando una tasa de descuento del 5%.

Fuentes: Palm y otros 2004; White y otros 2005.

53. Para ilustrar una amplia gama de relaciones entre el carbono y la rentabilidad, la Figura 1.5 expone once usos del terreno en Indonesia según sus reservas de C y rendimiento neto en VPN. La mayoría de los usos de la tierra se encuentran en un arco de "tradeoff" (línea verde) y oscilan entre una alta rentabilidad con escasas reservas de carbono y baja rentabilidad con grandes reservas de carbono. El gráfico también indica el promedio del paisaje (reserva de C promedio y VPN promedio).

54. Unos pocos puntos en el sector inferior izquierdo (círculo rojo) representan bajos niveles de reserva de C y de rendimientos netos, como es el caso de los pastizales de baja productividad. Convertir estas tierras con bajos niveles de reserva de carbono y bajos niveles de rendimientos netos a usos más rentables de la tierra podría constituir una prioridad factible y atractiva para una política de REDD+.

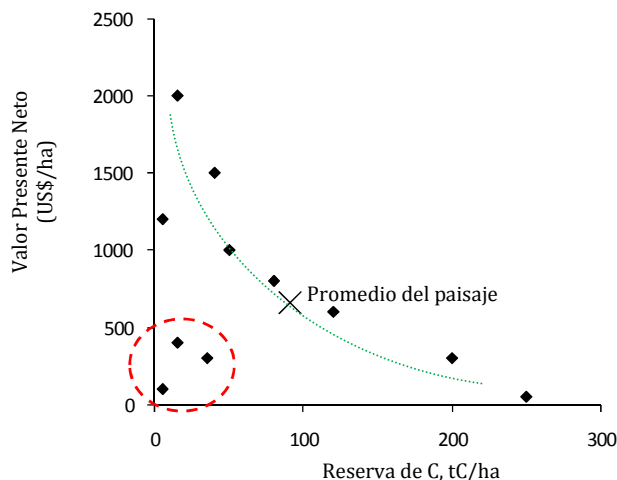


Figura 1-5 “Tradeoffs” y bajos niveles de rendimientos netos en VPN y reservas de carbono

Fuente: Swallow y otros 2008.

¿Qué es una curva de costo de abatimiento?

55. Una curva de costo de abatimiento compara la cantidad de posibles reducciones de emisiones con sus costos (es decir, oportunidad, implementación y transacción). El eje vertical representa el costo de abatimiento de la opción de reducción de emisiones (en unidades monetarias por tCO₂e), mientras que el eje horizontal representa la correspondiente cantidad de reducción (suele medirse en millones de tCO₂e por año).

56. Además de representar posibles transacciones de REDD+, las curvas de costo de abatimiento también son útiles a fin de:

- Resumir el atractivo y la factibilidad de opciones de REDD+ en una región o en un país determinado,
- Precisar las posibles ganancias del comercio de carbono originadas por REDD+.

57. Los costos de abatimiento y de oportunidad pueden estimarse en diferentes niveles: subnacional, nacional y global, dependiendo de la escala del programa REDD+. La Figura 1.6 es un ejemplo supuesto de una curva de costo de abatimiento nacional para Indonesia, que incluye costos de abatimiento correspondientes a actividades tanto agrícolas como industriales. Sin embargo, esta “curva de costo de abatimiento” considera únicamente los costos de oportunidad directos en el sitio (Dyer y Counsell, 2010). El hecho de que este

análisis tan consensuado y aceptado no corresponda en realidad a los costos de abatimiento de REDD+ resalta la importancia de realizar una revisión de los supuestos metodológicos. Si bien los costos de abatimiento son en realidad mayores, como consecuencia de los costos de implementación y de transacción, el gráfico es útil a fines ilustrativos.

58. Las opciones de reducción asociadas a REDD+ se encuentran resaltadas mediante recuadros rojos. Su aporte relativo se indica mediante el ancho de las barras respectivas. Por ejemplo, eliminar la conversión de bosques a tierras para uso agrícola por parte de pequeños productores reduciría las emisiones en aproximadamente 250 Mt de CO₂e por año, mientras que evitar la extracción de madera reduciría alrededor de 90 Mt de CO₂e por año. La reforestación podría reducir las emisiones en aproximadamente 100 Mt de CO₂e por año (Dewan Nasional Perubahan Iklim and McKinsey & Co., 2009).

59. Las diferencias en los costos de oportunidad pueden ser sustanciales. La altura de cada barra representa el costo de cada opción. Si bien el costo de reducir la conversión de bosques a tierras para agricultura migratoria de baja productividad se calcula en menos de €2 por tCO₂e, el costo de oportunidad de la reforestación es aproximadamente €10 por tCO₂e y reducir la conversión de bosque a tierras para producción agrícola intensiva puede costar más de €20 por tCO₂e. Dichas diferencias de costos inciden en la factibilidad de las opciones de abatimiento en el marco de programas nacionales REDD+.

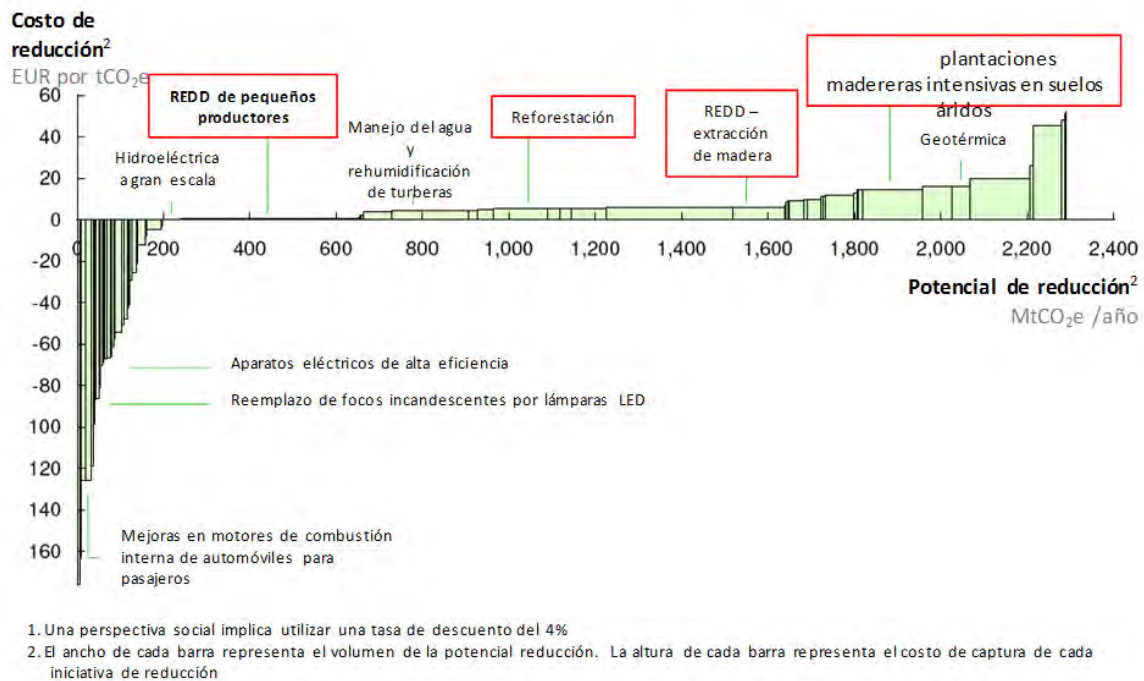


Figura 1-6 Curva de costo de oportunidad nacional (Indonesia)

Fuente: Dewan Nasional Perubahan Iklim (Consejo Nacional sobre Cambio Climático) y McKinsey & Co. 2009.

60. Al representar tanto la cantidad de reducción de emisiones como el costo por tipo de cambio en el uso de la tierra, las curvas de costo de abatimiento (que representan los costos de oportunidad, implementación y transacción) pueden ayudar a contestar el siguiente interrogante: *¿qué cantidad de reducción de emisiones de CO₂ es posible si el precio del carbono es US\$X/tCO₂e?* También pueden ayudar a contestar el siguiente interrogante: *¿qué opciones de reducción de emisiones son atractivas para el país si el precio del carbono es US\$X/tCO₂e?*

Un manual de capacitación para estimar los costos de oportunidad de REDD+

61. Los costos de oportunidad pueden diferir significativamente de un país a otro y dentro de un mismo país. Por ejemplo, el valor de la madera y de las actividades agrícolas dependen de numerosos factores que incluyen el acceso al mercado, la fertilidad de la tierra y los regímenes de precipitaciones. Al calcular costos, también es necesario tener en cuenta factores de producción como trabajo y maquinaria.

62. Para solucionar estas dificultades, el manual ofrece un método sistemático para identificar y analizar los datos necesarios para estimar los costos de oportunidad de los programas REDD+. A fin de ilustrar el proceso, el manual de capacitación incluye presentaciones detalladas de métodos y supuestos. A continuación figura un resumen de la meta, los objetivos y los probables usuarios del manual.

Meta

Que los países estimen los costos de oportunidad de REDD+ que ayudarán a orientar la política nacional.

Objetivos

1. Ofrecer métodos y herramientas para estimar el costo de oportunidad de renunciar a cambios en el uso de la tierra, incentivando el incremento del carbono forestal a nivel nacional¹⁶
2. Documentar ejemplos de estudios de casos que permitan a los profesionales (gubernamentales, universitarios y no gubernamentales) aprender, adaptar y utilizar los métodos analíticos, interpretar los resultados, analizar diferentes escenarios de uso de la tierra e identificar políticas nacionales óptimas relacionadas con REDD.

Probables usuarios

Responsables de tomar decisiones y planificar a nivel nacional

involucrados en la política y la planificación de REDD+ que desean poder interpretar y aplicar los resultados de los estudios sobre costos de oportunidad a planes nacionales y negociaciones internacionales sobre REDD+.

Profesionales y expertos nacionales involucrados en estudios sobre costos de oportunidad de REDD+ que desean entender el modo en que sus propios conocimientos especializados (ej., economía de la agricultura y de la silvicultura, ecología forestal, geografía, teledetección, análisis espacial) ayudan a estimar los costos de oportunidad y a tomar decisiones en el marco de políticas sobre REDD+.

¹⁶ También reconociendo e incluyendo la amplia variedad de bosques y otros tipos de usos del tierra en dichos paisajes.

63. El manual proporciona pautas sobre cómo recopilar y analizar la información necesaria para abordar interrogantes sobre la validez económica y otros criterios para tomar decisiones relacionados con los programas REDD+ a nivel nacional. Dichos criterios para tomar decisiones sin carácter económico incluyen los efectos sobre la biodiversidad, el agua y las formas de subsistencia. Un factor central en el análisis es la comparación de los costos de oportunidad generados al impedir cambios en el uso de la tierra (por ej., bosque a agricultura, bosque a pastizal) o incentivar cambios en el uso de la tierra (por ej., tierra degradado a bosque).

64. A fin de proporcionar información para la toma de decisiones a nivel nacional, se identifican los actuales usos del tierra en todo el país junto con los factores que motivan el cambio en el uso de la tierra. Debido a que los niveles de carbono y de rendimiento neto de todos los usos de la tierra pueden variar dependiendo de las condiciones biofísicas (por ej., calidad de la tierra) y socioeconómicas (por ej., distancia respecto de los mercados), también se identifican subcategorías de usos de la tierra. Esto también asegura la precisión de la información necesaria para estimar los costos de oportunidad de REDD+. Al conocer los tipos de usos de la tierra, los futuros cambios probables en el uso de la tierra y los costos de oportunidad relacionados, los responsables de planificación de los programas REDD+ pueden revisar las implicancias de reducir la emisión de carbono por tipo y por ubicación subnacional de uso de la tierra. Los resultados de estos análisis permiten a los países informarse sobre los potenciales costos relacionados con los compromisos asumidos en el marco de programas REDD+ y de ese modo identificar estrategias de desarrollo nacional óptimas.¹⁷

¿Quién más puede interesarse en los costos de oportunidad?

65. Los métodos analíticos y planes de preparación que figuran en el presente manual pueden ayudar a abordar una serie de interrogantes que se plantean como consecuencia de las inquietudes de las personas potencialmente afectadas por REDD:

Funcionario gubernamental responsable de elaborar políticas

66. Los árboles generan dinero al talarlos para obtener madera; en el marco de REDD+, también pueden generar dinero al conservarlos en pie. Mediante sistemas de pago por el carbono como REDD, el carbono forestal se convierte en un bien negociado a nivel internacional como la madera. Sin embargo, gran parte de nuestra economía nacional depende de la tala de árboles. Las madereras generan empleo y benefician a los pueblos

¹⁷ Óptimo implica que posee las cualidades más positivas, respecto de los objetivos nacionales. Pueden haber numerosos objetivos que incluyan consideraciones económicas, sociales, culturales y ambientales.

aledaños. Al evitar la tala de árboles, dichas actividades económicas y el crecimiento no tendrían lugar.

- ¿Cuál sería el costo de evitar la deforestación para nuestro país y para nuestros ciudadanos?
- ¿Cuán alto sería el costo y quién lo asumiría?

Inversionista en la conservación del medio ambiente

67. Deseamos conservar las tierras y evitar la tala de bosques. El valor del carbono en estos entornos puede constituir un buen incentivo para proteger los bosques y las cuencas hidrográficas y restaurar las tierras degradadas.

- ¿Cuáles son los costos de la conservación, incluidos los costos de oportunidad, de las diferentes tierras?
- ¿De qué modo las decisiones sobre REDD pueden afectar los beneficios ambientales generados por los bosques, como la biodiversidad y el agua?

Leñadores, personas dedicadas a los agronegocios, pequeños productores agrícolas, productores ganaderos

68. Los programas REDD+ afectarán el modo en que obtengo mis ingresos para vivir a partir de la tierra. Mi subsistencia depende de la tala de árboles y del desmonte.

- ¿Cuánto debo solicitar en concepto de compensación?

69. El concepto de REDD+ se basa en la convicción de que los bosques pueden ayudar a mitigar el cambio climático *únicamente* si su protección es viable y atractiva en el marco de estrategias de desarrollo nacionales. Por lo tanto, a medida que los países avanzan en sus preparativos relacionados con REDD+, es necesario realizar un análisis de los costos y beneficios futuros de estos programas a fin de proporcionar información para la toma de decisiones en materia de políticas nacionales e internacionales. La siguiente sección ofrece un panorama general de los diferentes métodos utilizados para el análisis de los costos de oportunidad.

Recuadro 1-2 Cómo manejar cifras grandes utilizadas en la contabilización del C

Debido a que REDD+ a escala nacional o global maneja grandes cantidades de carbono, la notación científica utilizada con frecuencia puede resultar extraña y confusa. Incluso más confuso es que en algunos casos (en especial en la literatura científica) la masa se expresa en términos de gramos, en lugar de toneladas (por ej., 1t = 1Mg). La tabla que figura a continuación resume la notación más frecuentemente utilizada.

Notación científica útil para medidas de peso

Prefijo	Abreviatura	Notación científica	Valor equivalente
-	t	10 ⁰	1000 kg
kilo	kt	10 ³	1.000t
mega	Mt	10 ⁶	1.000.000t
giga	Gt	10 ⁹	1.000.000.000t
tera	Tt	10 ¹²	1.000.000.000.000t
peta	Pt	10 ¹⁵	1.000.000.000.000.000t

Estado actual del desarrollo del análisis de costos de oportunidad de REDD+

70. A pesar de los intensos esfuerzos realizados para incluir REDD+ en las negociaciones sobre cambio climático, se sabe relativamente poco sobre los costos de oportunidad de REDD. Los estudios realizados pueden dividirse en tres grupos diferentes (Boucher, 2008b):

- **Modelos globales:** un enfoque descendente (top-down) basado en modelos económicos dinámicos.
- **Modelos regionales empíricos:** un enfoque ascendente, que se basa en análisis empíricos detallados de *tradeoffs* entre la rentabilidad económica y el carbono asociado con cambios en el uso de la tierra.
- **Modelos basados en áreas:** un enfoque por área, que utiliza una síntesis de análisis subnacionales y globales para generar cálculos globales.

71. Los estudios difieren en el tipo de cuestiones abordadas. Los enfoques descendente y por área hacen hincapié en estimar las cantidades de reducciones de emisiones globales según costos de oportunidad específicos. Por el contrario, el enfoque ascendente (presentado en este manual de capacitación) suele utilizarse para estimar los costos de oportunidad de cambios específicos en el uso de la tierra. En el contexto de preparación de REDD+, el enfoque ascendente ofrece una respuesta desde la perspectiva de país. Todos los enfoques emplean una serie de diversos supuestos metodológicos y en términos de datos.

Enfoque descendente (top-down) y modelos globales

72. Los enfoques descendentes (top-down) evalúan el potencial económico de REDD+ a partir de variables económicas agregadas. Tres equipos de investigación han producido los estudios más frecuentemente citados: La Universidad Estatal de Ohio, el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados de Austria (IIASA por su sigla en inglés) y el Laboratorio Nacional Lawrence-Berkeley.

73. Kindermann y otros (2008) y Boucher (2008b) resumen los métodos y supuestos de los estudios descendentes. Los modelos analíticos comparten un mismo enfoque basado en los costos de oportunidad de diversos usos de la tierra. Sin embargo, los modelos difieren en muchos detalles, por ejemplo, los sectores económicos incluidos, cómo se simulan las dinámicas de la economía mundial (por ej., sectores forestal, agrícola y energético), divisiones espaciales del mundo y tasas de interés aplicadas. Además, los modelos se basan en diferentes conjuntos de datos, como la distribución de densidades de carbono en los bosques del mundo y las tasas de deforestación.

74. Los estudios de la Universidad Estatal de Ohio aplican el Modelo de Madera Global (GTM por sus siglas en inglés) – un modelo dinámico que calcula área óptima, clase de edad del árbol y régimen de gestión para 250 clases de tierras boscosas en todo el mundo (Sohngen y otros, 1999; Sohngen y Mendelsohn, 2003). El modelo GTM asume que las tierras boscosas se gestionan para la producción maderera; no considera en forma explícita otros usos de la tierra. GTM suele asumir costos de oportunidad inferiores a los de los otros dos modelos, en parte porque GTM asume ganancias generadas por la agricultura y reservas de C mayores en las tierras boscosas.

75. Los estudios realizados por IIASA aplican el Modelo Dinámico Integrado de Silvicultura y Uso Alternativo de la Tierra (DIMA). El modelo DIMA se enfoca en la distribución de tierra entre la silvicultura, el pastoreo y la agricultura. El modelo predice que la deforestación ocurrirá cuando el valor de la tierra correspondiente a otros usos sea superior que en el caso del bosque, y que la forestación ocurrirá cuando el valor de la tierra para silvicultura sea superior que para otros usos de la tierra. La resolución de los resultados del modelo DIMA se basa en cuadrículas de $0,5^\circ$ (~56x56 km del ecuador).

76. Los estudios realizados por el laboratorio Lawrence Berkeley utilizan el Modelo de Evaluación de Mitigación Abarcativo Generalizado (GCOMAP por su sigla en inglés). El GCOMAP es un modelo de equilibrio parcial dinámico que analiza la forestación en especies arbóreas de corto y largo plazo y reducciones en la deforestación en diez regiones del mundo.

77. Las limitaciones e incertidumbres de los esfuerzos tendientes a generar modelos globales incluyen las siguientes:

- Uso de valores de reservas de carbono promedio,

- los cálculos de la extensión de bosques en cada región se basan en datos imprecisos,
- generación de modelos simplistas de cambios en el uso de la tierra (ej., un tipo de bosque a un tipo de agricultura),
- únicamente se considera la producción maderera para determinar el valor de los bosques,
- falta de datos económicos específicos de cada país.

Los aspectos positivos de los esfuerzos tendientes a generar modelos globales incluyen:

- Supuestos explícitos sobre condiciones futuras que configuran los modelos para la madera (ej., presión demográfica).
- Consideración explícita de los efectos de la política de REDD+ en los precios de la madera.

78. Los modelos forestales globales proporcionan gran cantidad de resultados (Figura 1.7). Los resultados suelen señalar la mayor productividad y el mayor valor de las actividades agrícolas en Asia y América Latina. En un escenario de reducción de emisiones generadas por la deforestación en un 50% entre 2005 y 2030, los cálculos de los costos de oportunidad oscilan entre US\$1,7/tCO_{2e} en América Latina (GTM) y US\$38/tCO_{2e} en Asia (GCOMAP). Los costos de oportunidad medios para África, América y Asia fueron respectivamente US\$2,22, US\$2,37 y US\$2,90/tCO_{2e}. Sin embargo, las diferencias entre los distintos continentes no fueron estadísticamente significativas (Kindermann, 2008).

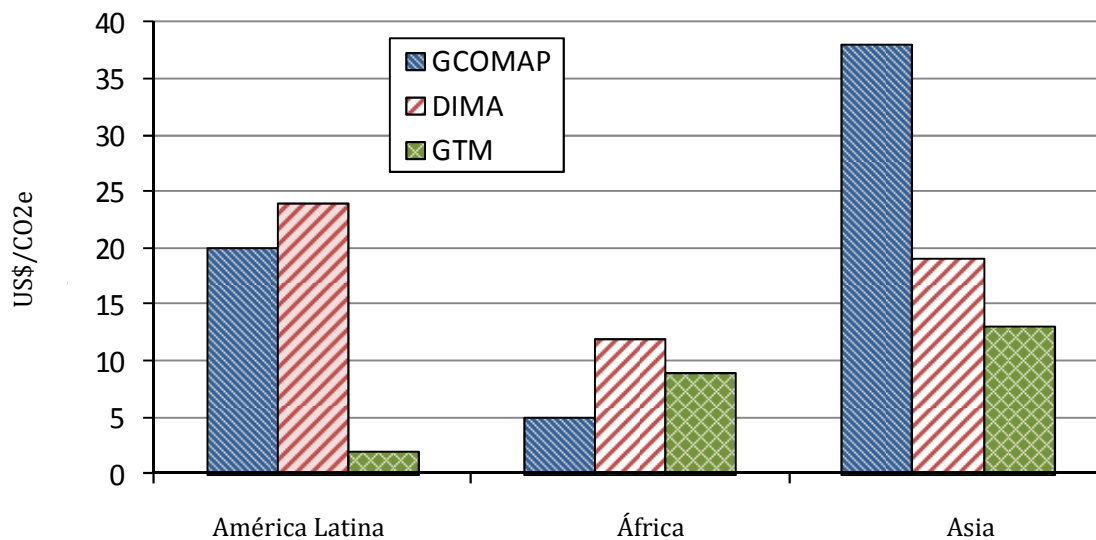


Figura 1-7 Precio del carbono necesario para reducir la deforestación en un 50% en 2030

Fuente: Kindermann, 2008.

Enfoque ascendente (bottom-up) y modelos regionales empíricos

79. Los estudios ascendentes (bottom-up) se basan en datos empíricos subnacionales sobre el tierra. Los cálculos de densidad de carbono (t C/ha) y los de costo de oportunidad por área (US\$/ha) son específicos para regiones y periodos de tiempo determinados. Por lo tanto, los cálculos de los costos de oportunidad dependen de la disponibilidad y de la calidad de la información local.

80. Más de veinte de estos estudios calculan un número reducido de cambios en el uso de la tierra, curvas de oferta no completas (Boucher, 2008b). Gran parte del fundamento empírico utilizado en los análisis de costos de oportunidad en el presente manual se generó en el contexto del programa de Alternativas a la Tala y Quema (ASB por su sigla en inglés). Swallow y otros (2007) presenta curvas de costos de oportunidad subnacionales para sitios correspondientes al programa ASB en Indonesia, Perú y Camerún. Dichos estudios generan curvas de costos detalladas basadas en investigaciones de campo minuciosas y por lo tanto requieren menor cantidad de supuestos que los modelos globales.¹⁸ Sin embargo, los métodos ascendentes no toman en cuenta necesariamente las relaciones de retroalimentación global que modificarían los precios (ej., alimentos y madera) y, por lo tanto, tampoco los costos a medida que se desarrolla el sistema REDD+ (Boucher, 2008b).¹⁹

81. Börner y Wunder (2008) utilizaron una metodología a nivel municipal basada en estadísticas brasileñas oficiales sobre uso de la tierra en un análisis piloto de dos estados federales. Mediante la inclusión de fuentes de datos adicionales (por ej., porcentajes de ganancias de las categorías de uso de la tierra, escenarios futuros y simulados de deforestación, etc.), el método se amplió para todo el Amazonas brasileño (Börner y otros, 2010).

Enfoque por área (modelos basados en áreas)

82. El estudio realizado por Grieg-Gran (2006) en el marco del Análisis Stern (Stern Review) constituye una síntesis basada en un área sobre datos y análisis pertenecientes a ocho países que representan la mayor parte del bosque tropical (Brasil, Bolivia, Camerún, República Democrática del Congo, Ghana, Indonesia, Malasia y Papúa Nueva Guinea). El enfoque tiene la desventaja de tener una baja resolución, lo que limita su uso a nivel subnacional. Además, los cálculos de costos de oportunidad carecen de los cálculos correspondientes de densidad del carbono, a pesar de utilizar información sobre costos de oportunidad originada por cálculos subnacionales (US\$/ha) para estimar el costo por área global de reducir la deforestación.²⁰ El punto medio (US\$3,48/tCO₂e) de los cálculos fue

¹⁸ Börner y Wunder (2008) fundamentan sus análisis principalmente mediante estadísticas gubernamentales, lo cual es posible en Brasil debido a que están disponibles.

¹⁹ Es posible tomar en cuenta el efecto de las fluctuaciones en los precios y en los costos mediante el análisis de sensibilidad (Módulo T).

²⁰ Denominados *modelos empíricos globales* por Wertz-Kanounnikoff, 2008.

36% superior a la media de los cálculos locales del enfoque ascendente, en parte debido a la ausencia de variación espacial de la densidad del carbono. Sin embargo, el enfoque permite utilizar los datos de los costos de oportunidad por área para regiones donde no existen costos del carbono por tonelada (Boucher, 2008b).²¹

83. Strassburg y otros (2008) realizaron un estudio similar con datos de 20 países. El “enfoque de campo” utilizó datos de la FAO sobre área forestal e índices de deforestación del pasado. Combinado con modelos y datos sobre biomasa global y regional, el análisis calculó el contenido de carbono por hectárea para cada país. Se utilizaron dos enfoques diferentes para estimar el rendimiento neto generado por los usos del tierra. Se utilizaron datos de campo recientes de los 8 países en desarrollo más importantes por área anual deforestada para estimar una relación general entre la deforestación y los costos de oportunidad, que posteriormente se aplicó a los datos forestales de cada uno de los 20 países.

84. En el otro enfoque, un reciente mapa global de la rentabilidad económica potencial de la agricultura y los pastizales con referencias SIG (Figura 1.8; Naidoo y Iwamura, 2007) fue combinado con bases de datos globales de la distribución espacial de la deforestación con referencias GIS. Los resultados demuestran que un mecanismo podría reducir el 90% de la deforestación global con un costo de oportunidad muy reducido²² (~US\$5,5/t), (Strassburg y otros 2008).

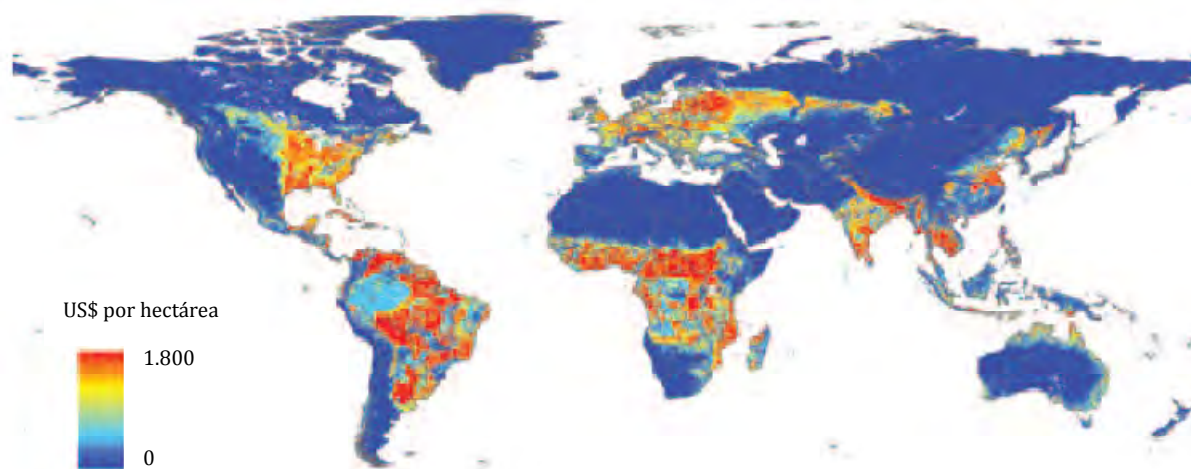


Figura 1-8 Rentabilidad de la agricultura por hectárea

Fuente: Sukhdev (2008) de Strassburg y otros (2008) basado en datos de Naidoo & Iwamura (2007).

²¹ Para convertir cálculos basados en áreas (US\$/ha) a emisiones (US\$/Co₂e), Boucher (2008b) utilizó un factor de conversión para la densidad media del carbono: 3.940 millones de CO₂ de emisiones de 10,1 millones de hectáreas deforestadas, de Strassburg y otros. (2008).

²² Debido a que no se consideraron otros costos de REDD+, la expresión original de precios de CO₂e es más bien un costo de oportunidad.

Comparación de tres enfoques

85. La Figura 1.9 resume los resultados de los tres enfoques. Un estudio de los análisis de costos de oportunidad a nivel nacional revela que el costo de oportunidad medio es de US\$2,51/tCO_{2e}, y en 18 de los 29 cálculos el costo de oportunidad fue inferior a US\$2/tCO_{2e}. En base a los estudios por área se concluye que para reducir la deforestación global en un 46 por ciento, los costos de oportunidad oscilan entre US\$2,76 y US\$8,28/tCO_{2e}. Las inversiones asociadas necesarias para lograr dichas reducciones oscilan entre US\$5.000 y 15.000 millones por año. Los modelos globales dan como resultado costos de reducción mucho mayores que los cálculos subnacionales empíricos o los cálculos por áreas utilizados en el Stern Review. Los cálculos de los modelos globales incluyen los efectos de las fluctuaciones de precios locales y globales originadas por alteraciones en las actividades forestales y agrícolas (Boucher, 2008b).

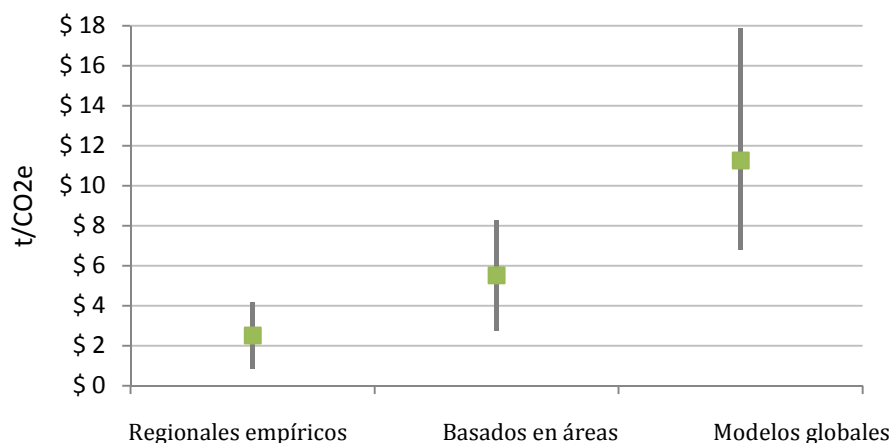


Figura 1-9 Costo de oportunidad medio de los diversos enfoques (y costo máximo y mínimo)

Fuente: Boucher, 2008b.

86. Además de las diferencias en los costos de oportunidad por tipo de emisión, los costos pueden aumentar en forma significativa si el objetivo es detener toda la deforestación en una región. En los modelos globales, las reducciones de emisiones más pequeñas tienen menor costo. Una reducción del 10% en el mismo periodo costaría tan solo US\$ 1 a 8/tCO_{2e}. En Brasil, Nepstad y otros (2007) estimaron que la eliminación del 94% de las emisiones provenientes de la deforestación y de la degradación forestal costaría US\$0,76/tCO_{2e}. Los costos para eliminar el 100% serían casi el doble (US\$1,49/tCO_{2e}).

87. Para un análisis a nivel nacional de los costos de oportunidad de REDD+, se recomienda utilizar el enfoque ascendente. Los cálculos de los costos de oportunidad no sólo se basan en información local sino que además pueden incluirse fácilmente en los marcos analíticos desarrollados por IPCC para cambios en el uso de la tierra (IPCC, 2003) y

los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006). Además, los países que consideren participar en REDD+ necesitan información sobre cuánto les costaría reducir las emisiones originadas por la deforestación y la degradación de bosques, y sobre el costo de la reforestación. Los cálculos de costos globales son poco útiles en este sentido. Análogamente, las aproximaciones promedio de los análisis a gran escala no reflejan la amplia variedad de condiciones que pueden darse en cada país (Pagiola y Bosquet, 2009).

88. El siguiente capítulo ofrece un resumen sobre los contenidos del manual de capacitación y sobre el proceso para estimar los costos de oportunidad de REDD+.

Referencias y lectura complementaria

- Antinori, C., J. Sathaye. 2007. *Assessing transaction costs of project-based greenhouse gas emissions trading*. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, EE.UU.
- Blackmann, A. 2010. *Will REDD Really Be Cheap?* Comentario semanal sobre políticas. Resource for the Future: Washington DC. 5 de febrero.
<http://www.rff.org/Publications/WPC/Pages/Will-REDD-Really-Be-Cheap.aspx>
- Blaser, J., C. Robledo. 2007. Initial analysis of the mitigation potential in the forestry sector. Secretaría de la CMNUCC, Bern, Swiza
- Bond, I., M. Grieg-Gran, S. Wertz-Kanounnikoff, P. Hazelwood. 2009. *Incentives to sustain forest ecosystem services: A review and lessons for REDD*. Natural Resource Edición N° 16. International Institute for Environment and Development, Londres, RU, con CIFOR, Bogor, Indonesia y World Resources Institute, Washington D.C., EE.UU.
- Börner, J., S. Wunder. 2008. Paying for avoided deforestation in the Brazilian Amazon: From cost assessment to scheme design. *International Forestry Review* 10 (3):496-511.
- Börner, J., S. Wunder, S. Wertz-Kanounnikoff, M. Rüginitz Tito, L. Pereira, N. Nascimento. 2010. Direct conservation payments in the Brazilian Amazon: Scope and equity implications. *Ecological Economics* 69: 1272–1282.
- Boucher, D. 2008a. *Out of the Woods: A realistic role for tropical forests in Curbing Global Warming*. Washington: Union of Concerned Scientists. p.33
http://www.ucsusa.org/assets/documents/global_warming/UCS-REDD-Boucher-report.pdf
- Chomitz, K.M., P. Buys, G.D. Luca, T.S. Thomas y S. Wertz-Kanounnikoff. 2006. *At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests*. Washington: Banco Mundial.
- Climate, Community & Biodiversity Alliance (CCBA) y CARE International. 2010. Documento preliminar *REDD+ Social & Environmental Standards*. Versión 1. Junio.
http://www.climate-standards.org/redd+/docs/june2010/REDD_Social_Environmental_Standards_06_01_10_final.pdf
- Dewan Nasional Perubahan Iklim (Consejo Nacional Sobre Cambio Climático) y McKinsey & Co. 2009. *Indonesia's Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*, Informe preliminar, Yacarta: Septiembre.
- da Fonseca, G. A. B., C. M. Rodriguez, G. Midgley, J. Busch, L. Hannah y R. A. Mittermeier. 2007. No Forest Left Behind. *Biblioteca Pública de Ciencias (PLoS por su sigla en inglés) Biología* 5:e216.
- Dutschke, M., R. Wolf. 2007. *Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries: The Way Forward*. Programa de Protección del Clima de la GTZ, Eschborn, Alemania.
- FCPF. 2010. *Operating Arrangements under the Carbon Finance Mechanism Issues Note*. FCPF Carbon Fund Issues Note. 22 de diciembre. p. 12

http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/forestcarbonpartnership.org/files/Documents/PDF/Dec2010/FCPF_Carbon_Fund_Issues_Note_12-22-10.pdf

Eliasch, J. 2008. *Climate Change: Financing Global Forests*. The Eliasch Review. Stationery Office Limited: RU.

Gregersen, H., H. El Lakany, A. Karsenty, A. White. 2010. *Does the Opportunity Cost Approach Indicate the Real Cost of REDD+ ? Rights and Realities of Paying for REDD+ .* Rights and Resources Initiative: Washington D.C. p. 29

http://www.rightsandresources.org/documents/files/doc_1555.pdf

Grieg-Gran, M. 2006. *The Cost of Avoiding Deforestation*. Informe elaborado para el Estudio de Stern sobre los Factores Económicos del Cambio Climático. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED por su sigla en inglés): Londres. p. 20

Gullison, R.E., P.C. Frumhoff, J.G. Canadell, C.B. Field, D.C. Nepstad, K. Hayhoe, R. Avissar, L.M. Curran, P. Friedlingstein, C.D. Jones, C. Nobre. 2007. Tropical Forests and Climate Policy. *Science*. 316 (18)985-986.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe K. y Wagner, F. (eds). Japón. Consultar: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/Chp4/Chp4_3_Projects.pdf

IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Elaborado por el Programa Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). IGES, Japón. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

Kindermann, G., M. Obersteiner, B. Sohngen, J. Sathaye, K. Andrasko, E. Rametsteiner, B. Schlamadinger, S. Wunder y R. Beach. 2008. Global Cost Estimates of Reducing Carbon Emissions through Avoided Deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(30): 10302–10307. www.pnas.org/content/105/30/10302.full.

Naidoo, R., T. Iwamura. 2007. Global-scale mapping of economic benefits from agricultural lands: Implications for conservation priorities. *Biological Conservation* 140:40-49.

Nepstad, D., B. Soares-Filho, F. Merry, P. Moutinho, H. O. Rodrigues, M. Bowman, S. Schwartzman, O. Almeida y S. Rivero. 2007. *The costs and benefits of reducing carbon emissions from deforestation and forest degradation in the Brazilian Amazon*. Woods Hole Research Center, Falmouth, MA, EE.UU.

Niles, J. O., S. Brown, J. Pretty, A. S. Ball, J. Fay. 2002. Potential carbon mitigation and income in developing countries from changes in use and management of agricultural and forest lands. *Philosophy Transcript. R. Soc. London Ser. A* 360, 1621-1639.

Olsen, N., J. Bishop 2009. *The Financial Costs of REDD: Evidence from Brazil and Indonesia*. Gland, Swiza: IUCN. p. 65

Pagiola, S., B. Bosquet. 2009. *Estimating the Costs of REDD+ at the Country Level*. Versión 2.2. Fondo de Cooperación para el Carbono de los Bosques, Banco Mundial. www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/...org/.../REDD-Costs-22.pdf

- Palm, C., T. Tomich, M. Van Noordwijk, S. Vosti, J. Gockowski, J. Alegre, L. Verchot. 2004. Mitigating GHG Emissions in the Humid Tropics: Case Studies from the Alternatives to Slash-and-Burn Program (ASB). *Environment, Development and Sustainability* 6: 145–162.
- Pirard, R. 2008. *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in non Annex 1 countries*. The Climate Group: Londres. p. 21
http://www.theclimategroup.org/_assets/files/Reducing-Emissions-from-Deforestation.pdf
- Richards, M., R. Asare, S. Namirembe, J. Olander, M. Quinlan. 2010. *The REDD Opportunities Scoping Exercise (ROSE): A Tool for Prioritizing Sub-National REDD+ Activities – Case Studies from Ghana, Tanzania, and Uganda*. Katoomba Group, Forest Trends, Nature Conservation Research Centre. p.27 http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_2431.pdf
- Richards, M., S. Panfil. 2010. *Manual for Social Impact Assessment of Land-Based Carbon Projects: Part I – Core Guidance for Project Proponents*. Versión 1.0. Forest Trends, Climate, Community & Biodiversity Alliance, Rainforest Alliance and Fauna & Flora International. Washington, DC. p. 47 http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_2436.pdf
- Rudel, T. K. 1998. Is there a forest transition? Deforestation, reforestation, and development. *Rural Sociology* 63:533-552.
- Sohngen B., R. Mendelsohn, R. Sedjo. 1999. Forest management, conservation, and global timber markets. *American Journal Agricultural Economics*. 81:1–13.
- Sohngen B., R. Mendelsohn. 2003. An optimal control model of forest carbon sequestration. *American Journal Agricultural Economics*. 85:448–457.
- Stern, N. 2006. *The Stern Review: The economics of climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, RU.
- Strassburg, B., K. Turner, B. Fisher, R. Schaeffer y A. Lovett. 2008. *An Empirically-Derived Mechanism of Combined Incentives to Reduce Emissions from Deforestation*. CSERGE Working Paper ECM 08-01, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia, Norwich, RU.
- Strassburg, B., R.K. Turner, B. Fisher, R. Schaeffer, A. Lovett. 2009. Reducing emissions from deforestation—The “combined incentives” mechanism and empirical simulations *Global Environmental Change* 19(2):265-278.
- Sukhdev, P. 2008. *The economics of ecosystems & biodiversity (TEBB): An Interim Report* European Communities. A Banson Production: Cambridge, RU p.68
- Swallow, B, M. van Noordwijk, S. Dewi, D. Murdiyarso, D. White, J. Gockowski, G. Hyman, S. Budidarsono, V. Robiglio, V. Meadu, A. Ekadinata, F. Agus, K. Hairiah, P.N. Mbile, D.J. Sonwa, S. Weise. 2007. *Opportunities for Avoided Deforestation with Sustainable Benefits. An Interim Report by the ASB Partnership for the Tropical Forest Margins*. ASB Partnership for the Tropical Forest Margins, Nairobi, Kenya. The Forests Dialogue. 2010. *TFD Review: Investing in REDD-plus, Consensus Recommendations on Frameworks for the Financing and Implementation of REDD-plus*. TFD Publication Number 1. The Forests Dialogue, New Haven. p. 63

Tomich, T. P., A. Cattaneo, S. Chater, H. J. Geist, J. Gockowski, D. Kaimowitz, E. Lambin, J. Lewis, O. Ndoye y C. Palm. 2005. Balancing Agricultural Development and Environmental Objectives: Assessing Tradeoffs in the Humid Tropics. Págs. 415-440 en C.A. Palm, S. A. Vosti, P.A. Sanchez, P.J. Ericksen y A. Juo, (Eds.). *Slash and Burn: The Search for Alternatives*. Columbia University Press, Nueva York.

UN-REDD. 2010. Website *REDD+* UN-REDD+ visitado en mayo de 2010. <http://www.un-redd.org/AboutREDD/tabid/582/language/en-US/Default.aspx>

van der Werf, G.R., D. C. Morton, R. S. DeFries, J. G. J. Olivier, P. S. Kasibhatla, R. B. Jackson, G. J. Collatz, J.T. Randerson. 2009. CO2 emissions from forest loss. *Nature Geoscience* 2, 737-738.

van Noordwijk, M., P.A. Minang 2009. If we cannot define it, we cannot save it: fuzzy forest definition as a major bottleneck in reaching REDD+ agreements at and beyond Copenhagen COP15. p5-10. in Bodegom, A.J., H. Savenije, M. Wit (eds). *Forests and Climate Change: adaptation and mitigation*. Tropenbos International, Wageningen, Países Bajos. P. 160 http://www.etfrn.org/ETFRN/newsletter/news50/ETFRN_50_Forests_and_Climate_Change.pdf

Wertz-Kanounnikoff, S. 2008. *Estimating the costs of reducing forest emissions. A review of methods*. Documento de trabajo N° 42 (Noviembre) CIFOR: Bogor. 17p.

White, D., S.J. Velarde, J.C. Alegre, T.P. Tomich (Eds.), 2005. *Alternatives to Slash-and-Burn (ASB) in Peru, Summary Report and Synthesis of Phase II*. Monograph. Alternatives to Slash-and-Burn, Nairobi, Kenya. http://www.asb.cgiar.org/PDFwebdocs/White_et_al_2005_ASB-Peru.pdf

World Resources Institute. 2010. *Governance of Forests Initiative*. <http://www.wri.org/project/governance-of-forests-initiative>

Estimación de los costos de oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 2. Descripción general y preparativos

Objetivos

1. Resumir el contenido del manual de capacitación,
2. Identificar las personas y las capacidades requeridas para calcular los costos de oportunidad de REDD+
3. Evaluar el grado de conocimiento relacionado a costos de oportunidad de REDD+,
4. Proveer diferentes estrategias para un uso eficaz del manual,
5. Presentar una guía de procedimiento para dirigir un análisis nacional de costo de oportunidad de REDD+
6. Identificar la información necesaria con anticipación para estimar los costos de oportunidad

Contenidos

Objetivos	1
Estructura del manual de capacitación	2
¿Quién debería hacer el trabajo?.....	7
Formas de utilizar este manual	9
Proceso de estimación de los costos de oportunidad.....	10
Referencias y lectura complementaria	16



Estructura del manual de capacitación

1. Si la estimación de los costos de oportunidad de REDD+ fuese simple, no se necesitaría un manual de capacitación. Aquí se explica un procedimiento para estimar los costos de oportunidad de REDD+. El enfoque utilizado se basa en datos subnacionales detallados. Una fundamentación sólida en la información fáctica ayuda a corroborar los resultados del análisis y a fundamentar las decisiones en materia de políticas. Asimismo, se exponen los procedimientos de muestreo y extrapolación para generar estimaciones que sean precisas y costo-efectivas a nivel nacional de los costos de oportunidad de REDD+.
2. El manual expone una serie de actividades definidas – aunque relacionadas – para la estimación de los costos de oportunidad. La comprensión del contexto político de REDD+ constituye un paso inicial (Capítulo 3). Los temas incluyen una política de elegibilidad de la CMNUCC en desarrollo, una perspectiva de contabilización (quién paga los costos), niveles de referencia de emisión y acciones de mitigación apropiadas a nivel nacional (AMANNs). Si bien estas políticas se encuentran en evolución dentro del marco de la CMNUCC, su conocimiento ayuda a vincular las estimaciones de los costos de oportunidad dentro de un marco más amplio de decisión.
3. En el Capítulo 4, el análisis del costo de oportunidad comienza con la identificación y clasificación de los usos de la tierra. Una tarea relacionada incluye la estimación de los *cambios* en el uso de la tierra – tanto registros históricos como trayectorias probables en el futuro. Este último componente también incluye el análisis de los factores que impulsan la deforestación, lo cual ayuda a guiar el análisis de los escenarios de cambio en el uso de la tierra y a establecer niveles de referencia de emisión. Los registros históricos del uso de la tierra son útiles para identificar las trayectorias futuras de tal uso. El análisis del escenario de trayectorias (por ejemplo, prácticas habituales y sus alternativas) es esencial para estimar y negociar los niveles de referencia de emisión de países dentro del marco de la CMNUCC. Como se indicó anteriormente, estas actividades están estrechamente vinculadas a los objetivos estratégicos de los países, según se define en las propuestas nacionales de preparación de alistamiento de REDD bajo el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) del Banco Mundial o en los programas nacionales conjuntos bajo el NU-REDD.¹
4. El Capítulo explica cómo calcular la reserva de carbono para toda la variedad de los usos de la tierra, mientras que el Capítulo 6 ejemplifica cómo calcular su rentabilidad relacionada. Adicionalmente al estudio de la variedad de los usos de la tierra, estos capítulos también exponen cómo realizar el análisis en horizontes de tiempo plurianuales. Junto con el Capítulo 4, estos dos capítulos constituyen los módulos básicos para el análisis

¹ Ello significa que la clasificación de los usos de la tierra, la identificación de los factores determinantes y el desarrollo de escenarios históricos de referencia (y potencialmente futuros) son parte del proceso de políticas de REDD+ de un país.

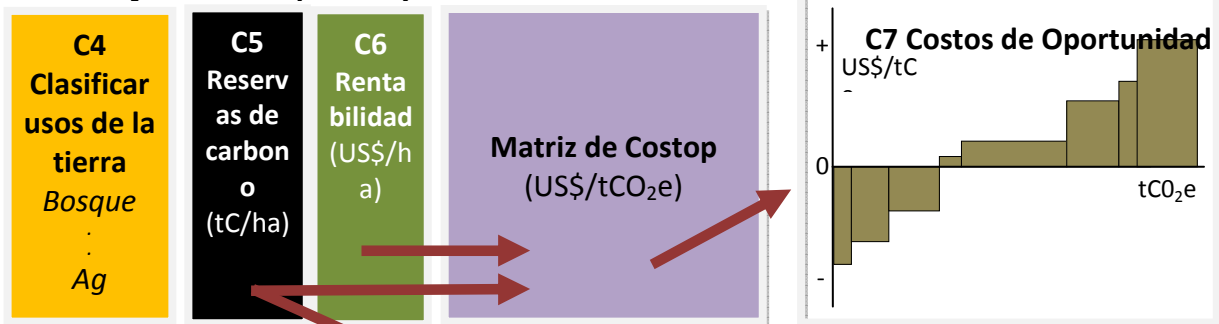
del costo de oportunidad. Es importante destacar que otras actividades preparatorias para REDD+ pueden proveer datos para el análisis del costo de oportunidad. Por ejemplo, los países están desarrollando escenarios de referencia y monitoreo operativo de bosques y sistemas de contabilización del carbono a nivel nacional.

5. El Capítulo 7 reúne la información para calcular los costos de oportunidad y para crear una curva de costo de oportunidad (Figura 2.1). Los módulos permiten que el análisis se desarrolle en dos sentidos – para estimar los componentes verticales (costo) y los horizontales (cantidad) de la curva.

6. El eje vertical se basa en una **matriz de costo de oportunidad (costop)**, que resume los costos de oportunidad para todos los cambios en el uso de la tierra en US\$/tCO_{2e}. Ello se desarrolla a partir de las clasificaciones del uso de la tierra junto con la información relacionada sobre el carbono y la rentabilidad.

7. El eje horizontal también requiere la información sobre el uso de la tierra y sobre carbono, tal como lo representa una **matriz de emisiones**. Esta matriz contiene las cantidades de emisiones para todos los cambios en los usos de la tierra en términos de tCO_{2e}.

Para el eje vertical (costos):



Para el eje horizontal (cantidades):

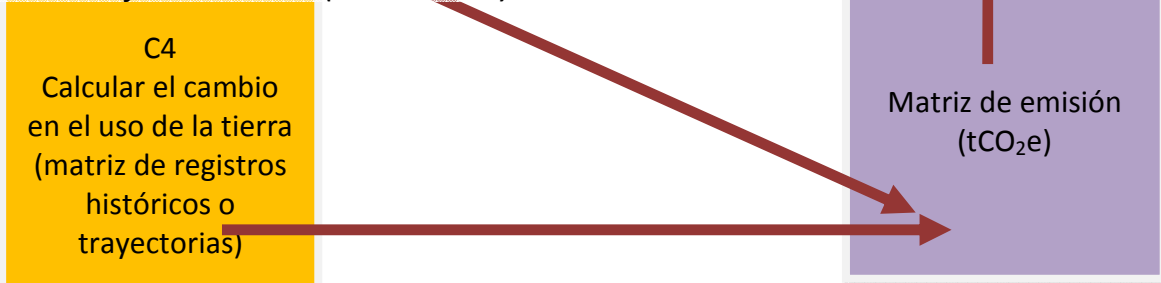


Figura 2-1 Pasos analíticos para el desarrollo de una curva de costo de oportunidad

8. Adicionalmente, el manual expone cómo mejorar la precisión y la exactitud de los cálculos del costo de oportunidad en forma gradual, similar a los Niveles estipulados por el IPCC (1,2,3).

9. En esta introducción, se establecen cuatro de los componentes más importantes para calcular los costos de oportunidad: (1) análisis de cambios del uso de la tierra, (2) medición del carbono, (3) cálculo de rentabilidad y (4) cálculo de una curva de costo de oportunidad. El proceso de cuantificación requiere la participación de profesionales de distintas disciplinas, lo que permite fortalecer el análisis y también presentar los resultados a una audiencia mas amplia que – incluye los grupos de la sociedad que son afectados por las políticas de REDD+.

Análisis del uso de la tierra

10. Para estimar los costos de oportunidad de REDD+ se requiere una clara definición de los *sistemas* de uso de la tierra. El término *sistemas* se utiliza porque con frecuencia los usos de la tierra tienen múltiples actividades que pueden cambiar con el transcurrir del tiempo. Si bien la identificación y la categorización de suelos puede parecer un ejercicio sencillo, los investigadores y a los responsables de la toma de decisiones políticas confrontan una serie de problemas, incluyendo (1) un variedad potencialmente amplia de usos de la tierra y (2) diferenciar los sistemas de usos de la tierra en las imágenes de teledetección.

11. Para determinar categorías se utiliza una combinación de criterios nacionales, del IPCC y otros. Para posibilitar un análisis sistemático y riguroso de los costos de oportunidad de REDD+, los sistemas de usos de la tierra deben ser:

- Puntuales (pertenecer sólo a una categoría de uso de la tierra),
- Una base sobre la cual integrar múltiples tipos de información,
 - Relevante en carbono (homogéneo en reserva de C),
 - Relevante en rentabilidad (homogéneo en rendimientos netos),²
 - Relevante en políticas (que apoye los mandatos de diversos organismos nacionales),
- Válidos para diferentes versiones de RED(D++),
- Coherente para su informe en múltiples escalas: global, nacional, local.

12. Las características fácilmente observables de las áreas rurales, tanto biofísicas (por ejemplo, la vegetación, la elevación, la calidad de la tierra) como socioeconómicas (por ejemplo, la densidad de población, el acceso al mercado, las áreas culturalmente homogéneas, etc.) funcionan como uno de los factores determinantes de las categorías de los sistemas de usos de la tierra. La cuantificación de los sistemas de usos de la tierra se logra a

² Los niveles de homogeneidad se deben determinar conforme al impacto en los resultados. En ciertas instancias, una diferencia del 5-10% puede no afectar considerablemente las estimaciones de costos de oportunidad. La cuestión de la precisión y el rigor es un tema de discusión, donde los costos de la recopilación de datos y del análisis se ponderan con relación a los beneficios de contar con mejores cálculos.

través de un proceso de identificación de coberturas terrestres en mapas (normalmente, imágenes satelitales) y la validación de los sistemas reales de usos de la tierra, usualmente mediante la confirmación *in situ*.

13. No obstante, la estimación de los *cambios* en el sistema de usos de la tierra es la base para el análisis del costo de oportunidad de REDD+. Los cambios pasados se calculan mediante la comparación de los sistemas de usos de la tierra de diferentes años. Las trayectorias probables futuras de usos de la tierra pueden determinarse mediante la extrapolación de cambios pasados y/o el desarrollo de modelos de usos de la tierra. La cantidad de cada tipo de cambio en el uso de la tierra afecta la estimación de los niveles de referencia de emisión nacionales.

Cálculo de carbono y rentabilidad

14. Los datos biofísicos recolectados y los métodos asociados de cálculo se basan en gran medida en los requisitos generales establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Especialmente para la estimación de las **reservas de carbono**, el manual de capacitación sigue los métodos disponibles en la Guía de Buenas Prácticas para Usos de la Tierra, Cambios en el Uso de la tierra y Silvicultura (GBP-USCUSS) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2003 y en los Lineamientos IPCC del año 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero para la Agricultura, la Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (L-AFOLU) sobre la forma de calcular las emisiones de la deforestación y de la degradación forestal.

15. En cambio, los datos socioeconómicos no tienen protocolos de recopilación y análisis. De forma similar al análisis biofísico, la recopilación rigurosa de datos, la gestión de datos y los métodos analíticos facilitan la generación de información socioeconómica precisa y contundente necesaria para calcular **la rentabilidad** de los usos de la tierra. Un problema importante incluye considerar la forma en que los ingresos y los costos difieren durante varios años dentro de un sistema de usos de la tierra.

16. La información biofísica y socioeconómica precisa no es suficiente para el análisis del costo de oportunidad. La capacidad para **integrar** la información socioeconómica y la biofísica de los sistemas de uso de la tierra identificados dentro del marco analítico es igualmente importante. En otras palabras, la información debe basarse en las mismas unidades de análisis – por hectárea con datos anuales transformables en un marco analítico plurianual. A fin de facilitar una mejor comprensión y transparencia del proceso, se recomienda especialmente el registro de contextos, procesos y supuestos.

Estimación del costo de oportunidad y otros análisis

17. El análisis del costo de oportunidad de REDD+ genera una representación basada en términos monetarios (por ejemplo, US\$/ha, US\$/tC o US\$/CO₂e) que reflejan el *tradeoff*

entre la reserva de carbono y la generación de rentabilidad sobre la tierra. La representación gráfica de este *tradeoff*, denominada *curva de costo de oportunidad*, es un objetivo clave de este análisis.

18. Los cálculos de los costos de oportunidad constituyen una base para análisis y discusión posteriores. Tales tópicos incluyen:

- Un análisis de sensibilidad de los cálculos del costo de oportunidad que evalúa el efecto de cambios en métodos, supuestos y parámetros. Análisis de Co-beneficios incluyendo biodiversidad y agua,
- Análisis de escenario sobrediferentes trayectorias de usos futuros de la tierra
- Impactos distributivos de las políticas de REDD+ y la posible compensación a usuarios de la tierra (por ejemplo, pequeños productores, propietarios de plantaciones), y sectores económicos afectados (madera, agricultura).

19. Tales análisis relacionados con la estimación del costo de oportunidad pueden ayudar a los responsables de la adopción de políticas a comprender las implicancias de las políticas de REDD+.

Sensibilidad

20. Una revisión crítica de un análisis del costo de oportunidad de REDD+ también incluye una evaluación de los datos, los métodos y los supuestos utilizados. Una manera de hacerlo es mediante un *análisis de sensibilidad*, por el cual se ajustan parámetros específicos, tales como coeficientes técnicos (por ejemplo, reserva de carbono, cálculos de rentabilidad). El Capítulo 7 expone el análisis de sensibilidad e incluye ejercicios.

Co-beneficios

21. Además de almacenar carbono, los bosques generan otros servicios ambientales o ecosistémicos. Tales servicios, o *co-beneficios*, incluyen la biodiversidad y el agua. El valor de estos servicios puede ser significativamente superior al valor aislado del carbono, y en virtud de ello puede ser capaz de disminuir los aparentes costos de oportunidad de reducción de las emisiones. El Capítulo 8 expone los co-beneficios y sus implicancias en los cálculos de costo de oportunidad.

Escenarios

22. El análisis del escenario puede revelar cómo los supuestos sobre las condiciones futuras pueden afectar potencialmente los cálculos del uso de la tierra, los niveles de referencia de emisión y los *tradeoffs* socio-económico-ambientales asociados. En relación con el análisis de sensibilidad, los analistas y los responsables de la adopción de políticas pueden comparar una variedad de acciones políticas potenciales para identificar resultados de conservación y desarrollo preferibles. Por ejemplo, un aumento drástico en los precios

de los alimentos y la energía, puede incrementar los incentivos para expandir la producción agrícola hacia los bosques. En consecuencia, las estimaciones de costo de oportunidad deberían recalcularse. Los resultados analíticos del análisis actualizado del costo de oportunidad pueden ser de ayuda en el desarrollo de políticas y en los procesos de toma de decisiones. El Capítulo 9 incluye una exposición y ejercicios.

Conclusiones y próximos pasos

23. Deberán realizarse revisiones y críticas a los cálculos del costo de oportunidad a medida que nuevas pruebas estén disponibles (por ejemplo, cálculos mejorados sobre las reservas de carbono), cuando sucedan cambios significativos en las condiciones de mercado o cambios en la política de REDD. Pueden usarse los modelos de costo de oportunidad para el análisis de escenarios en forma continua. En el Capítulo 10 se exponen los análisis revisados, la difusión de resultados y los próximos pasos.

¿Quién debería hacer el trabajo?

24. La estimación de los costos de oportunidad de REDD+ requiere una amplia variedad de especializaciones. Adicionalmente, el ámbito de trabajo requerido a nivel nacional excede lo que una persona o dos pueden abordar. Por ello, un primer paso será involucrar a la gente y a las organizaciones apropiadas. Sólo entonces un país podrá estar seguro de poder generar cálculos de costo de oportunidad válidos, criticar los métodos usados para llegar a los resultados, y preparar la mejor estrategia nacional para participar en los fondos y los mercados de REDD+.

25. Los capítulos en este manual ayudan a los países a identificar el equipo de personas tanto analíticas como con orientación política que se requieren para estimar los costos de oportunidad de REDD+. El equipo precisa la habilidad de diferentes disciplinas científicas y de antecedentes profesionales para trabajar en forma conjunta, tales como silvicultura, economía, agricultura, geografía, y política.

26. Debido a que es posible que muchas personas se vean afectadas por la REDD+, probablemente otras querrán estar enteradas de ello y participar, tales como ecologistas, hidrólogos, activistas de la comunidad, y el sector privado. Por ello, los equipos de los países deberán decidir la mejor manera de equilibrar los beneficios que resulten de obtener perspectivas y entendimientos adicionales con los costos de coordinación de numerosos colaboradores.

Un equipo nacional analítico y de generación de políticas de REDD+

27. Los expertos nacionales involucrados en la investigación y en el análisis de políticas de REDD+ deberían calcular los costos de oportunidad. Dado que ninguna persona, o incluso ningún organismo gubernamental puede realizar todo lo expuesto, el equipo nacional de REDD+ necesitará la especialización de:

1. **geógrafos / analistas espaciales** para trazar mapas de los usos de la tierra y los cambios,
2. **silvicultores y especialistas en carbono** para medir el carbono en los usos de la tierra,
3. **economistas especializados en agricultura y en bosques** para calcular la rentabilidad que generen los usos de la tierra,
4. **hidrólogos y especialistas en biodiversidad** para calcular posibles co-beneficios,
5. **sociólogos** para ayudar a identificar posibles consecuencias sociales adversas, y
6. **administradores nacionales de REDD+** para identificar respuestas políticas.

28. La participación del personal dentro de los organismos gubernamentales promueve la discusión de los conceptos de REDD+ y ayuda a la conexión directa con las personas encargadas de la toma de decisiones y de adopción de políticas (Cuadro 2.1). Las organizaciones no gubernamentales y el personal universitario pueden ayudar a garantizar la continuidad y la fiabilidad de la capacidad analítica, debido a que el personal dentro de los organismos gubernamentales puede variar con frecuencia. Es posible que las organizaciones con base en comunidades rurales y el sector privado también tengan interés en participar.

Recuadro 2-1 Análisis de costo de oportunidad como un objeto intermediario

Un análisis de costo de oportunidad es un *objeto intermediario* que facilita la comunicación entre la ciencia y la política. Gran cantidad de informes del IPCC, por ejemplo, son objetos intermediarios. Los objetos intermediarios deben cumplir requisitos estrictos. Su contenido debe ser creíble y estar sujeto a control, mientras que la presentación es sensible a las necesidades de los generadores de políticas a nivel subnacional, nacional e internacional.

El trabajo conjunto ayuda a la comunicación y al entendimiento. Hacer cálculos, completar bases de datos y generar números no es suficiente. Tampoco lo es leer rápidamente informes finales y asistir a reuniones sobre política. El **proceso** de estimación de los costos de oportunidad requiere la discusión entre científicos y generadores de políticas.

En el proceso de generación de cálculos de la curva de costo de oportunidad, otros objetos intermediarios deberán conciliar diferentes niveles de entendimiento: entre disciplinas académicas distintivas, especializaciones profesionales e intereses políticos. Algunos de los objetos intermediarios más importantes en el análisis de costo de oportunidad son *las tipologías nacionales de sistemas de uso de la tierra o leyendas cartográficas* que sirven como esqueleto del análisis. Se prevé un proceso de aprendizaje escalonado e iterativo para obtener una tipología de uso de la tierra apropiada.

El enfoque global de análisis puede verse beneficiado con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio y con iniciativas multidisciplinarias similares pensadas para un público mayor. La participación de generadores de políticas durante el trabajo progresivo les permite

expresar sus inquietudes, necesidades y hacer sugerencias para compartir. Este enfoque de colaboración puede hacer que el resultado final sea más significativo, útil y convincente.

Formas de utilizar este manual

29. Lograr el dominio en el análisis de costo de oportunidad de REDD+ requiere diferentes niveles de inversión, según la persona involucrada. De responder el cuestionario expuesto anteriormente, Usted probablemente tendrá una idea más acabada del tipo de conocimientos que podrían ser útiles. En la lista que se expone a continuación, identifique qué objetivo se ajusta más a los suyos, e identifique la inversión de tiempo probable que se requiere:

Necesito:

- Leer rápidamente para confirmar mi conocimiento (10 – 40 min);
- Leer para aprender algo importante (1 hora – 1 día), suficiente para saber:
 - Quién debería participar en los talleres de capacitación,
 - Quién debería ser parte del equipo nacional analítico y político de REDD+;
- Leer meticulosamente para familiarzarme con algunos de los temas a fin de cuestionar resultados e implicancias políticas (1,5 – 5 días).
- leer, participar en un taller y practicar con ejemplos a fin de ser versado en todos los temas requeridos para cuestionar en forma crítica los resultados, los métodos analíticos y las implicancias políticas (5 – 15 días).

Recuadro 2-2 ¿Ya sé lo suficiente?

El tema de los costos de oportunidad de REDD+ puede ser confuso y difícil de comprender. Es posible que algunas palabras y términos sean nuevos. ¿Cuántos conozco?

- *Verificación de campo – unidad mínima de mapeo – trayectoria del uso de la tierra*
- *Tasa de descuento – valor presente neto – perspectiva de contabilización*
- *Nivel de referencia de emisiones– prácticas habituales*
- *Flujo de carbono – ecuación alométrica*

Si se siente cómodo con todos estos términos, Usted es una persona fuera de lo común. Ha ganado un puntaje de 10 sobre 10. Para el resto de nosotros, incluyendo nosotros los autores, comprender el funcionamiento complejo y a veces sutil de los costos de oportunidad de REDD+ requiere una inversión de tiempo. Los contenidos de este manual y los ejercicios prácticos nos ayudarán a alcanzar un nivel de especialización más alto.

Prioridades probables de temas por especialización

30. Los **responsables nacionales de la toma de decisiones y la elaboración de políticas** se verían beneficiados con la capacidad para interpretar, criticar y aplicar el resultado de los estudios de costo de oportunidad. Tal capacidad es necesaria para saber qué políticas se necesitan para desarrollar planes de REDD+ nacionales y subnacionales. Para alcanzar tal capacidad, la información contenida en los siguientes capítulos se considera importante dentro del manual:

- **Introducción**
- **Descripción general y preparativos**
- **Contexto político de REDD+**
- **Análisis del costo de oportunidad**
- **Tradeoffs y escenarios**
- **Conclusiones y próximos pasos**

31. Los **subgrupos del equipo nacional analítico y de política de REDD+** se concentrarían en los capítulos reservados para análisis específicos. Los capítulos que le siguen necesitan el aporte de los siguientes tipos de expertos:

- **Uso de la tierra y cambios en el uso de la tierra:** expertos en teledetección, geógrafos y planificadores de usos de la tierra;
- **Carbono:** silvicultores, agrónomos, especialistas en medición del carbono;
- **Rentabilidad:** agrónomos, silvicultores, economistas, sociólogos;
- **Co-beneficios hidrológicos y de la biodiversidad:** hidrólogos, ecologistas, sociólogos, economistas.

Proceso de estimación de los costos de oportunidad

Mejoramiento de la precisión y la exactitud

32. Si bien puede ocurrir que los países no tengan todos los datos para calcular una amplia variedad de costos de oportunidad, es posible que haya información sobre sistemas de uso de la tierra similares de otros países. Un análisis preliminar puede generar cálculos de costo de oportunidad aproximados, reflejando el sistema de tres niveles usado por el IPCC para calcular las reservas de carbono.

33. Un desafío recurrente en la estimación de costos de oportunidad de REDD+ es mejorar su precisión y exactitud. Debido a que el precio del carbono recibido probablemente sea significativamente mayor para mejores cálculos (corroborados), se recomienda un proceso

escalonado con niveles crecientes de inversión de tiempo y de dinero, análogo al enfoque de Niveles 1, 2, 3 del IPCC (Cuadro 2.3). No obstante, según lo convenido en Cancún, el Organismo Subsidiario para Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT de la CMNUCC) definirá reglas contables-C y MRV etc. para los sistemas nacionales de REDD+. Puede ocurrir que las reglas sustituyan o complementen la Guía de Buenas Prácticas del IPCC.

Recuadro 2-3 Niveles de presentación de informes (reporte) del IPCC

Nivel 1: Se utilizan métodos de cálculo básicos y datos existentes. Pueden usarse valores por omisión cuando la información no se encuentre disponible (por ejemplo, de la base de datos de factor de emisión del IPCC). Con frecuencia los datos son espacialmente gruesos (por ejemplo, cálculos de índices de deforestación), y tienen un amplio margen de error (por ejemplo, ~70% de la biomasa aérea).

Nivel 2: Los métodos intermedios de cálculo utilizan factores de emisión y datos de actividad definidos por los países dentro del mismo enfoque que el del Nivel 1. Los cálculos para regiones específicas y categorías de usos de la tierra requieren normalmente datos de actividad con una resolución mayor, los cuales deben recolectarse.

Nivel 3: Se utilizan métodos de cálculo rigurosos, tales como sistemas y modelos de medición en forma reiterada en el tiempo y adaptados para reflejar las características nacionales. Se monitorean áreas de cambios en el uso de la tierra. Se recopilan datos de actividad de alta resolución con análisis desagregado a nivel subnacional o de distrito. Pueden usarse modelos parametrizados con datos de gráfico para analizar todos los reservorios de carbono. Normalmente, los modelos se someten a controles de calidad, auditorías y validaciones. Los modelos pueden incorporar factores dependientes del clima y pueden proveer cálculos de variabilidad interanual.

Fuente: Adaptado de Havemann, 2009 y IPCC, 2003.

34. Para incrementar el nivel de precisión y exactitud analítica, el equipo analítico y de políticas de REDD+ puede seguir y requiere un proceso iterativo de identificación y recopilación de datos. El análisis de tipo Nivel 1 – genera estimaciones iniciales que proporcionan un sentido inicial de los órdenes de magnitud relativos a los costos de oportunidad. Dentro de estos resultados, los esfuerzos dirigidos pueden mejorar aspectos clave de la información requerida para el análisis, los cuales pueden requerir tanto los métodos del Nivel 2 o del Nivel 3, o una combinación, según el tiempo y los recursos disponibles, el contexto del uso de la tierra en el país y los beneficios potenciales de los cálculos mejorados.

Análisis de costos de oportunidad dentro de un proceso de preparación de REDD+

35. A pesar de que los procesos de preparación de REDD+ no requieren en forma explícita el análisis de costo de oportunidad, los cálculos de costo de oportunidad proporcionan información para la formulación de la estrategia nacional de REDD+. El proceso de investigación, los resultados analíticos y la revisión crítica por parte de las partes interesadas ayuda a identificar estrategias nacionales óptimas dentro de las Propuestas de Preparación (PPPs), presentadas al FCPF del Banco Mundial (ver FCPF, 2009; FCPF y NU-REDD, 2010). Adicionalmente, pueden compartirse algunos costos de inversión y operativos en otras preparaciones de REDD+, tales como la recopilación de datos y los marcos analíticos asociados para los niveles de referencia de emisión (REL por sus siglas en inglés) y la medición, el reporte y la verificación (MRV) del carbono.

36. Si bien la disponibilidad rápida de los resultados es valiosa para fundamentar decisiones, la estimación precisa de los costos de oportunidad requiere aportes sustanciales de datos y métodos analíticos rigurosos. Si los datos necesarios no estuviesen fácilmente disponibles, pueden hacerse inversiones de tiempo y costos significativas cuando los análisis de tipo Nivel 1 o 2 se encuentren avanzados.

37. La preparación de REDD+ es un proceso, y los países pueden encontrarse en diferentes etapas. El esquema 2.2 sintetiza tres fases para la implementación de un programa exhaustivo de REDD+ y los niveles asociados de análisis de costo de oportunidad. El enfoque en fases permite a los generadores de políticas contar con información importante en tiempo oportuno a fin de fundamentar la discusión de los impactos de REDD+ potenciales dentro de la disposición, la consulta, la formación del consenso, el desarrollo de estrategia y los procesos de negociación de REDD+ (REDD+ Fase 1). Los resultados de costo de oportunidad mejorados serán asimismo de ayuda en el diseño e implementación de políticas dentro de estrategias nacionales de desarrollo (REDD+ Fase 2).

38. Durante estas fases, es posible que alguna información técnica (por ejemplo, rentabilidades, reservas de carbono) sean de hecho cálculos generales aplicados a condiciones nacionales. A medida que un país avanza en los niveles, se requiere una cantidad cada vez mayor de información técnica nacional y subnacional. Un análisis sopesado del costo de oportunidad permite a los países mejorar la efectividad y la eficiencia de la política de REDD+ (REDD+ Fase 3). El hecho de que el gobierno se apropie del proceso y el compromiso de los actores clave en un país son importantes para la planificación y la implementación exitosas del REDD+.

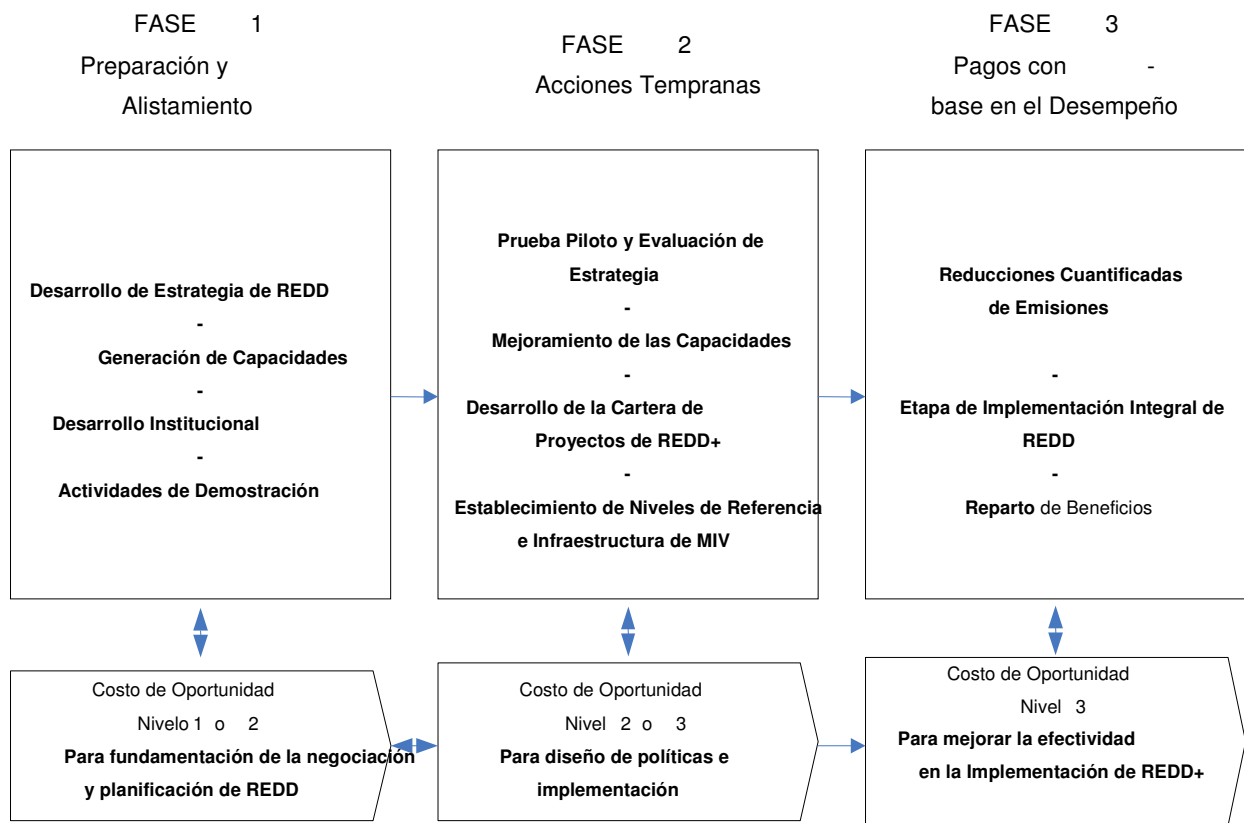


Figura 2-2 Etapas del análisis del costo de oportunidad dentro del desarrollo del programa REDD+

Fuente: Autores.

39. La tabla 2.1 proporciona un resumen de tareas y de especializaciones asociadas necesarias para realizar dichas tareas. Dentro del esquema, las tareas aparecen en las filas y la especialización requerida se representa en las columnas. Algunas tareas sólo requieren un tipo de especialización y pueden desarrollarse sin demasiado aporte colaborativo de otros miembros del equipo nacional de REDD+. Dada la naturaleza del análisis de costo de oportunidad de REDD+, no obstante, muchas tareas requieren la participación de diferentes tipos de profesionales.

40. Las tareas independientes tienen únicamente una celda coloreada, mientras que las tareas colaborativas que implican reuniones tienen múltiples celdas coloreadas. Los talleres nacionales pueden dividirse en talleres subnacionales para enfocarse en diferentes contextos dentro de un país.

¿Qué información se requiere inicialmente?

41. Para calcular los costos de oportunidad de REDD+ a nivel nacional, un país necesitará saber:

- el **área de todos los usos de la tierra** (por ejemplo, agricultura, pasturas, bosque),
 - y probables usos futuros de la tierra (es decir, trayectorias),
- la **rentabilidad** de todos los usos de la tierra en el país (por ejemplo, agricultura, bosques, pasturas, etc.),
- la **reserva de carbono** de cada tipo de uso de la tierra,
(*también es útil:* la información sobre **co-beneficios hidrológicos y la biodiversidad**).

En otras palabras, los módulos son tres grupos de información. Afortunadamente, todo este trabajo no requiere comenzar desde cero. Frecuentemente en un país existen muchos estudios que pueden ser usados, incluyendo los Planes Nacionales de Estrategias y Acción de Biodiversidad (NBSAP por su sigla en inglés) y los Planes Nacionales de Acción para el Cambio Climático (NAPCC por su sigla en inglés), los planes forestales nacionales y otra información de planificación de usos de la tierra. Usualmente, los Ministerios de Agricultura y/o grupos de productores tienen disponible información sobre la rentabilidad de al menos algunos sistemas de uso de la tierra.

42. Mediante el uso de los datos existentes, la recopilación de nuevos datos, la realización de análisis y la revisión de resultados, el equipo podrá calcular los costos de oportunidad de REDD+ (y otros costos de REDD+, el manual de capacitación también contiene una guía sobre este tema).

Soporte técnico y analítico

43. El soporte para el material de capacitación y los talleres sobre costos de oportunidad de REDD+ es parte de la iniciativa del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) para testear y evaluar los diferentes enfoques a REDD+ en los países tropicales y subtropicales. Los costos de oportunidad se encuentran entre los temas identificados en el Paso 4 (Planificación: Defina los temas a consultar) de la guía técnica de FCPF sobre la forma de preparar una consulta efectiva y un plan de participación (FCPF, 2009).

Referencias y lectura complementaria

Africover. <http://www.africover.org/index.htm>

Dutschke, M., R. Wolf. 2007. *Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries: The Way Forward*. GTZ Climate Protection Programme, Eschborn, Alemania.

FAO Land and Water Development Division. <http://www.fao.org/ag/agl/default.stm>

FCPF y NU-REDD. 2010. *Guidelines on Stakeholder Engagement in REDD+ Readiness With a Focus on the Participation of Indigenous Peoples and Other Forest-Dependent Communities*. Borrador. 17 de noviembre. Banco Mundial: Washington DC. 16p.
<http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/forestcarbonpartnership.org/files/Documents/PDF/Nov2010/FCPF%20UN-REDD%20Stakeholder%20Guidelines%20Note%20Draft%2011-17-10.pdf>

FCPF, 2009. *Readiness Mechanism on National Consultation and Participation for REDD*. Note FMT 2009-2.

http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/forestcarbonpartnership.org/files/Documents/PDF/FCPF_FMT_Note_2009-2_Consult_Particip_Guidance_05-06-09_2.pdf

Global Land Project. <http://www.globallandproject.org/>

GOFC-GOLD. <http://www.fao.org/gtos/gofc-gold/index.html>

GOFC-GOLD. 2008. *Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and degradation in developing countries: a sourcebook of methods and procedures for monitoring, measuring and reporting*. Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics. GOFC-GOLD Report version COP14-2. Alberta: Natural Resources Canada.

Havemann, T. 2009. *Measuring and Monitoring Terrestrial Carbon: The State of the Science and Implications for Policy Makers*. NU-REDD, FAO y Terrestrial Carbon Group.

<http://www.terrestrialcarbon.org/site/DefaultSite/filesystem/documents/MM%20Report%20090922.pdf>

IPCC, 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Capítulo 3. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html

Nabuurs, G.J., O. Masera, K. Andrasko, P. Benitez-Ponce, R. Boer, M. Dutschke, E. Elsiddig, J. Ford-Robertson, P. Frumhoff, T. Karjalainen, O. Krankina, W.A. Kurz, M. Matsumoto, W. Oyhantcabal, N.H. Ravindranath, M.J. Sanz Sanchez, X. Zhang, 2007. *Forestry*. In: Metz, B., O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds) *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, USA. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter9.pdf>

UNFCCC. 2009. Cost of implementing methodologies and monitoring systems relating to estimates of emissions from deforestation and forest degradation, the assessment of carbon stocks and greenhouse gas emissions from changes in forest cover, and the enhancement of forest carbon stocks. Referencia del Ensayo Técnico: FCCC/TP/2009/1. 31 Mayo de 2009. <http://unfccc.int/resource/docs/2009/tp/01.pdf>

Estimación de los Costos de Oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 3. Contexto de la política de RED(D++)

Objetivos

1. Ofrecer antecedentes sobre la política de elegibilidad de REDD+
2. Presentar el concepto de nivel de referencia de emisión (REL)
3. Analizar cuestiones relacionadas con la perspectiva de contabilización
4. Presentar el concepto de Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA)
5. Presentar las salvaguardias del Banco Mundial relevantes para REDD+

Contenido

Objetivos	1
Palabras relacionadas con la política de REDD+.....	2
Una política de elegibilidad de REDD+ en desarrollo	2
Quién paga qué costos: perspectiva de contabilización.....	5
Niveles de referencia de emisión	8
Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA)	9
SESA y políticas de salvaguardias del Banco Mundial.....	10
Referencias y lectura complementaria	12



World Bank
Institute



1. El Recuadro 3.1. contiene los términos y frases comúnmente utilizados al analizar la política de REDD+. Para ver las definiciones, consulte el Glosario del **Apéndice A**.

Recuadro 3.1. Palabras relacionadas con la política de REDD+

Deforestación	Degradación
AFOLU/REALU	Línea de Base
Remoción	Prácticas habituales
Nivel de referencia de emisión	Adicionalidad

2. Un capítulo sobre la política de REDD+ podría ocupar docenas de páginas. Aquí se presentan en forma resumida cinco cuestiones relacionadas con la política de REDD+ vinculadas con el análisis del costo de oportunidad:

- **Política de elegibilidad** – qué tipos de cambios en el uso de la tierra se encuentran comprendidos en los términos de REDD+ avalados por la CMNUCC,
- **Perspectiva de contabilización** – la perspectiva desde la que se calculan los costos y los beneficios. En general, esta puede comprender grupos individuales, organismos gubernamentales o a nivel nacional.
- **Nivel de referencia de emisión** – el nivel de emisión futuro óptimo de un país, con base en los precios del carbono y los costos de oportunidad, mediante el cual se identifica la línea que separa las buenas de las malas transacciones relacionadas con REDD+ en el mercado.
- **Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA, por sus siglas en inglés)** – conjunto de políticas y acciones que los países realizan como parte de su compromiso de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los países pueden realizar diferentes acciones basadas en la equidad y de acuerdo con responsabilidades compartidas, pero diferenciadas, y sus respectivas capacidades.
- **Políticas sobre salvaguardias** – ofrecen lineamientos al Banco Mundial y a los clientes en la identificación, preparación e implementación de programas y proyectos. Las políticas sobre salvaguardias han tendido a ofrecer una plataforma para la participación de los grupos interesados en el diseño de los proyectos y han constituido un instrumento importante para generar apropiación entre las poblaciones locales.

Una política de elegibilidad de REDD+ en desarrollo

3. REDD+ se encuentra en proceso de maduración. REDD+ en sí mismo es un concepto en desarrollo según el cual las normas, resoluciones y otras cuestiones continúan siendo

desarrolladas, debatidas y mejoradas. Desde la Conferencia de las Partes (CDP) realizada en Montreal en 2005, las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) han mantenido extensas discusiones sobre el alcance de REDD. Las negociaciones de la CMNUCC comenzaron con RED (es decir, limitadas únicamente a la deforestación¹) y se ampliaron a REDD al considerar la degradación de bosques (que no involucra un cambio en el uso de la tierra que pasa de ser boscoso a no boscoso).

4. Posteriormente la discusión se amplió para considerar también la conservación de los bosques, la gestión forestal sostenible y el aumento de las reservas forestales de carbono (REDD+). En Bali, en diciembre de 2007, las partes de la CMNUCC confirmaron su compromiso para abordar el cambio climático global, pero no se firmó un acuerdo sobre REDD+. Se avanzó hacia un acuerdo que hiciera referencia a REDD,² argumentando

Opiniones divergentes para continuar el debate sobre si deben establecerse o no un conjunto preliminar de medidas sobre la deforestación/ degradación, con un segundo conjunto de medidas para otras opciones de mitigación basadas en los bosques (REDD+).

5. Aún no se ha logrado un acuerdo acerca de si las Partes consideran que la expresión “aumento de las reservas forestales de carbono” implica la restauración de bosques únicamente en suelos ya clasificados como bosques, o si también incluye la forestación de suelos que no son bosques.³ Durante la CDP16/CMP6 de Cancún, el Grupo de Trabajo Especial sobre Cooperación a Largo Plazo en el marco de la Convención (AWG-LCA) adoptó un mecanismo que incentiva a los países en desarrollo a colaborar con las acciones de mitigación en el sector forestal según el alcance completo de las actividades de REDD+ (reducir emisiones de la deforestación y de la degradación forestal, conservación de las reservas forestales de carbono, aumento de las reservas forestales de carbono).

6. Si bien no se ha discutido a nivel de la CMNUCC, también existe una perspectiva a largo plazo que contempla la contabilización del carbono en todo el espectro abarcado por la Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la tierra (AFOLU por sus siglas en inglés), también denominado Reducción de emisiones de todos los usos de la tierra (REALU) o REDD++.⁴ La definición de bosque también puede tener implicancias para REDD+ (el Recuadro 3.2 explica qué significa el término bosque).

¹ Cambiar el uso de la tierra rico en carbono a otro uso con menores reservas de carbono.

² Resolución CMNUCC 1/CP.13, Resoluciones CMNUCC 2-4/CP.13, Resolución 2/CP.13 específicas sobre REDD.

³ La opción requerirá de políticas y esfuerzos para evitar la doble contabilización con proyectos de forestación/reforestación elegibles para el mecanismo de desarrollo limpio (MDL).

⁴ El segundo signo + puede tener distintos significados, dependiendo de la persona y del contexto. Se utiliza para implicar forestación/reforestación, salvaguardias sociales y REALU (Frey, 2010; comunicación personal).

Recuadro 3-2 ¿Qué es un bosque e importa el nombre?

La definición de bosque acordada por la CMNUCC en el marco del protocolo de Kyoto tiene tres componentes significativos:

- 1) Bosque se refiere a cualquier superficie de al menos 500m² (0,5ha) y un rango determinado de cobertura de copa (10-30%) y de altura de árbol (2-5 m) específico para cada país,
- 2) Los rangos anteriores se aplican conforme a un “criterio experto” sobre el “potencial a alcanzar *in situ*”, que no coincide necesariamente con la situación actual,
- 3) Las áreas que temporalmente carecen de población forestal (sin límite temporal específico) se consideran “bosque” siempre y cuando las entidades forestales nacionales declaren que dichas áreas recobrarán su condición de cobertura arbórea, o que deberían o podrían hacerlo.

Los componentes 2 y 3 se insertaron para restringir el concepto de reforestación y forestación y permitir prácticas de “gestión forestal”, incluyendo la tala rasa seguida de una nueva siembra dentro de los límites del bosque. La anterior definición de bosque tiene una serie de consecuencias indeseables (van Noordwijk y Minang, 2009), como:

- La conversión de bosques a plantaciones de palma aceitera puede no ser considerado como deforestación; dichas plantaciones cumplen con la definición de bosque,
- No hay forestación en los países donde la tierra permanece bajo el control institucional de las agencias forestales y se considera despoblada de bosques sólo en forma temporal;
- La agricultura migratoria y la rotación de cultivos pueden eliminarse del listado de factores que motivan la deforestación, siempre y cuando pueda esperarse que la fase de barbecho llegue a una altura de árbol y una cobertura de copa mínimas;
- La mayoría de los sistemas de producción de cultivo arbóreo y de agroforestería cumplen en efecto los requisitos mínimos de un bosque; mientras que el café sin podar, por ejemplo, puede alcanzar una altura de 5 m;
- La actual transformación de bosques en plantaciones de rápido crecimiento, con posterioridad a rondas de explotación forestal, puede ocurrir enteramente dentro de la categoría de “bosque”;
- Una porción sustancial de las emisiones de turberas puede no quedar contemplada por las normas de prevención de emisiones relacionadas con los bosques si la deforestación asociada se declara con anterioridad a una fecha límite aún no especificada.
- Gran parte de los tipos de cobertura terrestre forestales quedan fuera del actual marco “institucional” y jurisdicción correspondientes a los “bosques” y requieren de planes de implementación amplios.

Si bien es imposible que una única definición de bosque proporcione una clara distinción entre lo que es un bosque y lo que no lo es dentro del proceso de los usos de la tierra, es probable que el avance de REDD+ no necesite de tal definición. Una versión preliminar de

un texto elaborado por el Equipo de Trabajo Ad Hoc sobre Acciones de Cooperación a Largo Plazo (AWG-LCA) de la CMNUCC (2009a) establece lo siguiente:

Es preciso [incentivar y apoyar] [asegurar] las siguientes salvaguardias:

...

(e) Acciones coherentes con la conservación de bosques naturales y de la biodiversidad, asegurando que las acciones descritas en el párrafo 3 que figura a continuación no se realicen con el fin de convertir bosques naturales [en plantaciones, ya que las plantaciones para cultivo continuo no son bosque], sino para incentivar la protección y conservación de bosques naturales y sus ecosistemas y para aumentar otros beneficios sociales y ambientales;^[1]

Por lo tanto, las implicancias de categorizar algo como bosque o como no bosque puede carecer de importancia si se incluye la degradación de bosques. La definición de bosque incidirá en los procedimientos de elaboración de informes, no en las acciones sobre la tierra. Para calcular los costos de oportunidad de REDD+, se pueden calcular los niveles asociados de carbono y el rendimiento neto originadas por los bosques degradados y mejorados.

7. El análisis de los costos de oportunidad de los cambios en el uso de la tierra, tanto los evitados (ej., preservación de un bosque) como los logrados (ej., restauración de un bosque), permitirá que los países entiendan los potenciales beneficios de REDD+. Los beneficios no son sólo económicos, también incluyen los co-beneficios hidrológicos y de la biodiversidad, sobre los que REDD+ podría tener un impacto sustancial. En otras palabras, las políticas de REDD+ son capaces de alterar los bosques nacionales, la agricultura y la producción ganadera además de influir en el suministro nacional de productos y servicios ambientales de los recursos de agua y de la biodiversidad. En resumen, los países querrán conocer de qué modo las normas de elegibilidad modificadas influyen en las reducciones de emisiones que pueden lograrse evitando y logrando cambios en el uso de la tierra.

Quién paga qué costos: perspectiva de contabilización

8. El hecho de identificar quién paga los costos y quien recibe los beneficios de REDD+ es fundamental para entender el funcionamiento de las políticas. En el caso de programas de REDD+ nacionales, es importante reconocer tres tipos de perspectivas: (1) *grupos o actores individuales*, (2) *nacional o de país* y (3) *organismo gubernamental*. Si se mezclan estas perspectivas pueden ocurrir errores de cálculo que podrían fundamentar en forma errónea las decisiones en materia de políticas. La perspectiva desde la cual se calculan los impactos se denomina perspectiva de contabilización.⁵

Las perspectivas de contabilización de la política de REDD+ pueden identificarse con otros nombres. La perspectiva de *grupos individuales* también se denomina perspectiva de contabilización *privada o financiera*, y la perspectiva nacional también puede denominarse

⁵ Esta exposición es una adaptación de información presentada por Pagiola y Bosquet, 2009.

social o económica (Tabla 3.1). Para calcular los costos de oportunidad de REDD+, se ha ajustado la terminología para evitar confusiones. (El término *costos sociales* está más alineado a los *costos socioculturales* asociados con impactos no económicos en la subsistencia, como los psicológicos, espirituales y emocionales, tal como se mencionó en la Introducción).

Tabla 3-1 Comparación de los nombres de las perspectivas de contabilización

País/Nacional	=	Social	=	Económica
Grupos individuales	=	Privada	=	Financiera
<i>Pagiola y Bosquet, 2009</i>		<i>Monke y Pearson, 1989</i>		<i>Gittinger, 1982</i>

9. Existen tres diferencias importantes entre las perspectivas de contabilización. Una se refiere a **qué costos y beneficios deben incluirse** en los cálculos. La perspectiva de contabilización nacional incluye todos los costos recibidos dentro del país, netos de cualquier beneficio recibido fuera del país, omitiendo costos y beneficios acumulados fuera del país.⁶ Por el contrario, las perspectivas de grupos individuales y la gubernamental sólo incluyen los costos y beneficios específicos que reciben estos grupos. (Más adelante se analizará la distribución de los costos de REDD+.)

10. La segunda diferencia se refiere a **cómo se calculan los costos y los beneficios**. Según la perspectiva nacional, los costos y los beneficios se valúan conforme al valor social de los recursos (su valor en su siguiente mejor uso alternativo) y no conforme a su precio de mercado observado. En algunos países, estos precios pueden diferir debido a distorsiones en las políticas (por ej., impuestos, subsidios, restricciones al comercio, etc.) o bien por imperfecciones del mercado (por ej., poder del monopolio, externalidades,⁷ o bien público). Por el contrario, los costos para los grupos individuales se valúan conforme a los precios que efectivamente pagan estos grupos, impuestos incluidos. Hace algunos años, la diferencia entre los valores sociales y los valores de mercado observados era bastante significativa. Los gobiernos solían distorsionar en forma sistemática los precios, en particular de los insumos y productos agrícolas. Como resultado de procesos de reforma, dichas distorsiones suelen ser menores, pero las puede haber en diferente medida dependiendo del país en cuestión.

11. La tercera diferencia se refiere a la **tasa de descuento utilizada para determinar los costos y beneficios futuros**. La perspectiva nacional debe utilizar la tasa de descuento

⁶ Algunos ejemplos de los beneficios realizados fuera del país son los beneficios del secuestro de carbono y de la conservación de la biodiversidad para la mitigación del cambio climático

⁷ Las externalidades son las consecuencias de una acción que afectan a un tercero que no es el responsable de tomar la decisión, y por las que este último no es compensado ni penalizado. En el contexto de la gestión forestal, los impactos como la sedimentación, la pérdida de biodiversidad y las emisiones de gases de efecto invernadero son consideradas externalidades.

social normalmente aplicada por el gobierno. Por el contrario, la tasa de descuento para grupos individuales debe reflejar las tasas de mercado o su tasa de preferencia temporal individual. Estas tasas pueden estar representadas por una tasa de préstamo bancario, si hay crédito, u otras tasas (usualmente mayores) si no hay crédito. El tema de las tasas de descuento se analizará con mayor profundidad en el Capítulo 6.

12. Desde la perspectiva de país, se deben tener en cuenta todos los costos de REDD+, incluyendo los costos de oportunidad (incluyendo, cuando corresponda, costos socioculturales e indirectos) así como los de implementación y transacción (Tabla 3.2). Sin embargo, algunos de estos costos se cancelan mutuamente ya que simplemente constituyen transferencias dentro del país. Por ejemplo, si bien un pago por parte del gobierno a los propietarios de los bosques es un costo para el gobierno, también es un beneficio para el propietario de la tierra. Sin embargo, el costo administrativo sí permanece como un costo para el país.

13. Por el contrario, los grupos individuales suelen asumir únicamente un subgrupo de costos de REDD+, principalmente los costos de oportunidad (nuevamente, incluyendo costos socioculturales e indirectos cuando corresponda), aunque en algunos casos también podrían afrontar algunos costos de implementación del programa REDD+.⁸

Tabla 3-2 Tipo de costo de REDD+ a incluir según la perspectiva de contabilización

Categoría de costo	Individual	Organismos gubernamentales	País
Oportunidad	✓		✓
Implementación	*	✓	✓
Transacción		✓	✓

* denota un costo que puede ser parcialmente asumido por los individuos.

14. *Los organismos gubernamentales* asumirán una serie de *costos presupuestarios*. Dichos costos suelen incluir costos administrativos, de transacción y de implementación. Al considerar los costos de implementación es importante tener en mente que una gran parte de los mismos pueden ser transferencias, dependiendo del modo en que se implementen los esfuerzos para reducir la deforestación. La parte de los costos presupuestarios que se utilice para compensar a los individuos propietarios de tierras por su oportunidad y por otros costos deberá considerarse como una transferencia y, como tal, no deberá considerarse como un costo para el país. (Para obtener más información sobre este tema, puede consultar Pagiola y Bosquet, 2009, y el Capítulo 6 sobre Cálculo de la rentabilidad originada por los usos d la tierra)

⁸ Un ejemplo al respecto es un programa de pago por servicios ambientales llevado a cabo en Costa Rica. Los individuos asumieron los costos de preparación de planes de gestión, alambrado e instalación de carteles y servicio de monitoreo prestado por organizaciones independientes (Pagiola, 2008; Pagiola y Bosquet 2009).

Niveles de referencia de emisión

15. ¿Cuánta reducción de emisiones puede lograrse a un costo de carbono determinado? La respuesta de esta pregunta les permite a los países identificar y negociar un nivel de referencia de emisiones (REL por su sigla en inglés) – una base a partir de la cual los países se comprometen a reducir emisiones. El REL es un componente importante de la preparación de REDD+ porque:

- Si un país reduce muy poco la deforestación, perderá oportunidades de aumentar sus ingresos de REDD+ netos.

o

- Es posible que un país reduzca “demasiado” la deforestación, es decir, que reduzca la deforestación a un costo superior al de la compensación que recibe a través de REDD+.

16. La Figura 3.1 expone los casos anteriores. El nivel de eliminación A^* (eje horizontal) es la cantidad a la que el precio del carbono P^* (eje vertical) es igual a los costos de REDD+. A este nivel de eliminación, el país recibe un pago de REDD+ correspondiente a la superficie del rectángulo delimitado por los puntos OP^*mn . Para lograr este nivel de eliminación, asume costos iguales al área que se encuentra por debajo de la curva de abatimiento hasta A^* . La diferencia entre estos costos y el pago de REDD+ constituye un beneficio neto para el país (denominado “renta” o “superávit del productor”). Si un país reduce menos emisiones por debajo de este nivel (por ejemplo, nivel de eliminación A_1), renunciaría a una parte de esta renta potencial (la superficie del triángulo tsm). Por el contrario, si un país opta por un nivel de eliminación superior a A^* (por ejemplo, A_2), asumirá costos adicionales que no serán compensados por el ingreso adicional de REDD+ (superficie del rectángulo $nmwv$).

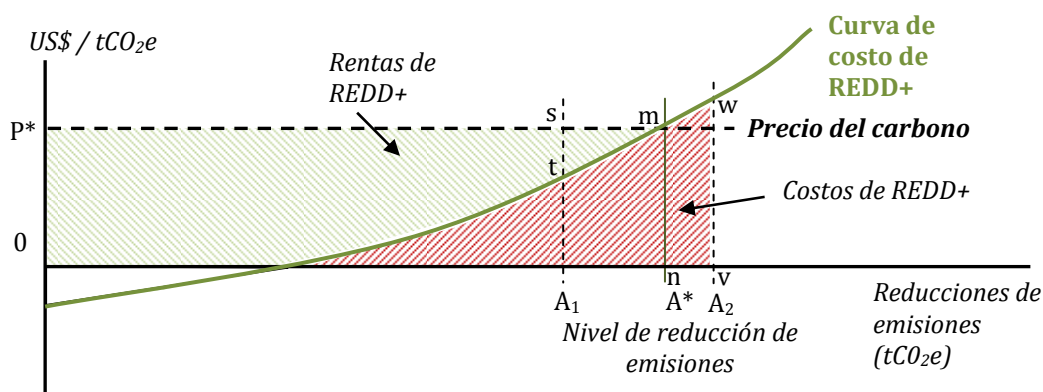


Figura 3-1 Rentas y costos de REDD+

Fuente: autores.

17. Sin embargo, es importante tener en cuenta que aún no se han determinado los acuerdos sobre mecanismos de pago y las correspondientes normas asociadas. Por lo tanto, es posible que dichas rentas de REDD+ no se estructuren exactamente como se explicó en el párrafo anterior. Para obtener más información sobre niveles de referencia de emisión, puede consultar Angelsen (2008, 2009) y Meridian (2009).

Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA)

18. El término *Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA)* se basa en el concepto que establece que diferentes países realizan diferentes acciones apropiadas a nivel nacional sobre la base de la equidad y de conformidad con responsabilidades compartidas pero diferenciadas y sus capacidades correspondientes. El concepto también se relaciona con la asistencia financiera y técnica de los países desarrollados a los países en desarrollo para reducir las emisiones. REDD puede considerarse un subgrupo de NAMA.

19. NAMA se incluyó en la agenda internacional mediante su inclusión en el Plan de Acción de Bali, en la CDP13, junto con REDD. El Plan de Acción de Bali de la CDP13 se creó conforme a cuatro módulos esenciales: (1) Mitigación, (2) Adaptación, (3) Tecnología y (4) Financiamiento. NAMA constituyó una parte importante del componente de mitigación. Las futuras discusiones sobre la mitigación debían abordar lo siguiente:

- Acciones o compromisos de mitigación apropiados a nivel nacional (NAMA) por parte de todos los países desarrollados, que se pudiesen medir, informar y verificar y
- Acciones de mitigación apropiadas a nivel nacional (NAMA) por parte de Partes pertenecientes a países en desarrollo, apoyadas y facilitadas por tecnología, financiación e iniciativas de aumento de la capacidad, de forma que se pudiesen medir, informar y verificar.

20. Inicialmente, el interés generado por NAMA fue inferior al de REDD debido a la ausencia de mecanismos de financiamiento para ayuda internacional. Si bien no se lograron acuerdos vinculantes en la CDP15 realizada en Copenhague, se les pidió a los países que expresaran sus compromisos nacionales en un contexto donde la inversión internacional ser relacionaría con dichos compromisos (pero sin imponer una condicionalidad severa). En Cancún, se acordó el reconocimiento oficial de NAMA conforme a un proceso multilateral. Se desarrollará un registro internacional para registrar y vincular acciones de mitigación de países en desarrollo con ayuda financiera y tecnológica.

21. En Indonesia, por ejemplo, el concepto NAMA se ha convertido en el factor más importante que motiva la elaboración de una política nacional de cambio climático; las actividades de REDD se encuentran incluidas en esfuerzos más amplios para reducir las emisiones y en otros aspectos del desarrollo económico. Indonesia asumió un compromiso

NAMA que implica reducir sus emisiones en un 26% en 2020 en un escenario de práctica habitual. Este es ahora el fundamento del concepto de NAMA de “compromiso propio” que se vinculará con el concepto de NAMA de “co-inversión internacional”.

22. Aún resta el desafío de lograr Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Global (lo que podría denominarse GAMA por su sigla en inglés) y Acciones de Mitigación Apropriadas a nivel Local (LAMA por su sigla en inglés). Ambas se relacionan con NAMA como concepto para articular “responsabilidad compartida pero diferenciada” dentro de los principios de la CMNUCC.

SESA y políticas de salvaguardias del Banco Mundial

23. Algunas políticas de salvaguardias del Banco Mundial pueden afectar las estrategias nacionales y la implementación de REDD+. Estas políticas también se reflejan en la Evaluación Ambiental y Social Estratégica (SESA por su sigla en inglés) del RPP (Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques, 2010). Las salvaguardias y las SESA del Banco Mundial son dos mecanismos que permiten a los Países Participantes de REDD identificar los impactos y riesgos probables, así como las oportunidades, y de ese modo poder realizar elecciones mejor informadas y apropiadas entre las diferentes opciones estratégicas.⁹

24. Las políticas sobre salvaguardias ambientales y sociales constituyen un eje fundamental de las iniciativas del Banco Mundial para apoyar la reducción sostenible de la pobreza. El objetivo de las políticas es impedir y mitigar perjuicios indebidamente causados a las personas y a su entorno en el proceso de desarrollo. Las políticas proporcionan pautas para personal bancario y prestatario para la identificación, preparación e implementación de programas y proyectos. Las políticas sobre salvaguardias han funcionado frecuentemente como una plataforma para la participación de los grupos interesados en el diseño de los proyectos y han sido un instrumento importante para generar apropiación por parte de las poblaciones locales. Las siguientes son algunas de las políticas sobre salvaguardias más relevantes para REDD+.¹⁰

Reubicación Involuntaria

25. La Reubicación Involuntaria¹¹ es causada en situaciones de confiscación involuntaria de tierras y restricciones involuntarias al acceso a parques y áreas protegidas designados por ley. La política pretende evitar la reubicación involuntaria siempre que ello sea posible, o bien minimizar y mitigar sus impactos negativos sociales y económicos.

⁹ FCPF. 2010. Esquema de RPP. Versión 4

¹⁰ Si desea acceder a un listado y una explicación completos, ingrese a:

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTSAFEPOL/0,,menuPK:584441~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:584435,00.html>

¹¹ Política Operativa 4.12

26. La política incentiva a las personas desplazadas a participar en la planificación e implementación de la reubicación, y su objetivo económico clave es ayudar a las personas desplazadas en sus esfuerzos para mejorar o al menos restablecer sus ingresos y estándares de vida después de una reubicación. La política establece una compensación y otras medidas sobre reubicación para lograr sus objetivos y exige a los prestatarios la preparación de instrumentos adecuados de planificación de reubicación antes de la evaluación por parte del Banco de los proyectos propuestos.

Pueblos Indígenas

27. La política del Banco Mundial sobre pueblos indígenas¹² destaca la necesidad de que el personal del Banco y los países participantes identifiquen a los pueblos indígenas, los consulten, se aseguren de que participen en las operaciones financiadas por el Banco y se beneficien con ellas, todo ello de un modo apropiado en el marco de su cultura, asegurándose también de evitar los impactos negativos que puedan afectarlos y, si esto no es posible, mitigarlos o minimizarlos.

Hábitats naturales

28. La política sobre Hábitats Naturales¹³ pretende asegurar que la infraestructura respaldada por el Banco Mundial y otros proyectos de desarrollo tenga en cuenta la conservación de la biodiversidad, así como los numerosos servicios y productos ambientales que los hábitats naturales ofrecen a la sociedad. La política limita en forma estricta las circunstancias en las cuales los proyectos respaldados por el Banco pueden dañar los hábitats naturales (superficies de agua y tierra donde aún están presentes la mayoría de las especies vegetales y animales autóctonas).

29. En forma específica, la política prohíbe que el Banco respalde proyectos que originen una pérdida o degradación significativa de Hábitats Naturales Críticos, que por definición incluyen los hábitats naturales:

- que se encuentran protegidos por ley,
- que son objeto de una propuesta oficial para protegerlos, o
- no protegidos pero cuyo valor para la conservación se sabe elevado.

30. En otros hábitats naturales (no críticos), los proyectos respaldados por el Banco pueden causar pérdidas o degradación significativa únicamente cuando

- i. no existen alternativas viables para lograr los beneficios netos totales más importantes del proyecto; y
- ii. el proyecto incluye medidas de mitigación aceptables, como áreas protegidas para compensar las pérdidas o la degradación.

¹² Política Operativa (OP)/Procedimiento del Banco(BP) 4.10

¹³ Política Operativa 04

Proyectos en Áreas en Disputa

31. Los Proyectos en Áreas en Disputa¹⁴ pueden afectar las relaciones entre el Banco y los prestatarios, y entre quienes reclaman el área en disputa. Es por ello que el Banco únicamente financiará proyectos en áreas en disputa cuando la otra parte reclamante no plantea objeciones, o bien cuando las circunstancias específicas del caso respaldan el financiamiento por parte del Banco, a pesar de existir una objeción. La política enumera en forma detallada cada una de esas circunstancias.
32. En esos casos, los documentos del proyecto deben incluir una declaración que establezca en forma clara que al respaldar el proyecto, el Banco no pretende emitir juicio alguno sobre la situación legal u otro tipo de situación de los territorios en cuestión, ni perjudicar la resolución final de los reclamos de las partes.

Referencias y lectura complementaria

Angelsen, A. 2008. How Do We Set the Reference Levels for REDD Payments? En A. Angelsen, ed., *Moving Ahead with REDD: Issues, Options and Implications*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).

Angelsen, A. 2009. *What will REDD cost?* Presentation Rainforest Foundation Norway (RFN). 18 de junio. www.slideshare.net/amiladesaram/angelsen-rfn-redd-costs

Busch, J., Strassburg, B., Cattaneo, A., Lubowski, R., Bruner, A., Rice, R., Creed, A., Ashton, R., Boltz, F. 2009. Comparing climate and cost impacts of reference levels for reducing emissions from deforestation. *Environmental Research Letters*, 4:044006.

Dyer, N., S. Counsell. 2010. *McREDD: How McKinsey 'cost curves are distorting REDD*. Resumen sobre la Política en materia de Clima y Selvas Tropicales de Rainforest Foundation. Noviembre. 12p.

Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques. 2010. *Readiness Fund: Incorporating Environmental and Social Considerations into the Process of Getting Ready for REDD+*. Nota FMT 2010-16. Banco Mundial. <http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/forestcarbonpartnership.org/files/Documents/PDF/Sep2010/2g%20FCPF%20FMT%20Note%202010-16%20SESA%20Mainstreaming.pdf>

Gittinger, J. P. 1982. *Economic Analysis of Agricultural Projects*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Meridian Institute. 2009. *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation (REDD): An Options Assessment Report*. Elaborado para el gobierno de Noruega, por A. Angelsen, S. Brown, C. Loisel, L. Peskett, C. Streck, D. Zarin. Disponible en www.REDD-OAR.org

¹⁴Política Operativa (OP)/Procedimiento del Banco (BP) 7.60

Monke, E., S.R. Pearson. 1989. *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development*. Cornell University Press, Ithaca, Nueva York.

Pagiola, S., B. Bosquet. 2009. *Estimating the Costos de REDD+ at the Country Level*. Versión 2.2, Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques del Banco Mundial. Washington D.C. 22p.

Stoft, S.E. 2009. *Beyond Kyoto: Flexible Carbon Pricing for Global Cooperation* (23 de octubre) 2009). Documento de Trabajo N° 09-05 del Centro Global de Política Energética. Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=1502944>

CMNUCC 2009a. Grupo de Trabajo Ad Hoc sobre Acciones de Cooperación a largo plazo de la Convención. *Policy approaches and positive incentives on issues relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries*. Octava sesión. Copenhague, 7-15 de diciembre de 2009.

FCCC/AWGLCA/2009/L.7/Add.6, 15 de diciembre.

<http://unfccc.int/resource/docs/2009/awglca8/eng/l07a06.pdf>

CMNUCC. 2009b. Versión preliminar no editada. Resolución -/CP.15.

http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/application/pdf/cop15_cph_auv.pdf

CMNUCC. 2009c. *Views on possible improvements to emissions trading and the project-based mechanisms, Submissions from Parties Addendum*. Grupo de Trabajo Ad Hoc sobre Compromisos Futuros para las Partes del Anexo I del Protocolo de Kyoto. Octava sesión. Bonn, 1-12 de junio. FCCC/KP/AWG/2009/MISC.9/Add.1.

<http://unfccc.int/resource/docs/2009/awg8/eng/misc09a01.pdf>

van Noordwijk, M., P.A. Minang. 2009. "If we cannot define it, we cannot save it" *Resumen de la Política sobre ASB N°15*. Alianza sobre ASB para los Márgenes de los Bosques Tropicales Nairobi, Kenya. Disponible en: www.asb.cgiar.org

Estimación de los costos de oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 4. Uso la tierra suelo y cambio en el uso de la tierra

Objetivos

Mostrar cómo:

1. Desarrollar un marco y una leyenda nacionales del uso de la tierra,
2. Crear mapas de uso de la tierra,
3. Validar mapas de uso de la tierra,
4. Calcular el cambio en el uso de la tierra,
5. Explicar el cambio en el uso de la tierra.

Contenidos

Objetivos	1
Introducción	2
Análisis espacial y términos de teledetección	2
Identificación de uso de la tierra.....	3
Cálculo del cambio en el uso de la tierra.....	22
Explicación del cambio en el uso de la tierra	25
Predicción de cambios en el uso de la tierra	33
Referencias y lectura complementaria	35



Introducción

1. En este capítulo se describe la forma de clasificar los usos de la tierra, de calcular y explicar los cambios en el uso de la tierra, brindando mediante ello información esencial para el análisis del costo de oportunidad. El enfoque se basa en la identificación de diferentes sistemas de uso de la tierra comunes dentro de un país. Estos sistemas de uso de la tierra van desde bosques hasta la agricultura, los pastizales y las áreas urbanas.

2. Se presentan una serie de pasos para generar mapas de uso de la tierra y evaluar el cambio en el uso de la tierra. Adicionalmente, en el presente capítulo se explica la forma de adquirir, organizar, y clasificar datos de teledetección y de validar la precisión de los mapas derivados. El enfoque descrito en este módulo se basa en gran medida en el libro de referencia GOF-C-GOLD REDD, en el cual se deberán consultar las pautas en profundidad sobre el uso de la tierra y el mapeo de la cobertura terrestre (GOF-C-GOLD, 2009). El presente capítulo indica a los profesionales fuentes adicionales para obtener información técnica detallada relacionada con el desarrollo de mapas de uso de la tierra. El monitoreo de la deforestación y de las actividades de MRV debería ser coherente con otros estudios que utilicen métodos similares, independientemente de la escala y de las tecnologías de detección utilizadas. Se presentan sintéticamente diversos enfoques de generación de modelos para predecir el cambio en el uso de la tierra.

3. En síntesis, este capítulo presenta una guía para generar las siguientes producciones para el análisis de costo de oportunidad:

1. Marco de uso de la tierra y leyenda relacionada,
2. Mapas de uso de la tierra de diferentes fechas,
3. Análisis de error para evaluar la precisión de los mapas,
4. Matrices de cambio en el uso de la tierra,
5. Factores que motivan la deforestación y transiciones en el uso de la tierra
6. Predicción de los cambios en el uso de la tierra

4. El análisis del uso de la tierra tiene su propio vocabulario. Para obtener las definiciones, sírvase consultar el Glosario en el **Anexo A**

Recuadro 4-1 Análisis espacial y términos de teledetección

Cobertura terrestre	Tabla de atributos
Uso de la tierra	Resolución (Espectral / Espacial)
Sistema de uso de la tierra	Verificación de campo
Sistema de clasificación	Unidad mínima cartográfica
Leyenda de uso de la tierra	Unidad mixta cartográfica
Trayectoria de uso de la tierra	SIG Vectorial / SIG Raster

Identificación de uso de la tierra

5. Si bien la cobertura terrestre y el uso de la tierra están relacionados, no son lo mismo. Dentro de un país, relacionar las coberturas terrestres (por ejemplo, tipos de vegetación) identificadas desde imágenes satelitales, con los usos reales de la tierra en el campo, constituye uno de los mayores problemas del mapeo del uso de la tierra (Cihlar y Jansen, 2001).

6. Se necesitan expertos y especialistas en teledetección con conocimiento de campo de áreas geográficas específicas (por ejemplo, administradores de tierras, científicos y personal gubernamental) para identificar y clasificar los usos de la tierra. El equipo de análisis del costo de oportunidad debería asegurarse de que las categorías sean compatibles con las clases de coberturas terrestres monitoreadas y que sean coherentes con el contenido de carbono y con las actividades económicas.

Cobertura terrestre ≠
Uso de la tierra

7. Para permitir un uso correcto y coherente de la información sobre el uso de la tierra (por ejemplo, carbono, rendimiento neto) para el análisis del costo de oportunidad a nivel nacional, se puede emplear una **estructura jerárquica del uso de la tierra** (Figura 4.1).

Estructura nacional de uso de la tierra para REDD+

8. Un paso inicial para desarrollar una estructura nacional de uso de la tierra es identificar el estado actual del mapeo del uso de la tierra en el país. Debido a que muchos países ya cuentan con una estructura nacional de uso de la tierra, es esencial buscar bibliografía y adquirir los mapas que existen. Si las estructuras existentes no estuviesen disponibles para el proyecto de costo de oportunidad, el equipo del proyecto tendrá que mejorar tales estructuras conforme los requisitos del proyecto. La exposición que sigue sirve como guía para decidir si se utilizará y se adaptará una estructura existente o se desarrollará una nueva.

9. La consideración más importante para el desarrollo de una estructura nacional de clasificación de uso de la tierra que sea viable para un análisis de costo de oportunidad es la compatibilidad de las resoluciones en la información sobre el uso de la tierra, la información económica y sobre el carbono. Un esquema de clasificación que tenga sentido debe explicar la variación de carbono y de la rentabilidad a través del paisaje y del país. La variación es causada por muchos factores, incluyendo:

- 1) Clima agro-ecológico y/o zonas topográficas,
- 2) Suelos, deben considerarse los siguientes:
 1. Humedales, turba, manglar, suelos volcánicos con altas pérdidas potenciales de C,

2. 'suelos pobres' de baja rentabilidad pero con potencialidad de aumento de reservas de C,
- 3) Límites políticos, institucionales y de gestión (zonas agrícolas y forestales, sistemas de tenencia, etc.),
- 4) Condiciones de accesibilidad de la infraestructura de transporte (por ejemplo, caminos pavimentados, caminos de tierra, ríos, etc.),
- 5) Usos anteriores d la tierra que pueden afectar su fertilidad y el contenido de carbono.

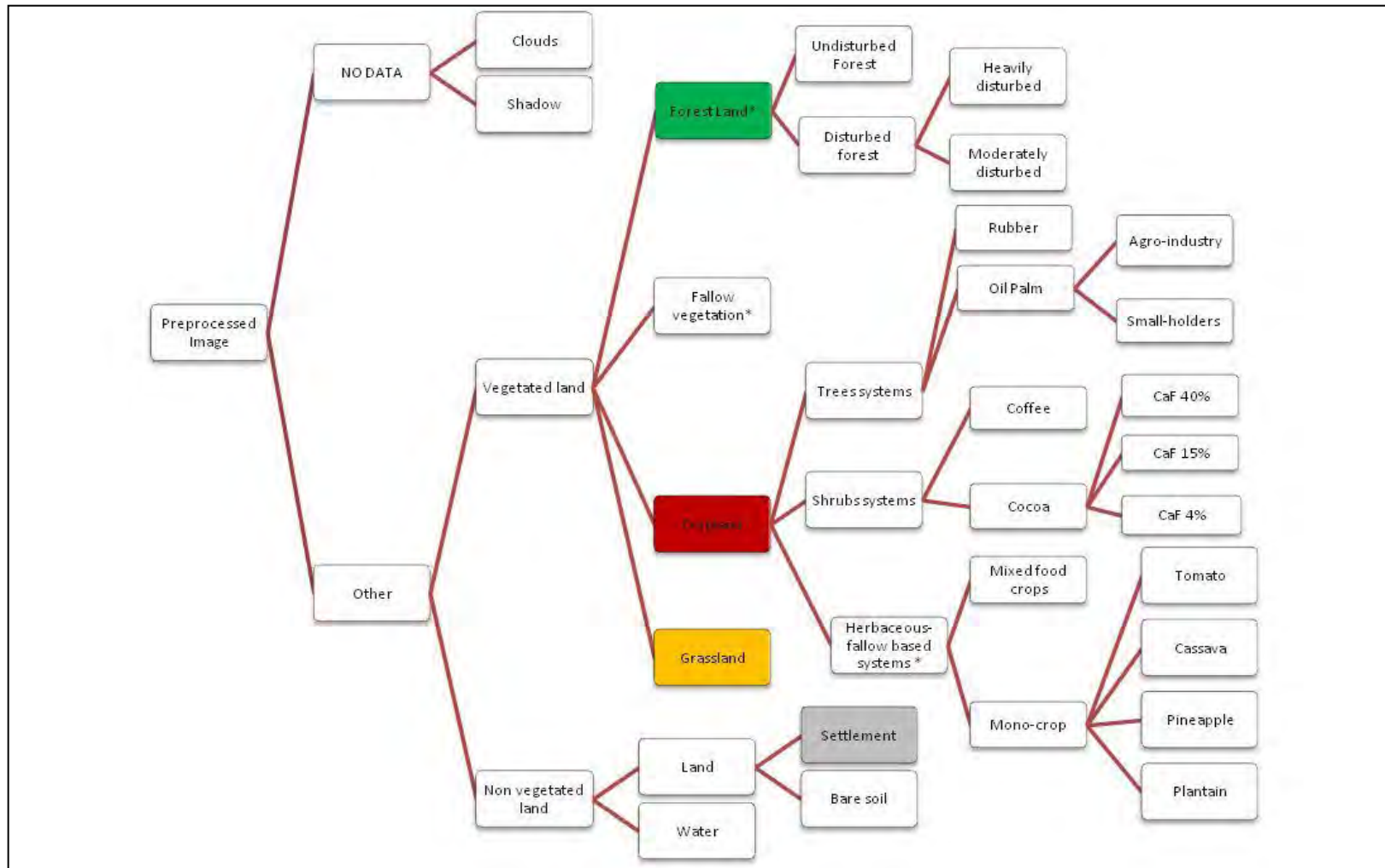


Figura 4-1 Estructura jerárquica del uso de la tierra en la zona de bosque húmedo de Camerún.¹

Fuente: Robiglio, 2010.

¹ Caf: Explotación forestal de cacao con diferentes niveles de cubierta de árboles de sombra. Las clases de bosques se definen sobre la base de los niveles de perturbaciones/degradación. Las clases pueden estar asociadas a diferentes tipos de gestión (Bosque Comunal, Bosque Municipal, Áreas Protegidas) que establezcan diferentes intensidades de tala.

10. ¿Cuántas clases de uso de la tierra? El número seleccionado de categorías de clases depende de: la disponibilidad de datos geográficos y de su análisis, la capacidad para detectar diferencias en la cobertura terrestre en imágenes de teledetección (resolución de imagen), la disponibilidad de carbono y la información sobre rentabilidad de los uso de la tierra, y el rigor deseado del análisis del costo de oportunidad. Tal variedad de factores evidencia la necesidad de un equipo multidisciplinario con una comprensión clara de los análisis de costo de oportunidad en el contexto de los programas de REDD+.

11. Si una clase de uso de la tierra no representa en forma precisa un uso de la tierra en términos de reserva de carbono o de rendimientos netos, se necesitará dividir tales usos en subclases. Las propiedades o los uso de la tierra pueden diferir dentro de la misma cobertura terrestre. Es posible que surjan diferentes niveles de rendimientos netos dentro de una clase sobre la base de su accesibilidad y su ubicación. La rentabilidad de la misma cosecha puede variar según se produzca cerca o lejos del mercado.

12. Por otra parte, es posible que sea necesario combinar clases (acumulación). Uno de los motivos es técnico. Puede que la unidad mínima de mapeo (UMM) de imágenes no sea lo suficientemente pequeña para diferenciar clases; con lo cual en ese caso se requiere una unidad mixta cartográfica. Otro motivo es la simplificación de la estructura de uso de la tierra. Un número menor de clases requiere menos gestión y análisis de datos. Además, mediante la creación de numerosas subclases a partir de una resolución inadecuada de imágenes, o de información sobre carbono o ganancias inadecuadas, puede que se genere una falsa sensación de precisión.

13. Es importante destacar que no es necesario que el nivel de detalle en un esquema de uso de la tierra sea el mismo en todo el país. Se puede utilizar un nivel mayor de detalle en unidades de superficie de particular interés, o para aprovechar mejores datos disponibles en algunas unidades de superficies. Adicionalmente, no se requiere que el nivel de detalle sea estático. A medida que se pueda acceder a información adicional, las categorías de uso de la tierra podrán dividirse en subcategorías. O bien, se pueden unir categorías previamente separadas si se concluyese que existen menos diferencias que las previstas. En este aspecto, como en muchos otros de la estimación de costos de oportunidad de REDD+, es útil considerar el trabajo más como un proceso iterativo que como una tarea única. En síntesis, las decisiones sobre la división o la acumulación de clases estará guiada por el nivel de detalle espacial en el proceso de mapeo y la disponibilidad de información complementaria sobre datos biofísicos y socio-económicos/de infraestructura o de gestión.

El esquema 4.1 muestra una clasificación de cobertura terrestre y de uso de la tierra con tres niveles de jerarquía. Este sistema de clasificación mixta fue parte de una iniciativa internacional para mapear la deforestación en los trópicos (Puig, et al., 2000; Achard, et al., 2002). El primer nivel contiene clases amplias de coberturas terrestres como bosques, agricultura y coberturas mixtas. El segundo nivel incluye tipos de coberturas terrestres más

detallados. El tercer nivel incluso es más específico, e incluye algunos tipos de suelo que son específicos de ciertas regiones subnacionales. Un cuarto nivel (no descrito) se refiere únicamente al bosque, y emplea el porcentaje de cubierta de copas como criterio de distinción. En este ejemplo, las diferencias en la cubierta de copas (cobertura terrestre) – podría usarse para detectar niveles de tala selectiva (uso de la tierra). Una vez que se ha definido la estructura, el equipo del proyecto puede enfocarse en la logística del análisis de teledetección y en la confección de mapas de cobertura terrestre y de uso de la tierra. Durante etapas posteriores del proceso de análisis, es posible que los analistas requieran efectuar una revisión más profunda de la leyenda.

Tabla 4-1 Leyenda de un sistema de clasificación jerárquica de coberturas terrestres

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		
1	Bosque	<i>> 10% cubierta de copas y > 40 % cubierta forestal *</i>				
Bosque	1	Bosque Perennifolio y Semiperennifolio	0 1 2 3	Desconocido Perennifolio - Bosque bajo Perennifolio - Bosque montano Bosque subperennifolio	4 5 9	Brezal / Caatingas Coníferas 6. Bosque de bambú Otros
	2	Bosque Caducifolio	0 1 2	Desconocido 'Bosque denso-seco' (África) Miombo' (África)	3 4 9	Caducifolio mixto (seco) (Asia) Dipterocarpacea seca (Asia) Otros
	3	Bosque Inundado	0 1 2	Desconocido Inundado periódicamente – Várzea Bosque pantanoso (perm. inundado)	3 4 9	Bosque pantanoso con palmeras Aguaj. Bosque de pantanos de turba Otros
	4	Bosque ripario	0			
	5	Plantación	0 1 2	Desconocido Teca Pino	3 9	Eucalipto Otro
	6	Rebrote de bosque	0			
	7	Manglar	0			
9	Otro	0				
2	Mosaico	<i>>10% - 40 % cubierta forestal (y > 10% cubierta de copas)</i>				
Mosaico	1	Rotación de cultivos	0 1 2	Indefinido ≤ 1/3 cosecha > 1/3 cosecha		
	2	Tierras Agrícolas y Bosque				
	3	Otra Vegetación y Bosque				
	9	Otro				
3	Vegetación Natural No Forestal	<i>≤ 10% cubierta forestal o < 10% cubierta de copas</i>				
Vegetación Natural No Forestal	1	Madera y matorral	0 1 2 3 4	Desconocido Savana arbolada – Cerrado] Savana arbórea Savana arbustiva Bambú (rodales puros)	5 6 7 9	Savana pantanosa Tipo húmedo (perennifolia) (Asia) Tipo seco (savana) (Asia) Otro
	2	Pastizal	0 1 2 9	Desconocido Pastizal seco Pastizal pantanoso –várzea Otro		
	3	Rebrote de vegetación				
	9	Otro				
4	Agricultura	<i>≤ 10% cubierta forestal ≤ 10% cubierta de copas</i>				
Agri- cultura	1	Cultivable	0	Desconocido, 1 Irrigado, 2 De temporal		
	2	Plantaciones	0 1 2	Desconocido Caucho Palma aceitera	3 9	Café, Cacao, Coca Otros
	3	Ganadería				
	4	Pequeños productores				
	9	Otros				

5	Sin vegetación		
Sin vegetación	1	Urbano	
	2	Caminos	
	3	Infraestructura	1 Minería, 2 Hidroeléctrica, 9 otros
	4	Suelo descubierto	
	9	Otro	
6	Agua		
Agua	1	Río	
	2	Lago	1 Natural, 2 Artificial
7	Mar		
8	No visible		
No visible	1	Nubes	
	2	Sombra	
9	Sin datos		

Fuente: Puig et al., 2000

14. La leyenda de uso de la tierra es la clave de mapeo que expresa cada clase con un color o trama diferente en el mapa. En este manual, las clases y subclases en una leyenda de cobertura terrestre se corresponden con los uso de la tierra. Consecuentemente, al final del proceso de clasificación, la estructura jerárquica de uso de la tierra abarca desde las clases globales generales de cobertura terrestre hasta las clases locales de uso de la tierra. La leyenda del uso de la tierra constituye la base para identificar las coberturas terrestres y para el mapeo de los uso de la tierra.

15. La leyenda del uso de la tierra debe coincidir con la leyenda de cobertura terrestre que mejor cumpla con las mejores prácticas de mapeo, y con los criterios adicionales de compatibilidad con una iniciativa de REDD (Cihlar y Jansen, 2001; GOF-C-GOLD, 2005; Herold et al., 2006; IPCC, 2006; Herold y Johns, 2007). Uno de los mejores recursos para el desarrollo de la leyenda es el Sistema de Clasificación de Cobertura Terrestre² (SCCT; Di Gregorio, 2005). El SCCT incluye una descripción exhaustiva de los conceptos y las directivas de clasificación para que los tipos de cobertura terrestre se ajusten a las normas internacionales.

Pasos para identificar los uso de la tierra

- *Consultar la bibliografía.* Cihlar y Jansen (2001) brindan un panorama general sobre cómo corresponder las coberturas terrestres con los uso de la tierra. Los casos de estudio del Líbano y de Kenia son ejemplos prácticos (Jansen y Di Gregorio, 2003; Jansen y Di Gregorio, 2004)
- *Verificar la disponibilidad de mapas:* La revisión de los análisis previos del uso de la tierra es una tarea inicial importante. Es posible que los mapas disponibles de cobertura terrestre y de uso de la tierra sólo necesiten modificaciones menores para su uso en un análisis de costo de oportunidad. Por ejemplo, los mapas existentes de cobertura terrestre y de uso de la tierra

² El manual y el software de SCCT puede adquirirse en el sitio de Internet de la Red Global de Cobertura Terrestre (<http://www.glcnet.org/>).

pueden ser aptos para desarrollar una leyenda del uso de la tierra para los análisis de costo de oportunidad de menor rigor (Niveles 1, 2).

- *Desarrollar reglas de decisión para convertir las clases de cobertura terrestre a uso de la tierra.* Las reglas se basarán mayormente en conocimientos de expertos locales. Por ejemplo, las parcelas pequeñas de bosques y las áreas despejadas (cobertura terrestre) que se muestran en los datos de teledetección indican rotación de cultivos (uso de la tierra). Estas reglas de decisiones deberían incorporarse en un cuadro como referencia.
- *Recolectar información sobre uso de la tierra durante las actividades de trabajo de campo.* Una presunción del análisis es que todas las clases de cobertura terrestre pueden combinarse con todos los uso de la tierra. El trabajo de campo debería confirmar y validar las reglas de correspondencia entre la cobertura terrestre y los uso de la tierra.
- *Confirmar los datos sobre cobertura terrestre y uso de la tierra.* Las actividades de monitoreo, reporte y verificación (MRV) constituyen una oportunidad para confirmar la correspondencia entre la cobertura terrestre y el uso de la tierra.
- *Considerar la resolución de las imágenes cuando se desarrolle la leyenda del uso de la tierra:* Es posible que uso de la tierra diferentes se vean iguales en una imagen satelital (por ejemplo, agricultura intensiva o extensiva o el grado de degradación forestal). Las unidades cartográficas combinadas se utilizan cuando los elementos que componen una unidad cartográfica son demasiado pequeños como para ser delineados en forma independiente.

Recuadro 4-1 Administración de datos y análisis

El análisis del cambio en los uso de la tierra requiere una administración cuidadosa de los datos. Los principios de administración de datos de un análisis de costo de oportunidad son similares a aquellos para las actividades de REDD, tales como monitoreo, reporte y verificación (MRV) de los datos de reserva de carbono. El desarrollo de un sistema de administración de datos y análisis descrito anteriormente requiere una inversión sustancial. Los costos dependerán del tamaño del país, la especialización existente, los recursos y otros factores. Por ejemplo, para diseñar un sistema de MRV a nivel nacional– lo que se encuentra fuera del ámbito normal de un análisis de costo de oportunidad – Herold y Johns (2007) calcularon un costo entre varios cientos de miles de dólares y U\$2 millones. Debido a estos altos costos, el equipo nacional que realice un análisis de costo de oportunidad tendrá incentivo para colaborar con el trabajo y la especialización existentes, y para trabajar a partir de ellos. Si su país cuenta con un sistema de MRV, puede que toda o la mayor parte de la información necesaria para el análisis esté disponible.

Los países que no cuentan con sistemas de MRV necesitarán identificar a expertos que cuenten con recursos para poder realizar el análisis de modificación de uso de la tierra y desarrollar un sistema sólido de información para analizar los costos de oportunidad. Si Usted tuviese que desarrollar un sistema de información para la evaluación del cambio en el uso de la tierra de un análisis de costo de oportunidad desde cero, se necesitarán cinco

elementos: recursos humanos, datos y documentación, métodos analíticos, hardware y software.

- 1) **Recursos humanos** Se necesitarán expertos en teledetección y en la ciencia y la tecnología de sistemas de información geográfica (SIG). Los expertos en teledetección deberían tener experiencia previa en en la producción de mapas de uso de la tierra y de cobertura terrestre. Los expertos deberían conocer cómo procesar preliminarmente los datos para su posterior clasificación y análisis, incluyendo el conocimiento de coordenadas y la inscripción de datos. Los especialistas idealmente deberían tener experiencia en la interpretación visual de imágenes, en el procesamiento de imágenes digitales, en la clasificación supervisada y no supervisada y en la segmentación de imágenes. Los expertos deberían saber cómo realizar trabajo de campo con sistemas de posicionamiento global y fotografía digital. El personal normalmente deberá tener una maestría o experiencia equivalente en campos que utilizan la teledetección y los métodos SIG.
- 2) **Datos y documentación:** Deberá prepararse un inventario de los datos necesarios, para determinar la viabilidad de adquirir imágenes, y si se necesitará efectuar gastos adicionales. Si todavía no se ha establecido una actividad nacional de la actividad de MIV o si ningún dato de teledetección ni ninguna información sobre cobertura terrestre estuviese disponible, deberán considerarse los costos (tiempo y dinero) que conlleve adquirir los datos y el análisis de los mismos. La documentación de datos, métodos y resultados de cualquier análisis de costo de oportunidad es de alta prioridad. Se necesita el contexto y la descripción de los datos (o metadatos), especialmente considerando que el análisis requiere la participación y la contribución de muchos tipos de especialización científica y los participantes pueden cambiar con el tiempo. La documentación permite repetir el análisis y cumplir con estándares de calidad de revisión por pares. El IPCC (2006) u otras normas internacionales pueden servir como directivas. A los fines de la teledetección y los datos espaciales, una iniciativa nacional debería producir metadatos que cumplan con los estándares de la **Organización Internacional de Normalización** (ISO, por sus siglas en inglés) o del **Comité Federal de Datos Geográficos de los Estados Unidos (CFDG)**. Junto a cualquier esfuerzo nacional para desarrollar una infraestructura nacional de datos espaciales (INDE), debería alinearse un análisis de costo de oportunidad o una iniciativa de REDD. Puede obtenerse más información sobre metadatos geoespaciales a través de la **Infraestructura Global de Datos Espaciales (IGDE)**.
- 3) **Métodos analíticos:** La complejidad y el nivel pretendido de análisis determinarán los métodos analíticos a emplearse. Cualquier país puede obtener provecho de un SIG extensivo y de la bibliografía sobre teledetección.
- 4) **Hardware:** la capacidad requerida del hardware del ordenador también dependerá del rigor del análisis. Los ordenadores personales con discos duros grandes y memoria suficiente (es decir, RAM) normalmente serán suficientes.

5) Las opciones de **software** para el análisis del uso de la tierra pueden ser fuentes abiertas disponibles libremente o patentadas, incluyendo: Google Earth, GRASS (<http://grass.itc.it/>), SPRING (Camara, et al. 1996), ILWIS (<http://www.ilwis.org/>), IDRISI de bajo costo (Eastman, 2009), ArcGIS del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (IISA) y otros paquetes de software. Debe tenerse en consideración la capacidad del software para identificar características apropiadas. Por ejemplo, los algoritmos de interpretación de imágenes ¿funcionan bien en contextos tropicales?

Creación de mapas de uso de la tierra

16. Este apartado presenta un panorama general de las técnicas de teledetección (TD) y de los desafíos relacionados en el desarrollo de mapas de uso de la tierra para el análisis del costo de oportunidad. En la Orientación de Buena Práctica del IPCC y en el Libro de Consulta de GOFC-GOLD REDD (IPCC, 2006; GOFC-GOLD, 2009) puede encontrarse un uso extensivo de las herramientas para el cálculo, la contabilización y el informe sobre la cobertura terrestre y las reservas de carbono.

Datos de teledetección

17. La información de teledetección proviene de diferentes fuentes, cada una de ellas con resolución, frecuencia (es decir, ciclo de órbita) y costo únicos (Tabla 4.2). Para adquirir datos de teledetección, resultan de utilidad dos sitios de Internet: el sitio de Internet GLOVIS de Investigación Geológica de los Estados Unidos (<http://glovis.usgs.gov/>) y el Instituto de Cobertura Terrestre de la Universidad de Maryland (<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>). Se aconseja a los especialistas en teledetección consultar el Libro de Consulta GOFC-GOLD (2009) para obtener una exposición completa de las consideraciones relacionadas con la selección de imágenes de teledetección.

Tabla 4-2 Características de las imágenes satelitales

Satélite	Sensor	Resolución (Espacial)	Ciclo de órbita	Costo de imagen
TERRA	MODIS	250 m	2 días	Bajo
		500 m		
		1000m		
LANDSAT 7	ETM+	15 m (185 km)	16 días	Intermedio
		30 m (185 km)		
DMC II		32 m (80x80 km)	1 día	Intermedio
SPOT 1-3	XS	20 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	PAN	10 m (60x60 km)		
SPOT 4	XS	20 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	PAN	10 m (60x60 km)		
	VGT	1 (2000 km)		
SPOT 5	HRS	10 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	HRG	5 m (60x60 km)		
TERRA	ASTER	15 m		Intermedio
		30 m		
IRS-C	Pan	5.8 m (70 km)	24 días	Intermedio
	LISS-III	23 m (142 km)		
IKONOS	PAN	1 m (min10 x 10 km)	3 días	Ato
	MS	4 m (min10 x 10 km)		
QUICKBIRD		2.5 m (22x22 km)	3 días	Alto
		61 cm (22x22 km)		
ALOS	PRISM	2.5 m (70 km)	46 días	High
	AVNIR2	10 m (70 km)		
	PALSAR	10 m (70km)		

Fuente: Adaptado de GOF-C-GOLD, 2010.

18. Una opción de datos satelitales son las imágenes de alta resolución tales como IKONOS y Quickbird. No obstante, tales datos de teledetección se vuelven más costosos con unidades mínimas de mapeo (UMM) menores y requieren una potencia informática importante para poder administrar grandes cantidades de píxeles pequeños. Adicionalmente, la cobertura geográfica de imágenes de alta resolución es limitada, especialmente en muchas áreas de los trópicos.

19. En cambio, las imágenes de baja resolución (UMM grandes) se encuentran ampliamente disponibles a un bajo costo. Por ejemplo, las imágenes MODIS tienen una resolución espacial

de 250m y pueden descargarse libremente desde Internet. Sin embargo, la baja resolución dificulta la distinción de clases. Este problema se agrava en los trópicos húmedos, donde los paisajes a menudo contienen parcelas agrícolas pequeñas. (Fotografía 4.2).



Figura 4-2 Un paisaje agrario espacialmente heterogéneo en Camerún.

Fuente: Robiglio, 2009.

20. Las imágenes de resolución mediana como Landsat y Aster representan una proporción atractiva entre resolución y costo (Figura 4.3). Una ventaja importante de Landsat es la disponibilidad de imágenes más antiguas para establecer una línea de base para determinar los índices de deforestación de mediano plazo. No obstante, Landsat 7 tiene un error en el sensor que limita seriamente el uso de imágenes desde 2003. Por ello, el analista debería considerar sensores alternativos para superar los vacíos en imágenes recientes.

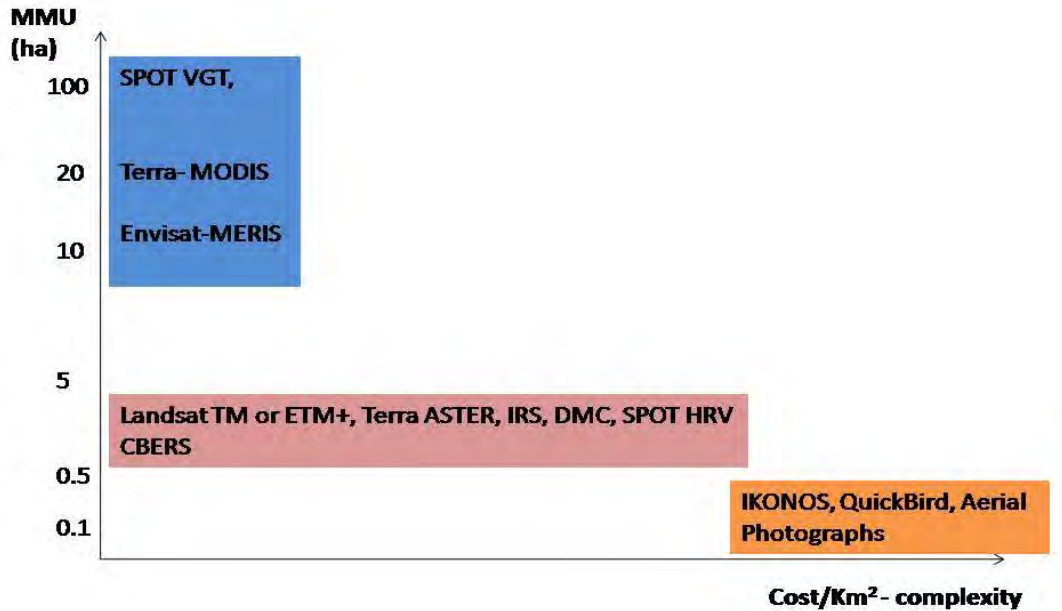


Figura 4-3 Imágenes de teledetección: costo y complejidad versus resolución (UMM)

Fuente: Autores

21. Las opciones de datos de teledetección descritas anteriormente constituyen alternativas estándar. Sin embargo, es posible que los cálculos de uso de la tierra y de reservas de carbono puedan aprovechar los nuevos métodos y enfoques de monitoreo y medición de la deforestación, la degradación de los bosques y los cambios en el uso de la tierra (ver explicación sobre LIDAR en el Recuadro 4.4, más adelante). Los analistas pueden considerar estos nuevos enfoques, a medida que se aprueben y se acepten.

Recuadro 4-2 Cálculo de reservas de carbono a partir de mapas de biomasa versus mapas de uso de la tierra

Las imágenes de teledetección pueden ser útiles para calcular el carbono en la biomasa y para comprender la distribución geográfica del carbono en un paisaje (Baccini, 2004; Foody, et al. 2003, Goetz et al. 2009). Por ejemplo, Saatchi et al. (2007) calcularon un total de carbono de 86 Pg C de su cálculo de teledetección de la biomasa aérea viva en el Amazonas. Los niveles de biomasa variaron durante la estación seca y en todo el paisaje.

Los cálculos de biomasa son menos relevantes para calcular el costo de oportunidad de la deforestación evitada. Las estimaciones de los costos de oportunidad requieren información sobre el uso de la tierra con contenido de C asociado (ver Capítulo 5) y medidas de rentabilidad. Los valores actuales netos de las actividades económicas sólo pueden ser calculados a partir del uso de la tierra.

Análisis de imagen

22. El reconocimiento remoto requiere un procesamiento previo de las imágenes satelitales. Tal trabajo con frecuencia incluye georreferenciación de imágenes y corrección radiométrica

para explicar las distorsiones atmosféricas. No obstante, muchos proveedores de teledetección entregan imágenes satelitales que ya han sido previamente procesadas. Los métodos estándares para realizar el procesamiento previo se encuentran disponibles en la bibliografía sobre teledetección (ver, a modo de ejemplo, Jensen, 1995; Lillesand y Kiefer, 2000).

23. En general, para interpretar las imágenes de teledetección se encuentran disponibles tres métodos: (1) interpretación visual, (2) procesamiento digital de imágenes basado en píxeles, y (3) segmentación de imagen. Al día hoy no existe consenso en la bibliografía de REDD respecto del mejor método. La selección del método de interpretación puede depender de las capacidades nacionales en recursos humanos, de los costos relativos de los diferentes métodos y de las características y el tamaño de la unidad de superficie.

1. *Interpretación visual.* Los analistas trazan polígonos alrededor de las diferencias visibles en las imágenes satelitales en la pantalla de sus ordenadores (Puig et al., 2002). Los polígonos se relacionan con una clase de leyenda de la cobertura terrestre. Una ventaja de este método es la posibilidad de actualizar las imágenes recientes utilizando el mapa base desde una fecha inicial. Una desventaja lo constituye el hecho de que este método es más subjetivo que otros, y depende del criterio del analista. Adicionalmente, para países grandes la interpretación visual puede no ser práctica y requerir demasiado tiempo.

2. *Procesamiento digital de imágenes a nivel de píxeles.* Los algoritmos informáticos se utilizan para realizar clasificaciones no supervisadas y supervisadas. En el pasado, la mayor parte del procesamiento de imágenes digitales se realizó a nivel de píxeles (Jensen, 1995). Cada píxel es considerado una unidad de suelo y se agrega a grupos de píxeles similares. El agrupamiento puede basarse únicamente en el número digital del píxel; dicho método ha sido denominado “clasificación no supervisada”. Sin embargo, con la clasificación supervisada, un analista asigna píxeles que representan una cobertura terrestre, a una clase en la leyenda. Este segundo método depende del conocimiento que tenga el analista de la unidad de superficie de estudio. En comparación con la interpretación visual, el procesamiento de imágenes digitales es más objetivo, porque depende de algoritmos informáticos para asignar píxeles a clases de suelo.

3. *Segmentación de imágenes.* El software reciente de teledetección incluye métodos de segmentación de imágenes para clasificar la cobertura terrestre y el uso de la tierra (Camara, 1996; Eastman, 2009). Un algoritmo reúne grupos de píxeles sobre la base de sus respuestas espectrales y a un conjunto de reglas establecidas por el analista. Una ventaja de este enfoque es el costo relativamente bajo en áreas extensas. No obstante, la vinculación cuidadosa de la cobertura terrestre con la información de verificación de campo sobre el uso de la tierra es necesaria a fin de evitar errores a gran escala.

24. Luego de seleccionar un método de interpretación de imágenes, puede realizarse un análisis y se pueden producir mapas digitales. El paso siguiente será la validación de los resultados. Los analistas deberán revisar y mejorar los procesos y los resultados de interpretación de imágenes, según el resultado del análisis de verificación y validación. En términos generales, para los usos de tierras tropicales, se requiere un alto nivel de opinión de expertos y de conocimiento del terreno.

Recuadro 4-3 El desafío de identificar la degradación forestal

La degradación forestal es una reducción de la densidad de los árboles, medida por la cobertura o la población de copas, dentro del bosque (Schoene, et al., 2007). Los bosques se degradan por causas humanas o naturales. La magnitud/intensidad de la degradación monitoreada depende de la definición de *bosque*. Por ejemplo, si un país identifica como *bosque* a una superficie mínima de 0,5 ha, una pérdida de bosque menor a 0,5 será informada como degradación. Las pérdidas mayores a 0,5 ha se considerarían deforestación. Se puede aplicar una lógica similar a otros límites de definición de *bosque* para la cubierta de copas y la altura. Sírvese referirse a Sasaki y Putz (2009), van Noordwijk y Minang (2009) y Guariguata et al. (2009) para obtener una explicación de la importancia de las definiciones.

La degradación puede ser difícil de identificar en imágenes satelitales. Las parcelas de inventario de bosques pueden producir cálculos de biomasa y de carbono precisos; no obstante los resultados son específicos del lugar (ver Harris, et al. 2010) En la leyenda del uso de la tierra expuesta anteriormente en este capítulo, la degradación forestal se explica mediante la identificación de los diferentes niveles de cubierta de copas. Pueden utilizarse datos espaciales relacionados para identificar áreas donde pueda estar ocurriendo la degradación (es decir, en concesiones de explotación forestal). La densidad de los bosques y la cobertura de los árboles puede calcularse utilizando la opinión de expertos, LIDAR (Detección y Alcance de la Luz, LIDAR por sus siglas en inglés) o imágenes aéreas multiespectrales en tres dimensiones.

La identificación de la degradación forestal es un tema importante en la investigación de teledetección. Asner (2009) ha desarrollado un método para combinar enfoques tradicionales de mapeo satelital con un enfoque aéreo activo de tecnología de láser denominado LIDAR. LIDAR produce información sobre la altura de los árboles, el diámetro de la copa y la estructura del bosque, siendo especialmente útil para determinar si un bosque ha sido talado en forma selectiva. Más recientemente, se utilizó LIDAR combinado con las imágenes de MODIS para elaborar un mapa de la altura de las copas de los árboles en todo el mundo (Lefsky, 2010).

M3DADI utiliza (1) técnicas basadas en el GPS para identificar los mosaicos de las copas de los árboles, y (2) equipos de cámaras disponibles en el mercado montados en una aeronave Cessna para generar fotomapas tramados. A partir de la videografía aérea se desarrolla una reconstrucción 3D que identifica las características del terreno y los tipos de vegetación y que mide la altura y la masa de los árboles individualmente. Luego, las mediciones se calibran con los datos del inventario de carbono y las ecuaciones de regresión para calcular el carbono a distancia (Stanley, et al. 2006).

La demanda de tiempo para el enfoque de muestreo de campo fue de alrededor de 2,5 a 3,5 veces mayor que para el enfoque M3DADI, para lograr el mismo nivel de precisión. Si bien M3DADI tiene costos fijos elevados, los costos de parcelas adicionales es bajo (Brown y Pearson, 2006). Otra ventaja de los enfoques de reconocimiento a distancia consiste en que los datos proveen un registro permanente de lo que se encontró en un sitio determinado en cualquier momento en particular. Las imágenes pueden volver a revisarse y verificarse, o pueden aplicarse nuevas técnicas de verificación a los datos históricos para mejorar los cálculos históricos (Stanley, et al. 2006). Estos nuevos métodos, así como otros, prometen mejorar nuestra capacidad de identificar la degradación de los bosques en forma efectiva en materia de costos.

Verificación de la precisión

25. Los cálculos de los uso de la tierra, ¿son precisos? La validación de la cobertura terrestre de la clasificación de los uso de la tierra es una práctica estándar que debe incluirse en el análisis del costo de oportunidad. La verificación de la precisión y la validación de los uso de la tierra son importantes para garantizar la credibilidad de los cálculos del cambio en el uso de la tierra. En este apartado se explica (1) las fuentes de error e incertidumbre, y (2) el proceso de validación.

Fuentes de error e incertidumbre

26. Un análisis debería identificar las fuentes de error y su magnitud. Con esta información el equipo de análisis puede revisar el trabajo con el fin de reducir estos problemas.

27. La utilización de imágenes múltiples – en toda la unidad de superficie de estudio o para fechas diferentes – requiere un proceso de clasificación por separado para cada escena individual. Estas diferencias en las imágenes y en el procesamiento pueden conducir a incoherencias en la calidad de la clasificación para la unidad de superficie de estudio. Por ejemplo, podría surgir un problema relacionado con la coordinación de las imágenes. Las interpretaciones pueden reflejar errores debido al vigor cambiante de la vegetación, si se capturan diferentes escenas de imágenes cercanas en momentos diversos del año. Si una escena fue capturada en la estación seca y otra en la estación húmeda, la clasificación puede reflejar diferencias estacionales en la vegetación, y no la cobertura terrestre y el uso de la tierra a más largo plazo.

28. Otro problema típico del mapeo del uso de la tierra en los trópicos es la nubosidad. El analista deberá tomar imágenes adicionales para las áreas cubiertas por nubes. De lo contrario, las áreas con nubosidad deben excluirse del análisis. Un desarrollo tecnológico adicional para el uso de las imágenes por Radar y LIDAR podría ser de ayuda para superar el problema de la nubosidad.

29. La nubosidad es un problema persistente, en particular en los países costeros de África Central. Se espera que la accesibilidad mejorada a imágenes SPOT (Mercier, 2010) y el

establecimiento de una Estación Receptora de Observación de la Tierra para la región de África Central en Gabon (Fotsing, et al. 2010) faciliten el mapeo de TD y el monitoreo concordante de los cambios en la cubierta forestal en el área.

30. La adquisición de imágenes con resolución espacial apropiada también constituye un problema potencial. Las dificultades surgen en la interpretación de la agricultura de pequeños productores agrícolas y de los bosques degradados. Una tarea esencial es asegurarse de que la resolución de las imágenes de teledetección puedan captar la cobertura terrestre y los usos de la tierra relacionados que sean relevantes para el análisis. El uso por parte de expertos de la definición y la composición de *unidades de mapeo mixtas* para mosaicos de uso de la tierra, puede ayudar a superar problemas de resolución espacial inapropiada.

Proceso de validación

31. Los métodos de validación pueden encontrarse en los libros de textos y en la bibliografía sobre teledetección y deben consultarse en profundidad (Jensen, 1995; Lillesand y Keifer, 2000; Congalton, 1991; Foody, 2001; Congalton y Green, 2009). Este apartado describe brevemente el proceso general para realizar un ejercicio de validación para mapas de cobertura terrestre y de uso de la tierra.

32. La validación requiere información sobre la “condición real” del uso de la tierra en todo el área de estudio. La información puede provenir de dos fuentes: 1) *verificación de campo*, o 2) datos de referencia.

1. La *verificación de campo* es un término de teledetección para la verificación en el terreno. Para adquirir dicha información, se realiza un estudio de campo a fin de recolectar las características de la tierra en puntos de muestreo utilizando un esquema de muestreo integral. Una forma de desarrollar puntos de muestreo es la utilización de generadores de puntos aleatorios dentro de un SIG para asignar sitios a verificar. Los puntos deberían tener la mayor cobertura posible de la variación en las imágenes de TD. No obstante, no existe ninguna regla establecida sobre la cantidad de puntos de datos que se necesitan para la validación. Sin embargo, una regla general indica que se requieren de 30 a 50 puntos para cada clase de cobertura terrestre / uso de la tierra.

Las tecnologías y las herramientas clave necesarias para la validación de campo son las hojas de cálculo, las bases de datos, los sistemas de posicionamiento global (GPS), y las cámaras digitales. Un documento de *protocolo de verificación de campo* disponible incluye un formulario de investigación por muestreo para registrar la información.³ El equipo de campo registra los datos en un formulario estandarizado. Es posible que con

³ La Plataforma para la Biodiversidad CIFOR-ICRAF ha elaborado un documento con el título "Protocolo de Verificación de Campo", disponible en http://gisweb.ciat.cgiar.org/GoogleDocs/FPP Mapper/groundtruth_protocol.pdf.

la *verificación de campo*, la capacidad del equipo de investigación para acceder a todas las partes de una unidad de superficie de estudio se vea limitada. Muchas áreas carecen de caminos o presentan terreno dificultoso, haciendo difícil adquirir una muestra representativa de los usos de la tierra y de la cobertura terrestre. Por ello, los esquemas de muestreo deben ser oportunistas en alguna medida, tomando la mayor cantidad de puntos en sitios donde el acceso sea de bajo costo y práctico. (Ver Recuadro 4.5 para obtener otros enfoques de ahorro de costos.)

2. Los datos de referencia son las imágenes o los mapas con un alto nivel de validez. Los datos de referencia más comunes son las imágenes de muy alta definición (IMAD), que pueden tener resoluciones espaciales de 1 m, un nivel de detalle que permita la validación contra la clasificación de la cobertura terrestre y de los usos de la tierra. Las fuentes comunes de IMAD incluyen Quickbird e IKONOS. Para algunas unidades de superficie, los mapas mundiales virtuales como Google Earth y Microsoft Virtual Earth con frecuencia incluyen IMAD, dispuestas en sus bandas ópticas. Las limitaciones a su uso incluyen la imposibilidad de la banda óptica para discernir diferencias en algunos usos de la tierra, y una adecuación de fechas de imágenes para efectuar comparaciones.

Recuadro 4-4 Optimización de actividades en el terreno

El trabajo de campo en el área de estudio puede cumplir muchos objetivos simultáneamente. Por ejemplo, mientras que los investigadores efectúan mediciones de biomasa a nivel de las parcelas, pueden tomarse fotografías digitales y puntos del sistema de posicionamiento global (GPS) con notas sobre las condiciones de la tierra.

Antes de interpretar las imágenes, se necesita trabajo de campo para identificar las unidades homogéneas de tierra a los fines de su clasificación. Durante el trabajo de campo, el equipo de análisis puede recolectar información sobre el terreno, la cual puede ser utilizada para entrenamiento y validación. A fin de evitar cualquier confusión, deben crearse dos conjuntos de datos – uno con puntos de entrenamiento y el otro con puntos para validación.

La información de verificación de campo debería ser administrada en un sistema de gestión de datos. Por ejemplo, el esquema que se expone más adelante muestra una interfase de Google Earth a fotografías, puntos de GPS y notas de campo almacenados en una hoja de cálculo en línea. El área de estudio fue visitada en una campaña de *verificación de campo* en el Amazonas peruano central. Para relacionar fotografías con sitios, se vincularon las marcas de fecha y hora de las fotografías digitales con aquéllas del punto de GPS.



Fotografía ejemplificativa de un punto de verificación de campo con un paisaje

33. Luego de determinar una cobertura terrestre o un uso de la tierra “real” para los puntos de muestras, puede comenzar la comparación con el mapa clasificado. Los datos de validación registrados se digitalizan en un mapa con su tabla de atributos adjunta. Luego el mapa de validación de muestras se superpone sobre el mapa de uso de la tierra. Esta superposición *point-in-polygon* produce una tabla en la cual una columna muestra la información de validación del uso de la tierra desde la investigación de campo o la IMAD. Otra columna muestra el uso de la tierra desde la clasificación. Estas dos columnas de datos luego se utilizan para crear una matriz de error (Tabla 4.3). Este ejemplo compara un mapa clasificado con IMAD en Google Earth. El valor en cada celda es la cantidad de puntos de validación para cada combinación de uso de la tierra designado de acuerdo con el mapa clasificado y con la IMAD.

Tabla 4-3 Una matriz de error

Clases de Cobertura Terrestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Google	Usuarios
1	40					3				43	93,0
2		31				2				33	93,9
3			29		1	3				33	87,9
4				28		4	1		1	34	82,4
5					24	2				26	92,3
6	1	4	1	4	1	36	3	3	3	56	64,3
7				3			30			41	73,2
8	1						4	26		31	83,9
9			1	2			3		21	27	77,8
Landsat	42	35	31	37	26	50	41	37	25	324	
Productores	95,2	88,6	93,5	75,7	92,3	72,0	73,2	70,3	84,0		

Referencias de las CCT: 1-Bosque, 95% copas; 2-Bosque, 80% copas; 3-Bosque, 65% copas; 4-Bosque, 50% copas; 5-palma aceitera; 6-rotación de cultivos; 7-barbecho de ciclo corto; 8-grandes haciendas ganaderas; 9- sin vegetación.

Fuente: White y Hyman, 2009.

34. La matriz de error muestra el número total de puntos clasificados correctamente, así como los que fueron clasificados en forma errónea. El analista completa la tabla de la matriz de error utilizando los resultados de la superposición *point-in-polygon*. El eje vertical de la tabla representa la clasificación de mapas basada en las imágenes de Landsat y el eje horizontal representa las imágenes IMAD. La denominación “Usuarios” (columna en el extremo derecho en la tabla) refiere la cantidad correctamente asignada de píxeles dividida por el número total de píxeles asignados en esa clase, indicando errores de asignación cuando los píxeles han sido asignados a una clase incorrecta. La denominación “Productores” (última fila de la tabla) refiere la cantidad de píxeles correctos para una clase dividida por el número real de píxeles de referencia para dicha clase, indicando los errores de omisión cuando los píxeles han sido omitidos de su clase correcta.

35. Por ejemplo, la celda en la parte superior izquierda muestra que 40 puntos se interpretaron (del mapa clasificado) y se verificaron (de una IMAD en Google earth) como 95% de cubierta forestal. Los 40 puntos fueron clasificados correctamente, y por ello aparecen en conjuntos diagonales de números (celdas sombreadas). Los puntos clasificados erróneamente están fuera del grupo diagonal de números. Por ejemplo, la fila 1, columna 6 indica que tres puntos del mapa fueron clasificados como 95% de cubierta forestal, pero de acuerdo con las IMAD, eran áreas de cultivos rotativos.

36. La ventaja de la matriz de error consiste en que permite a los analistas evaluar qué combinaciones de uso de la tierra y cambio en la cobertura terrestre presentan mayores errores. Los resultados de la matriz de error se utilizan para revisar y mejorar el mapa. Los analistas pueden realizar varias secuenciaciones de mejoramiento de mapas y la consecuente evaluación de errores, hasta obtener un nivel aceptable de error.

37. El análisis de errores y la validación pueden resultar tareas dificultosas. La descripción anterior es a los fines de proporcionar un panorama general del proceso de validación de mapas. La documentación del trabajo de validación debe ser completa para que expertos independientes evalúen la calidad de los mapas.

Cálculo del cambio en el uso de la tierra

38. Este apartado describe cómo calcular el cambio en el uso de la tierra. El procedimiento incluye cuatro pasos básicos.

- *Preparación:* Asegúrese de que los mapas para cada fecha individual utilicen el mismo sistema de clasificación y de que las imágenes sean coherentes en relación con el área cubierta, la estación y el sensor (resolución espacial y espectral).
- *Superposición:* Utilice SIG o software de procesamiento de imágenes para superponer mapas de uso de la tierra de dos fechas diferentes. El proceso de superposición genera una nueva tabla— denominada una *tabla de atributos* — donde cada polígono o píxel en el mapa contiene el uso de la tierra registrado en la primera y en la segunda fecha.
- *Simplificación:* La tabla de atributos debería reducirse al conjunto de combinaciones únicas de cambios en el uso de la tierra.⁴ Cada polígono individual contiene el código de uso de la tierra para las fechas en el análisis de los cambios en el uso de la tierra. Las diferentes combinaciones de cambios en el uso de la tierra se catalogan para cada polígono. A fin de reducir la tabla de atributos a combinaciones únicas de cambios en el uso de la tierra, cada transición distintiva del uso de la tierra debe identificarse con sus unidades de superficie agrupadas.⁵
- *Creación de la matriz de cambios en el uso de la tierra:* La información de la tabla de atributos de los cambios en el uso de la tierra es un elemento para desarrollar una matriz de cambios en la cobertura terrestre. Los valores de la unidad de superficie se sintetizan para cada combinación de cambio en el uso de la tierra.

39. Con frecuencia, puede encontrarse más información sobre los métodos y los procedimientos en los libros de textos sobre evaluaciones de recursos naturales o en

⁴ Al utilizar una trama de SIG, el sistema reduce automáticamente la tabla de atributos a combinaciones únicas. Los sistemas de vectores necesitarán algún tipo de operación de *disolución*.

⁵ Este procedimiento se denomina con frecuencia DISOLUCIÓN en las bases de datos y en los paquetes de software de SIG. En el análisis de Perú, se identificaron 60 combinaciones únicas de cambios en el uso de la tierra.

manuales de software (por ejemplo, Lowell y Jatón, 2000; Eastman, 2009). Adicionalmente, algunos programas de software de procesamientos de imágenes y SIG incluyen herramientas para realizar análisis de cambios en el uso de la tierra, tales como el poco costoso y popular IDRISI (Eastman, 2009).

40. La tabla 4.4 es un ejemplo de matriz de cambio de cobertura terrestre a nivel de país. La columna vertical indica el año de la imagen de cobertura terrestre inicial (2003). La duración del período de cambio se extiende hasta 2006, según se muestra en la fila horizontal. La diagonal de la tabla indica unidades de superficie de tierra sin modificaciones entre 2003 y 2006 (en tinta azul).

41. Nótese que estos números usualmente son mayores que la mayoría de otros números en la tabla. En la mayoría de las unidades de superficie de estudio, especialmente si el período de cambio es relativamente corto, es probable que el área general de cambio sea pequeña. La cifra en la primera fila y en la segunda columna indica que 1,22 millones de ha cambiaron de tierra forestal en 2003 a tierras de cultivo en 2006. Cada celda en la matriz de cambio en la cobertura terrestre se lee de la misma manera. El valor total al final de la primera fila es el área en Bosque en 2003 (93,60). El valor total en la base de la primera columna es el área total en Bosque en 2006 (98,46). Por ello, la unidad de superficie de estudio ganó casi 5 millones de hectáreas de bosque entre las dos fechas.

Tabla 4-4 Una matriz hipotética de cambio en el uso de la tierra.

		<i>Cambio a</i>							
		Cobertura terrestre 2006							
<i>Cambio de</i> Cobertura terrestre 2003		TF	CL	P	H	A	OT	SD	Total
	TF	89,11	1,22	1,64	0,47	0,02	0,45	0,69	93,6
	CL	0,87	45,28	1,09	0,30	0,35	0,39	0,18	48,45
	P	1,79	1,27	14,73	0,49	0,03	0,21	0,15	18,66
	H	1,22	0,65	0,58	7,78	0,03	0,30	0,01	10,57
	A	0,03	0,17	0,04	0,01	2,61	0,02	0,01	2,91
	OT	0,20	0,28	0,32	0,11	0,02	2,09	0,01	3,02
	SD	5,25	1,50	1,03	0,20	0,04	0,17	2,51	10,7
Total	98,46	50,37	19,42	9,36	3,09	3,63	3,57	187,91	

Coberturas terrestres: TF= tierra forestal, P= pastizales H= humedal, A= asentamiento OT= otra tierra, SD= sin datos.

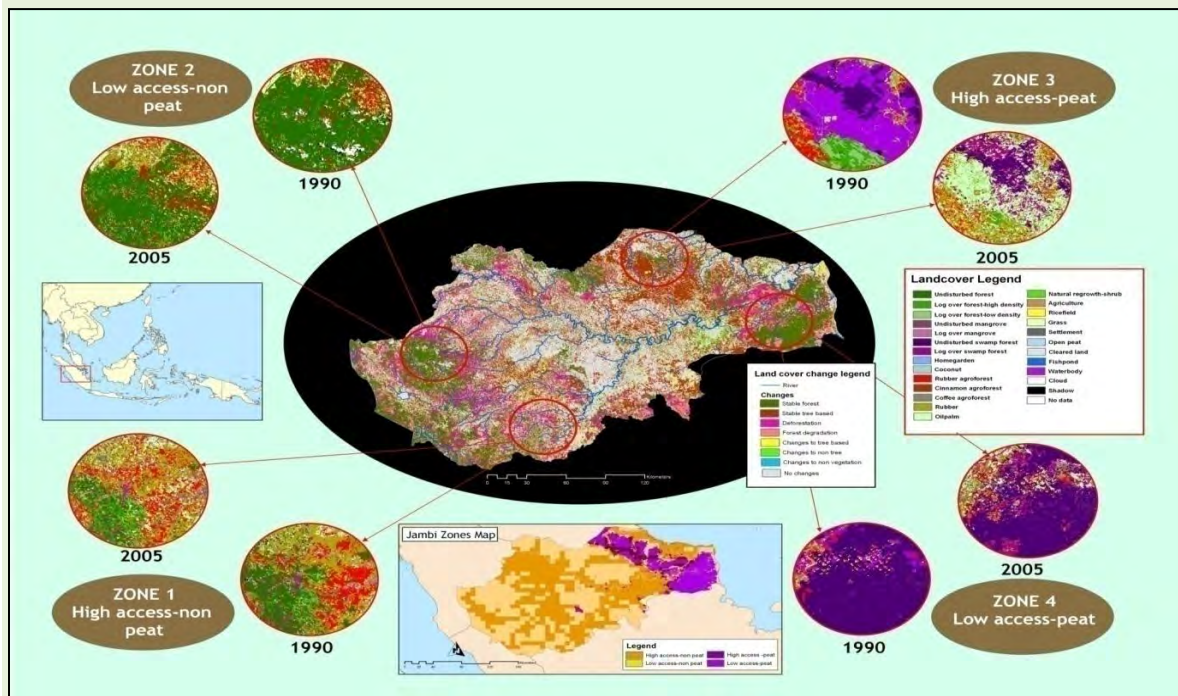
Fuente: Autores

42. La matriz de cambio en el uso de la tierra es una entrada clave para la hoja de cálculos de análisis de costo de oportunidad. La matriz se copia directamente a la hoja de cálculos donde puede usarse la información sobre cambio en el uso de la tierra con datos económicos para calcular los costos de oportunidad.

43. La medición del cambio de los uso de la tierra, según se describió anteriormente, proporciona datos importantes para el análisis de costo de oportunidad y para REDD+. Además de proveer datos necesarios para el análisis de costo de oportunidad, la matriz de cambio del uso de la tierra puede usarse para evaluar las fuerzas impulsoras de la deforestación y de las trayectorias de uso de la tierra en el transcurso del tiempo. El apartado final de este capítulo, que se expone a continuación, describe cómo usar los datos de cambio en el uso de la tierra para explicar el cambio en tal uso.

Recuadro 4-5 Mapas de uso de la tierra para la Provincia de Jambi, Indonesia

A continuación sigue un ejemplo de mapas de uso de la tierra derivados del sistema de teledetección en Indonesia (van Noordwijk et al., 2007). El área de estudio ha sido dividida en zonas de acuerdo con la accesibilidad y la presencia de turba, factores importantes en la evaluación del costo de oportunidad de la deforestación evitada.



Mapas de uso de la tierra para 1990 y 2005 en la provincia de Jambi, Indonesia

Fuente: van Noordwijk et al., 2007.

Explicación del cambio en el uso de la tierra

44. Los uso de la tierra pueden variar rápida o lentamente, en ocasiones por motivos obvios y en ocasiones debido a fuerzas ocultas. Dentro de un contexto de REDD+, la comprensión y la explicación del cambio en el uso de la tierra es esencial para identificar reducciones apropiadas del nivel de emisión y las políticas eficaces para mantener e incrementar las reservas de carbono.

45. En este apartado se explican tres temas relacionados, las *transiciones forestales*, los *factores que motivan la deforestación* y las *trayectorias en el uso de la tierra*. El estudio de las transiciones de los bosques ayuda a identificar el estado de los bosques nacionales: desde naturales/vírgenes a talados y degradados. El estado de los bosques tiene implicancias en los cálculos del contenido de carbono, de las ganancias futuras y del costo de oportunidad. El análisis de los factores que motivan la deforestación intenta esclarecer por qué ocurre la deforestación. El tema de las trayectorias del uso de la tierra se basa en el análisis de cambios pasados en el uso de la tierra. Es esencial comprender el estado de los bosques, los impulsores del cambio y los tipos de cambio, para identificar trayectorias futuras plausibles de uso de la tierra, de las cuales se calcula REDD+ y los costos de oportunidad.

Transiciones forestales

46. Los bosques mundiales han experimentado diferentes niveles de uso. En función de su estado, ciertos componentes específicos de la política de REDD+ (con respecto a la deforestación, la degradación, la forestación/reforestación) pueden ser más relevantes en algunos países que en otros. A fin de comparar el estado de los bosques se puede utilizar una curva de transición (Figura 4.4) que refleje la dinámica de la agricultura, de los bosques y de otros uso de la tierra en el tiempo (Angelsen, 2007). Consecuentemente, la ubicación de un país (o región subnacional) en la curva de transición de bosques puede afectar las prioridades para participar en programas de REDD+ y los costos de oportunidad asociados. El marco de transición de bosques utiliza cuatro categorías básicas:

- 1) Países con **baja deforestación y alta cobertura forestal** tales como la cuenca del Congo y Guyana. En estos países, los bosques son relativamente vírgenes, sin embargo la deforestación y la degradación pueden aumentar en el futuro. La degradación es importante ya que es poco probable que estos países puedan obtener un beneficio por “evitar la deforestación”.
- 2) Países con **alta deforestación** tales como (áreas de) Brasil, Indonesia y Ghana. Estos países tienen fuertes incentivos para contabilizar la deforestación. No obstante, es probable que tengan menor interés en contabilizar la degradación, a menos que ello implique un trabajo de contabilización adicional reducido.⁶

⁶ La exclusión de la degradación forestal de los programas nacionales de REDD+, especialmente donde la tala selectiva es común, podría conducir a desplazamientos considerables.

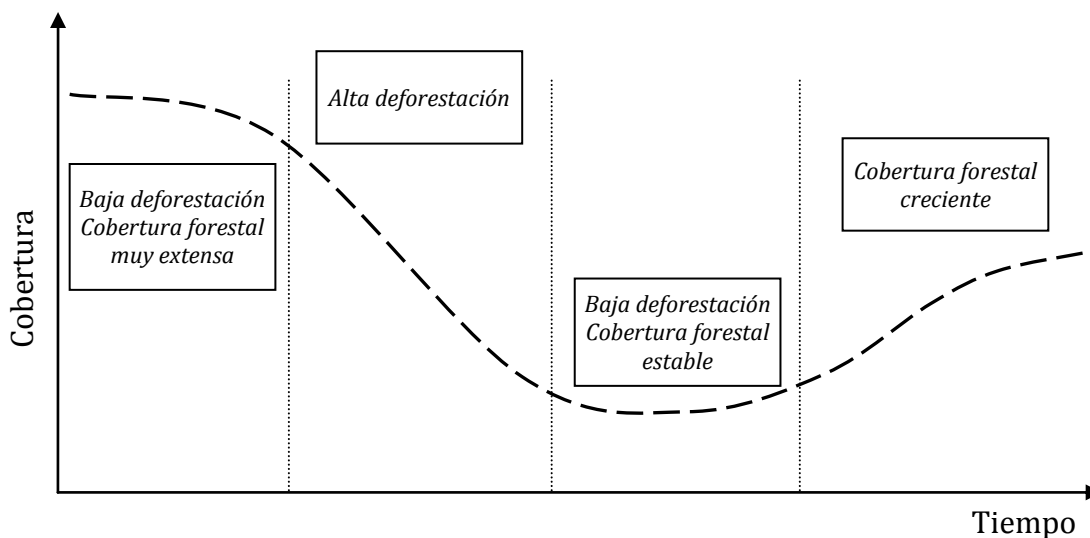


Figura 4-4 Categorías de transición forestal

Fuentes: Adaptado de Angelsen (2007) y Murdiyarsa (2008).

- 3) Los países con **baja deforestación y cobertura forestal estable** se caracterizan por los mosaicos forestales y los bosques estabilizados. Los índices de deforestación se han estabilizado, porque el bosque se han talado intensamente o debido a políticas protectorias de los bosques efectivas. India y partes de América Central pueden pertenecer a esta categoría. Es posible que estos países se interesen en reducir la degradación, probablemente en combinación con la conservación forestal, la forestación y la reforestación, y en otros esquemas que tengan por objetivo mejorar las reservas de carbono de los bosques.
- 4) Países con **cobertura forestal creciente** tales como China y Vietnam. Estos países tienen interés en la contabilización de la degradación y en el mejoramiento de sus reservas de carbono. Si bien el área forestal nacional puede estar aumentando a través de plantaciones, es posible que los bosques existentes simultáneamente estén experimentando la degradación, lo que podría revertirse a través de la protección o de plantaciones de mejora.

Factores que motivan la deforestación

47. El conocimiento de los factores más amplios que impulsan la deforestación ayuda a los analistas a comprender las causas potencialmente complejas del cambio en el uso de la tierra, calcular tanto los niveles de emisión habituales como los de referencia, e identificar las políticas apropiadas requeridas para lograr REDD+.

48. Las causas de la deforestación pueden ser tanto observables como ocultas (Meyer y Turner, 1992; Ojima, et al., 1994). Un meta-análisis global de 152 casos regionales de estudio clasificaron la deforestación en los trópicos en tres categorías de causas observables: (1) expansión agrícola, (2) extracción de madera, y (3) extensión de infraestructura (Geist y Lambin, 2001, Tabla 4.5). Estas causas a su vez están influenciadas por fuerzas impulsoras ocultas que son más difíciles de evaluar. Dichas fuerzas ocultas normalmente actúan conjuntamente entre sí – en escalas temporales y espaciales diferentes.

Tabla 4-5 Una categorización de causas de deforestación observables y ocultas

Causas observables			
Expansión agrícola	Expansión de materia prima (pequeño productor agrícola)		
	Agricultura comercial (gran escala y pequeños productores agrícolas)		
Extracción de madera	Extracción de madera	Talado por empresas privadas Talado no declarado	
	Leña/carbón	Usos domésticos rurales y urbanos	
		Usos industriales	
Extensión de infraestructura	Caminos (públicos, forestales)		
	Estructura de emprendimientos privados	Energía hidráulica	
		Asentamientos humanos	
Causas ocultas			
Económicas	Crecimiento del mercado	Crecimiento de la demanda en centros urbanos	
		Incremento del acceso a los mercados urbanos	
		Cambios en las dietas de los consumidores (por ejemplo, carne)	
		Pobreza	
Políticas y de factores institucionales	Políticas formales	Shocks de precios	
		Falta de crédito o crédito de rendimiento insuficiente y mercados de insumos	
		Tributos sobre las exportaciones, intervenciones de precios (por ejemplo, subsidios)	
		Política industrial	
De tecnología agrícola	Acceso abierto a tierra forestal (Costa de Marfil, Ghana, Camerún)	Investigación y extensión agrícola	
		Política migratoria	
		Reformas agrarias	
Demográficas	Crecimiento de la población	Innovaciones en ahorro de mano de obra	
		Poca o ninguna generación de innovaciones en ahorro de tierras	
		Estancamiento tecnológico que conduce a extensificación	
Disparadores sociales	Migración	Distribución espacial de la población	
		Condiciones críticas sanitarias y económicas (por ejemplo, epidemias, colapso económico)	Fallas en políticas gubernamentales (por ej., cambios abruptos en políticas macroeconómicas)

Fuente: Geist y Lambin, 2001.

49. En Perú, por ejemplo, el equipo nacional de REDD+ en primer lugar revisó la bibliografía mundial sobre los factores que motivan la deforestación (Velarde, et al., 2010). Luego se revisaron los estudios nacionales de deforestación existentes. Sobre la base de estos recursos, se creó una estructura de análisis con los impulsores directos e indirectos de la deforestación en el Amazonas Peruano (Figura 4.5). Mientras que esta información no se necesita directamente para las estimaciones de costos de oportunidad, el análisis permitió al equipo nacional desarrollar escenarios futuros del uso de la tierra y calcular los niveles de referencia de emisión (REL). Esta información puede ayudar a priorizar usos específicos del suelo para el análisis del costo de oportunidad.

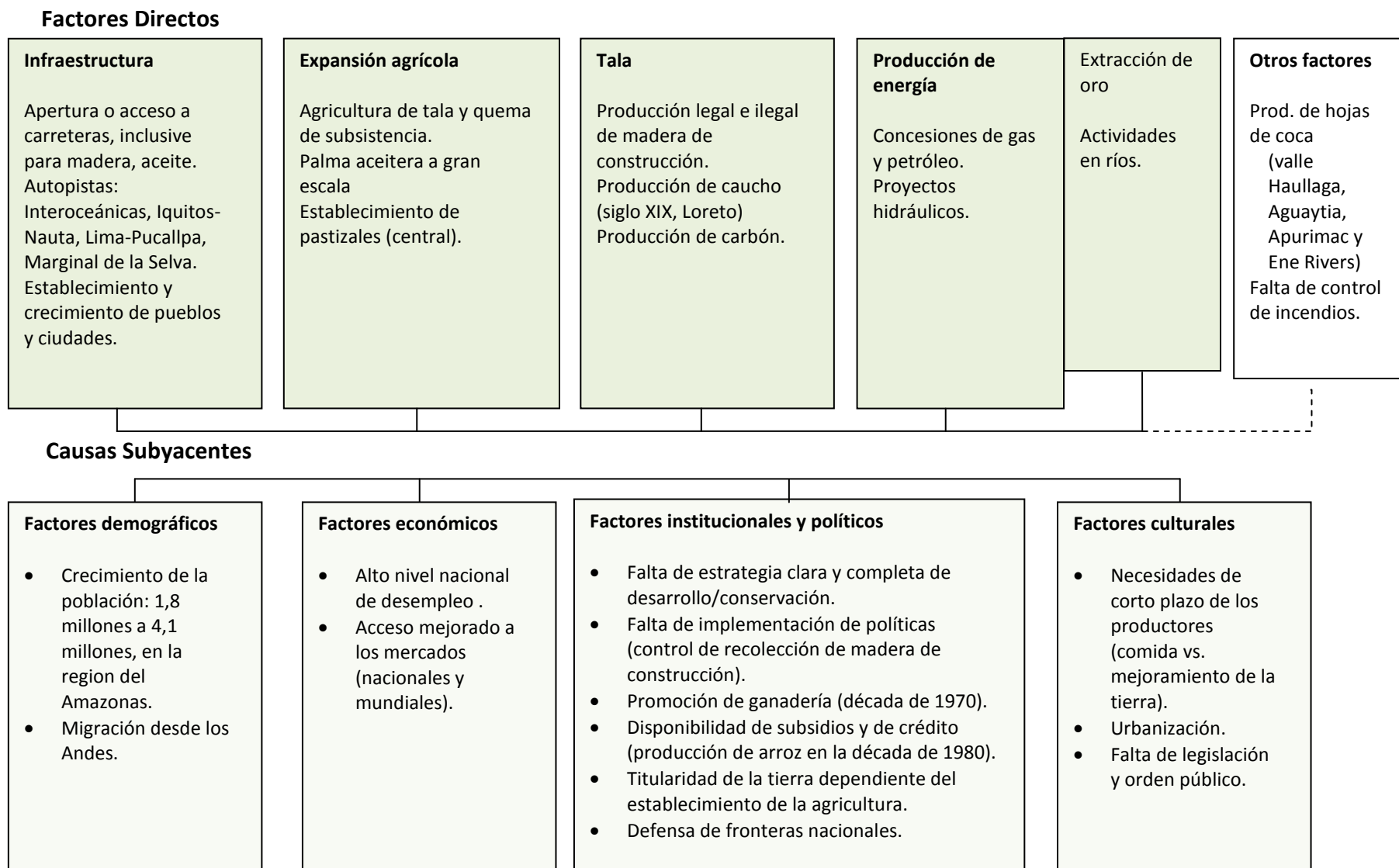


Figura 4-5 Causas directas y subyacentes de la deforestación en el Amazonas Peruano

Fuente: Adaptado de White y otros (2005), Geist & Lambin (2002), Reducing Emissions from All Land Uses project (REALU; Velarde, et al., 2010).

Identificación de trayectorias de uso de la tierra

50. La expresión *cambio en el uso de la tierra* puede tener diferentes significados, especialmente dentro de un contexto de REDD+. El uso de la tierra puede implicar un cambio de la silvicultura a la agricultura, de un cultivo agrícola a otro, o una serie de cambios en el uso de la tierra. Por ello, es esencial clarificar qué se entiende por cambio en el uso de la tierra para las discusiones sobre políticas de REDD+ y para el cálculo de costos de oportunidad.

51. El cambio en el uso de la tierra pocas veces es un evento único, independiente y rápido, tal como: de bosque natural a producción agrícola. Especialmente en las fronteras de los bosques, normalmente las tierras sufren una serie de cambios interrelacionados durante muchos años. Una secuencia observada frecuentemente comienza cuando los leñadores ingresan en un bosque para talar selectivamente los árboles de mayor valor. Posteriormente, las compañías madereras talan selectivamente otras especies de menor valor. Luego, los colonizadores pioneros convierten el bosque remanente en parcelas de tierra agrícola, a través de técnicas de tala y quema. Transcurridos algunos años de producción, la parcela se deja como barbecho por varios años. Es posible que estas prácticas agrícolas itinerantes (cultivo-barbecho) continúen, o las parcelas pueden convertirse en pastizales para ganado o en agricultura intensiva.

52. El análisis de la historia de los uso de la tierra dentro de las fronteras forestales proporciona indicios importantes de la forma en que el uso de la tierra probablemente podría cambiar sin un programa de REDD+. Estos escenarios de cambios futuros del uso de la tierra se denominan *trayectorias de uso de la tierra*. Cada uno de los uso de la tierra comprendidos en los cambios posee niveles de reserva de carbono y de ganancias distintivos, y por ello tienen un efecto sobre las estimaciones de los costos de oportunidad de REDD+.

53. El enfoque que aquí se expone integra toda la secuencia de cambios, que considera los uso de la tierra *durante y luego* de la conversión forestal (por ejemplo, de bosque inicial hasta la etapa final). Este enfoque integral de los cambios en el uso de la tierra permite a los países comprender la situación actual y calcular los usos probables de la tierra en el futuro.

54. La identificación del cambio en el uso de la tierra se logra mejor a través de las discusiones de colaboración entre especialistas locales y externos. Este diálogo puede adelantarse mientras que se identifican los usos predominantes d la tierra y el nivel de precisión para el análisis de costo de oportunidad (Niveles 1,2,3).

55. Para guiar un análisis de uso de la tierra a nivel nacional, se identifican cinco tipos generales de cambios en el uso de la tierra. Tales cambios se basan en el producto (bosque versus agricultura/ganadería) y en la frecuencia del cambio dentro del horizonte de análisis: cíclico, directo o único y de transición. Los cinco tipos son cosechas forestales,

conversiones forestales, ciclos agrícolas, transiciones agrícolas y cambios directos, y se describen en el Figura 4.6. El contexto del análisis lo proveen los uso de la tierra forestales y no forestales previo al horizonte del análisis.

Fuente: Autores.

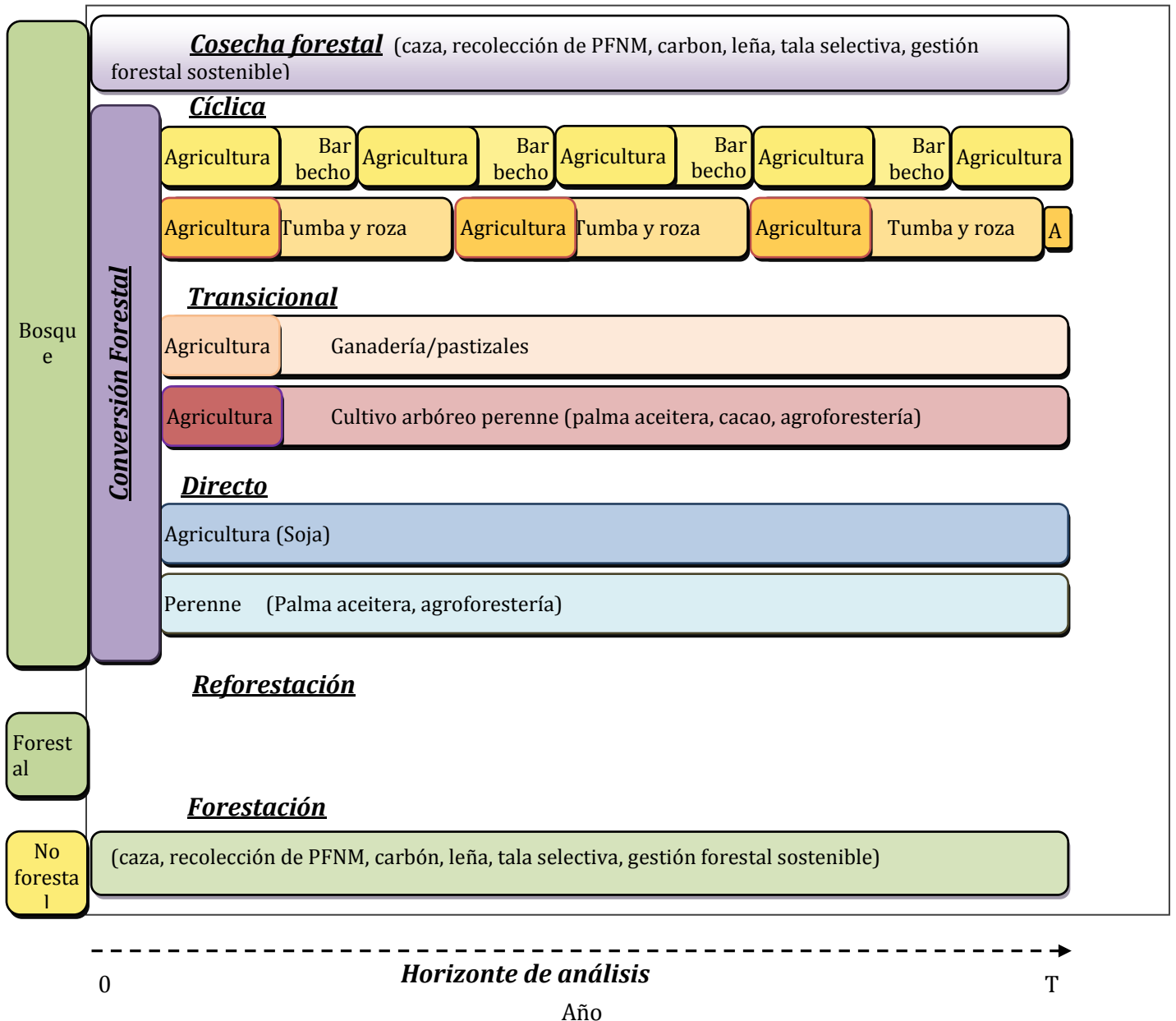


Figura 4-6 Trayectorias de cambio en el uso de la tierra: tipos y ejemplos

Fuente: Autores.

Aprovechamientos forestales

56. Algunas actividades humanas dentro de los bosques pueden generar ganancias con un efecto reducido o nulo sobre los árboles. Las actividades de cosecha, tales como la caza y algunas recolecciones de productos forestales no madereros (PFNM), pueden ocurrir sistemáticamente a través de un horizonte temporal y no afectar los niveles de densidad de carbono de un bosque. Otras actividades, como la tala o recolección intensiva de leña pueden impactar significativamente en el carbono. Estas actividades modifican el bosque respecto de su estado natural.

57. Incluso es posible que las prácticas de tala de madera relativamente invasivas que tienen un gran impacto sobre un bosque, no ocasionen la pérdida de su categorización de uso de la tierra como bosque. Recuerde que la definición amplia del IPCC de bosque permite que ocurran cambios en alguna medida sustanciales (es decir, una reducción de la cobertura de los árboles o degradación).

58. Cada una de estas actividades de aprovechamiento forestal genera diferentes productos y rentabilidades, con diversos impactos del carbono en los bosques. Por ello, los cálculos del carbono y de la rentabilidad de los usos de suelos forestales deberían tener en consideración una variedad potencialmente amplia de gestiones forestales y prácticas de cosecha, algunas de las cuales ocurren pocas veces en un período determinado (por ejemplo, talas de madera) y otras que ocurren con mayor frecuencia, incluso anualmente (por ejemplo, recolección de PFNM).

Conversión forestal

59. La conversión de bosque a otros usos es un tipo muy conocido de cambio en el uso de la tierra. No obstante, este cambio único, puede producir resultados financieros definidos según el contexto. Los árboles pueden representar una carga o un beneficio financiero durante el proceso de conversión. De venderse por su madera o por carbón, los árboles pueden generar ganancias importantes. En cambio, si los productos forestales no pueden venderse, el costo de su remoción puede reducir la rentabilidad.

60. Los bosques no son todos iguales. Muchos bosques, especialmente en áreas de frontera establecidas, han sido parcialmente explotados, luego de que la madera de alto valor hubiera sido talada. El análisis del costo de oportunidad de REDD+ requiere reconocer los factores del uso de los árboles (y rendimientos netos) determinados con frecuencia espacialmente. Esta amplia variedad de impactos financieros potenciales puede afectar en gran medida las estimaciones de los costos de oportunidad de REDD+. En el Capítulo 6 se profundiza este tema.

Los tres próximos cambios en el uso de la tierra se refieren principalmente a actividades agrícolas y ganaderas.

Cambio cíclico

61. El cambio cíclico en el uso de la tierra es una serie repetitiva de uso de la tierra, con frecuencia denominada *sistema de uso de la tierra*. Un ejemplo de ellos es un cultivo agrícola y rotación de barbecho. Este ciclo de uso de la tierra normalmente en el transcurso de un horizonte temporal. Si bien ciertos cultivos específicos dentro de los ciclos pueden diferir, pueden discernirse patrones generales que pueden simplificar un análisis de rentabilidad.

Cambio transicional

62. Las transiciones en el uso de la tierra son cambios que no se repiten con el transcurso del tiempo. Una transición común es aquella de agricultura de tala a quema para uso de la tierra perennes, tales como los sistemas de cultivos arbóreos o de ganadería. El nuevo emprendimiento normalmente reemplaza la fase de barbecho, en lugar de continuar un ciclo de cultivo-barbecho. Con frecuencia se requieren inversiones sustanciales de capital y mano de obra antes de que los nuevos uso de la tierra generen resultados positivos.

Cambio directo

63. En algunas áreas marginales de los bosques, las tierras se convierten directamente de bosques a producción agrícola o forestal. A menudo administrados por empresas multinacionales, la soja, los sistemas agroforestales o las plantaciones de palma aceitera constituyen ejemplos de cambios directos.

Los siguientes cambios en el uso de la tierra se refieren a "+" en REDD+.

Reforestación

64. La reforestación se refiere a la replantación de bosques talados total o parcialmente (es decir, bosques degradados). Numerosos tipos de actividades sustentables pueden desarrollarse con bosques establecidos.

Forestación

65. El establecimiento de nuevos bosques se denomina *forestación*. Dicha actividad normalmente ocurre donde no existían bosques o donde existieron hace muchos años.

Predicción de cambios en el uso de la tierra

66. Las proyecciones futuras de los cambios en el uso de la tierra constituyen un componente importante en el cálculo de los niveles de emisión de la línea de base y de referencia. La Figura 4.7 muestra cómo el análisis de las tendencias históricas se vincula con proyecciones futuras.

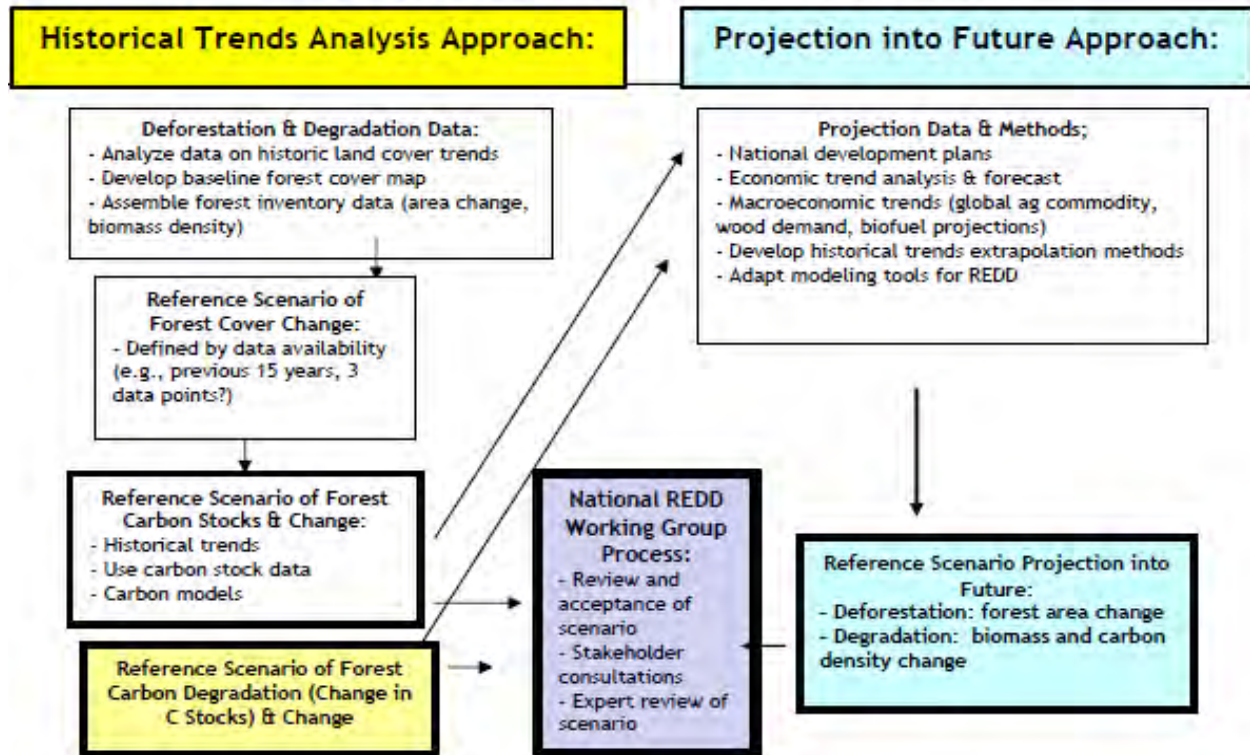


Figura 4-7 Cambio en el uso de la tierra: vínculos entre los análisis histórico y futuro
Fuente: FCPF, 2010.

67. Los análisis de los cambios futuros en el uso de la tierra van de simples a sofisticados. Los enfoques simples incluyen extrapolaciones de cambios pasados en el uso de la tierra hacia el futuro. Pueden realizarse ajustes para reflejar tanto los factores biofísicos (por ejemplo, fertilidad de la tierra, acceso a carreteras, etc.) como los socioeconómicos (por ejemplo, el crecimiento de la población, la política de desarrollo gubernamental, los precios de los alimentos, etc.). Los enfoques sofisticados incluyen análisis probabilísticos espaciales con diferentes variables explicativas y efectos de retroalimentación. Para obtener una revisión exhaustiva de los modelos de cambio en el uso de la tierra, sírvase consultar Agarwal, et al. (2002). A pesar de la amplia variedad de métodos analíticos complejos, los análisis de escenario son importantes para comparar el efecto de diferentes datos y presunciones contextuales y de método.

Referencias y lectura complementaria

- Achard, F., H. Eva, H.J. Stibig, P. Mayaux, J. Gallego, T. Richards, J.P. Malingreau. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*. 279(5583)999-1002.
- Agarwal, C., G.M. Green, J.M. Grove, T.P. Evans, C.M. Schweik. 2002. A review and assessment of land-use change models: dynamics of space, time, and human choice. Gen. Tech. Rep. NE-297. Newton Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 61p. <http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/5027>
- Anderson, J.R., E.E. Hardy, J.T. Roach, R.E. Witmer. 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. Geological Survey Professional Paper 964. Washington, DC. Departamento gubernamental de edición.
- Asner, G. P. 2009. Tropical forest carbon assessment: integrating satellite and airborne mapping approaches. *Environmental Research Letters*. 4 (July-September 2009) 034009. http://www.iop.org/EJ/article/1748-9326/4/3/034009/er19_3_034009.html
- Baccini, A. M. Friedl, C. Woodcock, R. Warbington. Forest biomass estimation over regional scales using multi-sourced data. *Geophysical Research Letters*.
- Brown, S., T. Pearson. 2006. *Comparison of the M3DADI System and Conventional Field Methods for Monitoring Carbon Stocks in Forests*. Technical Advisory Panel Meeting. March. Winrock International. http://www.winrock.org/ecosystems/files/TAP_presentation-M3DADIVsCONV_2006.pdf
- Camara, G. R. Modesta Souza, U. Moura Freitas, J. Garrido. 1996. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computers and Graphics*. 20(3):395-403.
- Cihlar, J., L. Jansen. 2001. From land cover to land use: a methodology for efficient land use mapping over large areas. *Professional Geographer*. 53:275-259.
- Congalton, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* 37:35-46
- Congalton, R., K. Green. 2009. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Segunda Edición. CRC Press. Boca Raton, FL.
- DeFries, R. G. Asner, F. Achard, C. Justice, N. LaPorte, K. Price, C. Small, J. Townsend. 2005. Monitoring tropical deforestation for emerging carbon markets. pp. 35-44. In: Mountinho, P., S. Schwartz (Eds.) *Tropical Deforestation and Climate Change*. Belem: IPAM and Environmental Defense.
- DeFries, R., F. Achard, S. Brown, M. Herold, D. Murdiyarso, B. Schlamadinger, C. de Souza Jr, 2007. Earth observations for estimating greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries. *Environmental Science and Policy* 10: 385-394.
- Di Gregorio, A. 2005. *Land Cover Classification System: Classification concepts and user manual*. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- Eastman, J.R., 2009, IDRISI Taiga Guide to GIS and Image Processing. Worcester, MA: Clark University). 300p.
- FCPF. 2009. *Reference Scenarios*. Global Dialogue on Developing a Readiness Preparation Proposal. August 13-14. Washington, D.C.
- Foody, G. 2001. Status of land cover classification accuracy of assessment. *Remote Sensing of Environment*. 80(1): 185-201.
- Foody, G., D. Boyd M. Cutler. 2003. Predictive relations of tropical forest biomass from Landsat TM data and their transferability between regions. *Remote Sensing of Environment*. 85:463-474.
- Fotsing, J. M., L. Durieux, et al. 2010. An Earth Observation Ground Station and Research Laboratory for long term forest monitoring in Central Africa. Conférence internationale COMIFAC sur le suivi des stocks et flux de carbone. Brazzaville.
http://www.cbf.org/proceedings/items/COMIFAC-Workshop_Brazzaville-Documentation.html
- Geist, H. and E. Lambin. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*. 52(2): 143-150.
- Goetz, A.B., N.T. Laporte, T. Johns, W. Walker, J. Kelndorfer, R.A. Houghton, M. Sun. 2009. Mapping and monitoring carbon stocks with satellite observations: a comparison of methods. *Carbon Balance and Management*.4:2.
- GOFC-GOLD. 2005. Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and degradation in developing countries: a sourcebook of methods and procedures for monitoring, measuring and reporting. Available from <http://www.gofc-gold.uni-jena.de/redd/>. Accessed on June 30, 2010.
- Guariguata, M. R., R. Nasi and M. Kanninen. 2009. Forest degradation: it is not a matter of new definitions. *Conservation Letters* 2:286-287.
- Harris, N.L., S.S. Saatchi, S. Hagen, S. Brown, W. Salas, M.C. Hansen, A. Lotsch. 2010. *New Estimate of Carbon Emissions from Land-Use Change*. Winrock International.
<http://www.winrock.org/ecosystems/files/Winrock%20-%20New%20Estimate%20of%20Carbon%20Emission%20from%20Land%20Use%20Change%20-%20Forest%20Day%20Poster%202010.pdf>
- Herold, M., J. Latham, A. Di Gregorio, C. Schmullius. 2006. Evolving standards in land cover characterization. *Journal of Land Use Science*. 1(2-4):157-168.
- Herold, M., T. Johns. 2007. Linking requirements with capabilities for deforestation monitoring in the context of the UNFCCC-REDD+ process. *Environmental Research Letters*. 2:Octubre-Diciembre.
- IPCC. 2006. 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe (Eds). Published: IGES, Japón.
- Jansen, L., A. Di Gregorio. 2003. Land use data collection using the “land cover classification system”: results from a case study in Kenya. *Land Use Policy*. 20:131-148.

- Jansen, L., A. Di Gregorio. 2004. Obtaining land use information from a remotely sensed land cover map: results from a case study in Lebanon. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 5:141-157.
- Jensen, J. R. 1995. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, 2nd edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 318 pp.
- Lefsky, Michael A. 2010. A global forest canopy height map from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer and the Geoscience Laser Altimeter System. *Geophysical Research Letters*. 37, L15401, doi:10.1029/2010GL043622,
- Lillesand, T.M., R.W. Kiefer. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*, 4th ed.. Wiley, New York, USA.
- Kim Lowell, K. , A. Jatón (Eds.) 2000. *Spatial Accuracy Assessment: Land Information Uncertainty in Natural Resources*. CRC Press. 450 p.
- Martinet, A., C. Megevand, C. Streck. 2009. *REDD+ Reference Levels and Drivers of Deforestation in Congo Basin Countries*. The World Bank: Washington D.C. 20p.
<http://www.comifac.org/Members/tvtchuante/technical-note-on-redd-reference-levels-and-drivers-of-deforestation-in-congo-basin-countries>
- Mercier, C. 2010. Mise a disposition des images SPOT pour le suivi du couvert forestier du Bassin de Congo. *Atelier Régional COMIFAC - Suivi des stocks et flux du carbone dans le Bassin du Congo*, Brazzaville.
- Ojima, D.S.,K.A. Galvin, B.L. Turner. 1994. Global Impact of Land-Cover Change. *BioScience*. 44(5): 300-304.
- Puyravaud. J. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest ecology and management*. 177: 593-596.
- Puig, J., G. Leclerc, H. Eva. 2000. Metodología para análisis multitemporal de áreas con procesos de deforestación. Estudio de casos en América Latina con el proyecto TREES. IX Simposio Latinoamericano de Percepción Remota (SELPER), Puerto Iguazú, Argentina 7-9 Nov. p 395-405.
- Puig, J., G. Hyman and S. Bolaños. 2002. Digital classification vs. visual interpretation: a case study in humid tropical forests of the Peruvian Amazon. *Proceedings of the 29th International Symposium on Remote Sensing of Environment*. Buenos Aires, Argentina. April 8-12.
- Rubliogo, V. 2010. *REDD-ALERT, WP1 ,WP2 internal report*. IITA. Camerún.
- Saatchi, S., R. Houghton, R. Dos Santos Alvala, J. Soares y Y. Yu. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology*. 13:816-837.
- Sasaski, N., F. E. Putz. 2009. Critical need for new definitions of “forest” and “forest degradation” in global climate change agreements. *Conservation Letters*. 2:226-32.
- Sasaki, N., G.P. Asner, W. Knorr, P.B. Durst, H.R. Priyadi, F.E.Putz. 2011. Approaches to classifying and restoring degraded tropical forests for the anticipated REDD+ climate change mitigation mechanism. *iForest* (4):1-6
http://www.sisef.it/iforest/pdf/Sasaki_556.pdf

Schoene, D., W. Killmann, H. von Lupke y M. Loyche Wilkie. 2007. Definitional issues related to reducing and emissions from deforestation in developing countries. *Forest and Climate Change Working Paper 5*. Roma, Italia. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j9345e/j9345e00.pdf>.

Spatial Analysis Team. No Date. Ground-truthing protocol. Landscape mosaics. CIFOR-ICRAF Biodiversity Platform. Documento no publicado. Disponible en: http://gisweb.ciat.cgiar.org/GoogleDocs/FPP_Mapper/groundtruth_protocol.pdf

Stanley, B., P. Gonzalez S. Brown, J. Henman, S. Woodhouse Murdock, N. Sampson, T. Pearson, Sarah Walker, Z. Kant, M. Calmon. 2006. *Technical Progress Report on Application and Development of Appropriate Tools and Technologies for Cost-Effective Carbon Sequestration*. Informe Trimestral. Enero a Marzo. The Nature Conservancy. Arlington, Virginia. 69p. <http://www.osti.gov/bridge/purl.cover.jsp;jsessionid=7012DB968FD2670E2153EF3632AADDEA?purl=/882443-NvUHOL/>

Swallow, B., M. van Noordwijk, S. Dewi, D. Murdiyarso, D. White, J. Gockowski, G. Hyman, S. Budidarsono, V. Robiglio, V. Meadu, A. Ekadinata, F. Agus, K. Hairiah, P. Mbile, D.J. Sonwa, S. Weise. 2007. Opportunities for Avoided Deforestation with Sustainable Benefits. Nairobi: ASB Partnership for Tropical Forest Margins.

van Noordwijk M, S. Dewi, B. Swallow, H. Purnomo, D. Murdiyarso. 2007. Avoided Deforestation with Sustainable Benefits (ADSB) in Indonesia-research brief . Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office. Disponible en: http://worldagroforestry.org/sea/publications?do=view_pub_detail&pub_no=LE0075-07

van Noordwijk, M., P.A. Minang. 2009. "If we cannot define it, we cannot save it" *ASB Policy Brief No. 15*. ASB Partnership for the Tropical Forest Margins, Nairobi, Kenia. Disponible en: www.asb.cgiar.org

Velarde SJ, Ugarte-Guerra J, Rüginitz Tito M, Capella JL, Sandoval M, Hyman G, Castro A, Marín JA y Barona E. 2010. *Reducción de emisiones de todos los Uso de la tierra. Reporte del Proyecto REALU Perú Fase 1*. ICRAF Working Paper No. 110. ASB – World Agroforestry Centre (ICRAF). Lima, Perú.

White, D., S.J. Velarde, J.C. Alegre, T.P. Tomich (Eds.), 2005. *Alternatives to Slash-and-Burn (ASB) in Peru, Summary Report and Synthesis of Phase II*. Monograph. Alternatives to Slash-and-Burn, Nairobi, Kenya. http://www.asb.cgiar.org/PDFwebdocs/White_et_al_2005_ASB-Peru.pdf

White, D., G. Hyman. 2009. What are the Opportunity Costs of Reducing Carbon Emissions from Deforestation? An Amazon Case study in Ucayali, Peru. CIAT and ASB: Cali, Colombia and Nairobi, Kenya. 35p

Estimación de costos de oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Version 1.4

Capítulo 5. Medición del carbono de los usos de la tierra

Objetivos

1. Explicar conceptos básicos sobre el ciclo terrestre del carbono y sistemas globales de contabilización del carbono,
2. Guiar el análisis del carbono dentro de un marco de contabilización nacional,
3. Presentar protocolos de medición del carbono y materiales de referencia, utilizando un enfoque ascendente para mediciones del carbono desde parcela hasta uso de la tierra, paisaje/nivel subnacional y escala nacional,
4. Identificar fuentes de datos, información faltante y prioridades de medición,
5. Identificar “valores típicos de reservas de carbono” (promedios temporales) de los usos de la tierra para utilizar en un análisis de costo de oportunidad.
6. Discutir los costos de desarrollar sistemas nacionales de contabilización de carbono

Contenido

Objetivos	1
Palabras específicas sobre silvicultura y carbono.....	2
Medición del carbono	2
Establecimiento de un marco de análisis sobre el carbono	8
Cálculo de la “reserva de carbono típica” de un uso de la tierra determinado.....	10
Referencias y lectura complementaria	30



1. Numerosos términos se utilizan para la medición del carbono. Sírvase consultar el Glosario del **Apéndice A** para ver las definiciones.

Recuadro 5-1 Palabras específicas sobre silvicultura y carbono

Ecuación alométrica	Diámetro a la altura del pecho	Hojarasca
Biomasa	(DAP)	Paisaje
Flujo del dióxido de carbono	Humificación	Necromasa

Medición del carbono

2. ¿Cuánto carbono se emitiría si una determinada hectárea de bosque se convirtiera a otro uso? La respuesta a esta pregunta es un componente fundamental del análisis de los costos de oportunidad de REDD+. En este capítulo, primero se presentarán conceptos básicos sobre el ciclo terrestre del carbono (C) y los sistemas de contabilización del carbono. Luego, se mostrará cómo calcular los *valores típicos de reserva de carbono* a niveles nacional y subnacional. Se presentarán además importantes protocolos de medición de carbono y materiales de referencia junto con el modo de identificar fuentes de datos y prioridades en la medición del carbono. También se exponen cálculos de costos de la aplicación de estos métodos.

Ciclo del carbono terrestre

3. El dióxido de carbono (CO₂) es intercambiado entre la vegetación terrestre y la atmósfera. Se producen cambios en los balances netos entre el secuestro (también conocido como almacenamiento o fijación) y la liberación a lo largo de periodos de tiempo: (a) minuto a minuto (ej., cuando las nubes interceptan la luz solar), (b) patrón día-noche, a lo largo de un ciclo estacional de predominancia del crecimiento y la descomposición y (c) las etapas del ciclo de vida de la vegetación o del sistema de uso de la tierra. El presente manual aborda la última escala de tiempo, como parte de la contabilización anual (o por periodos de 5 años) del uso de la tierra y del cambio en el uso de la tierra. En esta escala de tiempo, es esperable que numerosos intercambios (o flujos) se cancelen mutuamente, por lo que es necesario enfocarse en los cambios de carbono netos.

Vincular este análisis del carbono con los actuales esfuerzos sobre MRV del carbono

4. El carbono puede tomar diversos rumbos. En la mayoría de los años, el efecto anual neto de la fotosíntesis, la respiración y la descomposición es un incremento relativamente pequeño del carbono almacenado. Sin embargo, las ganancias acumuladas en algunos casos se pierden en los años de inundaciones o cuando el fuego consume la materia orgánica. El

carbono también puede trasladarse fuera del lugar. Los productos orgánicos (como la madera, la resina, las semillas, los tubérculos) dejan el área de producción y pasan a formar parte de los flujos del comercio, usualmente concentrados en los sistemas urbanos y sus vertederos de residuos. Sólo pequeñas cantidades de reservas de carbono pueden filtrarse fuera de la tierra e ingresar en sumideros de largo plazo en ambientes de agua dulce u oceánicos, o contribuir a la formación de turba.

Deforestación y balance del carbono

5. Cuando los bosques se convierten a otros usos de la tierra, ocurre una gran liberación neta de carbono a la atmósfera. El proceso puede ocurrir en cuestión de horas en el caso de incendios, o durar años en el caso de la descomposición, o décadas cuando los productos de la madera ingresan en los sistemas domésticos/urbanos. Las emisiones netas pueden calcularse analizando la disminución o el aumento de las “reservas terrestres de carbono”. Debido a que los bosques tropicales en condiciones naturales contienen más carbono aéreo por unidad de superficie que cualquier otro tipo de cobertura terrestre (Gibbs y otros, 2007), es importante considerarlos en los esfuerzos por mitigar el cambio climático.

6. Contabilizar en forma sistemática todos los ingresos y egresos de carbono es un proceso más complejo que simplemente verificar el cambio final en el total de la reserva de carbono global. Los cálculos actuales que establecen que el “uso de la tierra, el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura” (LULUCF por su sigla en inglés) son responsables del 15-20% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero se basan en este tipo de contabilización de las reservas. El secuestro neto tiene lugar en zonas templadas y las grandes emisiones netas en los trópicos. Las zonas de turberas tropicales son fuentes particularmente pequeñas con altos valores de emisión (IPCC, 2006). Para estimar los costos de oportunidad de REDD+, es necesario realizar mediciones de carbono de diversos usos de la tierra a fin de calcular los efectos del carbono de numerosos tipos de cambios en el uso de la tierra.

El carbono no es tan sólo carbono

7. El carbono se encuentra en diversos reservorios. Las reservas terrestres de carbono de todo el carbono almacenado en los ecosistemas se encuentran en:

- Biomasa de plantas vivas (aérea y subterránea)
- Biomasa de plantas muertas (aérea y subterránea)
- Suelo (en materia orgánica de la tierra y, en cantidades ínfimas, como biomasa animal y de microorganismos)

8. En la orientación de IPCC, a estos reservorios se los describe como *biomasa aérea*, *biomasa subterránea* y *madera muerta y hojarasca*, y *carbono del suelo*. Los términos anteriores se encuentran resumidos en la Figura 5.1 y se explican con más detalles en los siguientes párrafos.

Tabla 5-1 Cuatro reservorios de carbono de IPCC

	<i>Viva</i>	<i>Muerta</i>
<i>Aérea</i>	Biomasa (troncos, ramas, hojas de vegetación leñosa y no leñosa)	Madera y hojarasca
<i>Subterránea</i>	Biomasa (raíces, fauna)	Carbono del suelo (incluye turba)

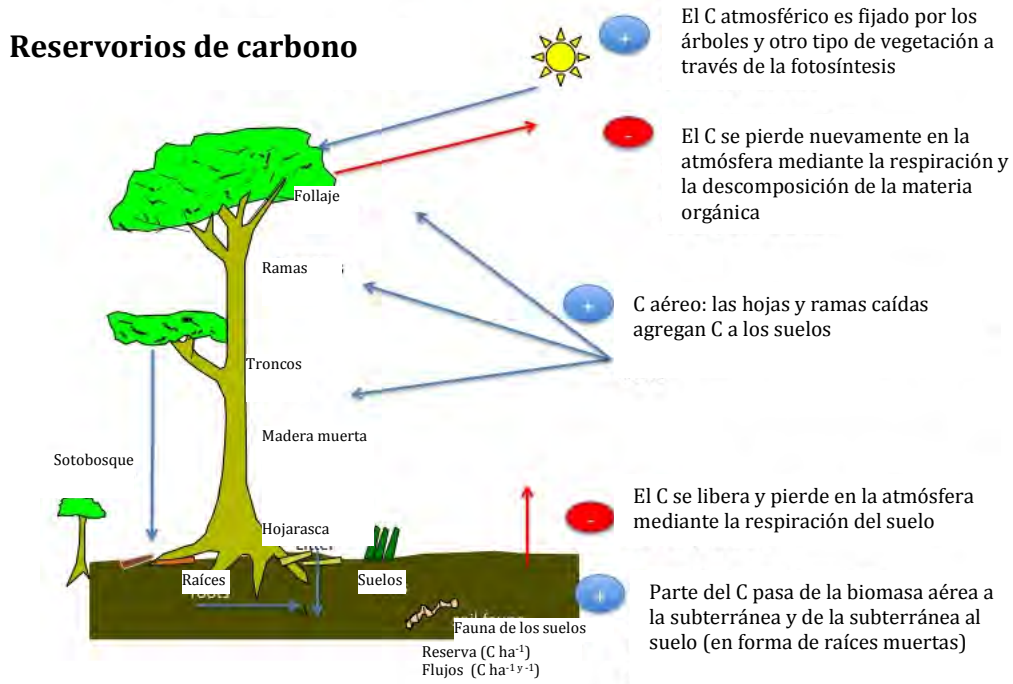


Figura 5-1 Reservorios terrestres de carbono

Fuente: Adaptado de Locatelli (2007) y EPA (2009), por Honorio y Velarde (2009).

Carbono de la biomasa de plantas vivas

9. La biomasa aérea abarca todos los troncos leñosos, ramas y hojas de árboles vivos, plantas rastreras, enredaderas y epífitas, así como las plantas del sotobosque y la vegetación herbácea. En el caso de los suelos agrícolas, incluye árboles (si hay), cultivos y maleza.

10. La biomasa subterránea abarca las raíces, la fauna del suelo y los microorganismos.

Carbono de la biomasa de plantas muertas

11. La materia orgánica muerta (es decir, la necromasa) incluye árboles caídos y tocones, otros desechos leñosos gruesos, la capa de hojarasca y el carbón vegetal (o materia orgánica parcialmente carbonizada) sobre la superficie del suelo. La reserva de carbono de la hojarasca en una selva tropical suele ser aproximadamente 5 tC /ha/año, con un periodo medio de permanencia en la capa de hojarasca de aproximadamente 1 año. Los árboles

mueritos pueden tardar aproximadamente 10 años en descomponerse y la necromasa constituye aproximadamente el 10% del total de reserva de carbono aéreo en un bosque natural saludable. Debido a que la tala suele enfocarse en aprovechar los árboles más valiosos y dañar muchos otros, la necromasa puede constituir 30-40% de la reserva de carbono aérea luego de la tala. Si se utiliza fuego para realizar el desmonte, el carbono resultante se emitirá en forma directa o permanecerá por aproximadamente una década.

Carbono del suelo

12. El carbono del suelo abarca el carbono orgánico, el carbono inorgánico y el carbón vegetal. El bicarbonato, un tipo de carbono inorgánico, está presente en los suelos calcáreos pero es insignificante en los suelos neutros y ácidos. El principal tipo de carbono en el suelo se encuentra en diversas etapas de humificación, y los plazos de recambio llegan hasta cientos (o incluso miles) de años. En las turberas, los plazos de recambio pueden alcanzar los miles de años.

13. En los suelos minerales, el cambio en el carbono orgánico del suelo es relativamente pequeño y ocurre principalmente en los primeros 30 cm de la capa de suelo (IPCC, 1997). La concentración de carbono orgánico en los suelos generalmente disminuye con la profundidad y a mayor proporción de reservorios relativamente estables menor la concentración total de carbono. La respuesta más fuerte de la reserva de carbono en el suelo a los cambios en la cobertura terrestre ocurre en los primeros 20-30 cm. Sin embargo, los datos empíricos sólo suelen permitir detectar cambios en la capa de 0-5 cm de profundidad.

14. El cambio en el contenido de carbono del suelo debido a un cambio en el uso de la tierra no suele superar los 20 Mg de carbono por ha (IPCC, 1997; Murty y otros, 2002), excepto en condiciones de humedales. En condiciones climáticas específicas (por ejemplo, con un superávit de lluvias anuales pero una temporada seca prolongada en terreno llano con reservas de agua subterránea a grandes profundidades) los árboles con profundos sistemas de raíces son capaces de prolongar la época de crecimiento. Además, el intercambio en finas raíces en profundidad aumenta las reservas de carbono en el suelo en profundidades que pueden generar cambios en el carbono del suelo luego de una conversión superiores a 20 Mg de carbono por ha. Por ejemplo, cuando se convierten llanuras de *Imperata* en plantaciones de palma aceitera en suelo mineral, se puede esperar un incremento en la reserva de carbono del suelo de hasta $13,2 \pm 6,6$ Mg /ha respecto de una reserva inicial de $40,8 \pm 20,4$ Mg /ha (Agus y otros, 2009).

Recuadro 5-2 La mayor cantidad de biomasa se encuentra en los escasos árboles realmente grandes

La reserva de carbono en un árbol individual depende de su tamaño. Los árboles con troncos de 10-19 cm de diámetro (medido a una altura estándar de 1,3 m sobre el suelo, llamado “diámetro a la altura del pecho” o DAP), pueden tener una biomasa de aproximadamente 135 kg/árbol. Con aproximadamente 900 árboles por ha, la biomasa asociada correspondiente es de 121,5 t/ha. Aún así, la mayor cantidad de biomasa se encuentra en los escasos árboles realmente grandes. Con un DAP de 0-70 cm, la biomasa por árbol podría ser de aproximadamente 20.000kg (20 t). Con 10 árboles/ha, la correspondiente biomasa sería de aproximadamente 200 t/ha. La tabla que figura a continuación resume este ejemplo.

Por lo tanto, las implicancias de los grandes árboles en la biomasa (y en el carbono) por ha son muy significativas. Si bien la tala selectiva permite eliminar un número reducido de árboles por ha (y dañar los circundantes), la explotación forestal puede causar disminuciones sustanciales en el total de biomasa y reserva de carbono.

Ejemplos de composición de biomasa arbórea en una hectárea de bosque tropical

DAP (cm)	Kg/árbol	Nº de árboles/ha	Masa (t/ha)
10-19	135	900	121,5
20-29	2 250	70	157,5
30-49	8 500	20	170,0
50-70	20 000	10	200,0

Los reservorios de carbono prioritarios para la contabilización nacional

15. La decisión respecto de qué reservorios de carbono deben medirse como parte del sistema nacional o de contabilización del carbono y se determina mediante diversos factores como:

- Disponibilidad de recursos financieros
- Disponibilidad de datos existentes de buena calidad
- Facilidad y costo de la medición
- La magnitud de los cambios potenciales en los reservorios de carbono

16. Según la terminología de IPCC, el proceso de establecer reservorios de carbono prioritarios se denomina “análisis de categorías clave.” Las fuentes y sumideros principales de CO₂ se identifican en diversos niveles específicos de informe: Nivel 1 o datos de escala global para las categorías no clave (o categorías de menor prioridad) y Nivel 2 y 3 o escala/resolución más fina para las categorías clave. (IPCC, 2006, Vol 4, Capítulo 1.3.3)

17. Debido a que los cálculos de carbono a nivel nacional pueden ser incompletos y altamente inciertos, es preciso proceder de un modo **conservador** para aumentar la credibilidad de los cálculos (Grassi y otros, 2008). Un análisis conservador implica no

exagerar y/o minimizar el riesgo de exagerar los cálculos y de propagar errores. Por ejemplo, no incluir el carbono del suelo en la contabilización constituye un enfoque conservador. Si bien esto podría llevar a obtener una menor cantidad de créditos de REDD+, la inclusión del carbono del suelo podría disminuir la credibilidad de los cálculos de las reducciones totales de emisiones. (Para conocer detalles sobre la aplicación de este principio, consulte Grassi y otros, 2008.)

18. Dada la limitada cantidad de recursos, el trabajo de campo para calcular las reservas de carbono debe ser selectivo. Debe darse prioridad a los mayores reservorios de carbono con la mayor probabilidad de conversión/emisión. (Sírvase ver Capítulo 4 para mayor información sobre los factores que motivan la deforestación y la degradación). Por ejemplo, las áreas de bosques más vulnerables a los cambios suelen ser las de mayores costos de oportunidad, como los bosques junto a caminos.

19. La Tabla 5.1 resume las prioridades para medir diferentes reservorios de carbono junto con los métodos y costos relativos involucrados. En general, se sugiere otorgar la mayor prioridad a la biomasa arbórea y al carbono del suelo. La reserva de carbono de los cultivos agrícolas suele ser baja y puede obtenerse de la bibliografía. En el caso de las turberas, el mayor reservorio de carbono es la turba en sí misma, por lo que es muy recomendable medir su contenido de carbono.¹

Tabla 5-2 Prioridades y costos de medir el carbono por uso de la tierra

Reservorio de C	Método	Uso de la tierra					
		Bosque		Perenne		Cultivo anual	
		Costo	Priori.	Costo	Priori.	Costo	Priori.
Biomasa arbórea	<i>DAP y ecuaciones alométricas</i>	2	4	2	4		
Biomasa del sotobosque	<i>Muestras destructivas</i>	4	2	4	1		
Cultivo	<i>Literatura, datos secundarios</i>					2	3
Biomasa muerta	<i>No destructivo</i>	2	2	2	1		
Hojarasca	<i>Destructivo</i>	3	2	2	1		
C del suelo	<i>Destructivo: densidad y contenido de C</i>	4	3	4	3	4	3

Nota: Los valores mayores indican mayor prioridad (sombreado en verde) o mayor costo (sombreado en rojo). Ejemplo de Indonesia.

Fuente: Autores.

¹ Sin embargo, no está claro si las turberas se incluirán en REDD+ o cómo se lo hará.

Establecimiento de un marco de análisis sobre el carbono

20. La utilización de enfoques claros y simples para medir las reservas de carbono ayuda a lograr una contabilización nacional transparente. El enfoque simplificado aquí propuesto sirve para establecer una base de carbono para el análisis de los costos de oportunidad. Si bien es más directo, el enfoque no siempre coincide con los detallados métodos de cálculo de carbono establecidos en la *Guía de Buenas Prácticas* (GPG por sus siglas en inglés) de IPCC.² La GPG ofrece información sobre cómo proceder para clasificar, tomar muestras y recopilar datos para la contabilización nacional de las reservas de carbono y de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero asociadas con actividades de Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra (AFOLU). En general, todos los datos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- **Representatividad:** ser capaces de representar los sistemas de uso de la tierra/las categorías de cobertura terrestre y las conversiones entre sistemas de uso de la tierra/cobertura terrestre, necesarias para calcular cambios en las reservas de carbono y las emisiones y remociones de GEI;
- **Coherencia temporal:** ser capaces de representar los sistemas de uso de la tierra/las categorías de cobertura terrestre en forma coherente a lo largo del tiempo, sin verse indebidamente afectados por discontinuidades artificiales en los datos de series temporales;
- **Integridad:** se debe incluir toda la tierra dentro de un país, con aumentos en algunas áreas equilibrados por disminuciones en otras, reconociendo la estratificación biofísica de la tierra si es necesario (y en la medida en que pueda justificarse mediante los datos) para calcular e informar las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero; y
- **Transparencia:** las fuentes de datos, definiciones, metodologías y presunciones deben describirse con claridad.

Dos métodos para medir el carbono

21. Los cambios en las reservas promedio de carbono por cobertura terrestre pueden monitorearse utilizando diversos métodos que incluyen conjuntos de datos y cálculos secundarios de IPCC (2003b). Además, los países pueden realizar inventarios forestales y muestreos *in situ* utilizando parcelas permanentes para los usos de la tierra. Para medir los cambios en las reservas de carbono ocasionados por la degradación, IPCC (2006) recomienda dos opciones que no son mutuamente excluyentes (Figura 5.2):

- El método de diferencia entre reservas y
- El método de ganancia-pérdida

² Por ejemplo: (1) la utilización de un valor por defecto de 4:1 para el cociente raíz, (2) un factor de conversión de carbono de 0,46 para la biomasa viva, la necromasa y la materia orgánica del suelo.

22. El método de **diferencia entre reservas** utiliza los inventarios de reservas de carbono de usos d la tierra para calcular secuestros o emisiones. Las reservas de carbono en cada reservorio de carbono se calculan midiendo la reserva de biomasa existente al comienzo y al final de cada periodo de contabilización.

23. El método de **ganancia-pérdida** se basa en modelos de crecimiento entendiendo desde el aspecto ecológico el modo en que crecen los bosques y otros usos d la tierra, junto con información sobre procesos naturales y acciones del ser humano que ocasionan pérdidas de carbono. Las ganancias de biomasa se calculan con base en índices de crecimiento típicos en términos de incremento anual medio menos pérdidas de biomasa calculadas para actividades como explotación forestal, daño por tala, recolección de leña y de otros productos, sobrepastoreo e incendios (Murdyarso y otros, 2008). El costo de este método suele ser menor porque los reservorios de carbono se determinan por única vez al inicio y luego se generan modelos a través del tiempo.

A- Diferencia entre reservas

La diferencia entre las reservas de C da como resultado las emisiones de C

B- Ganancia-pérdida

Las emisiones de C se calculan restando la pérdida a la ganancia

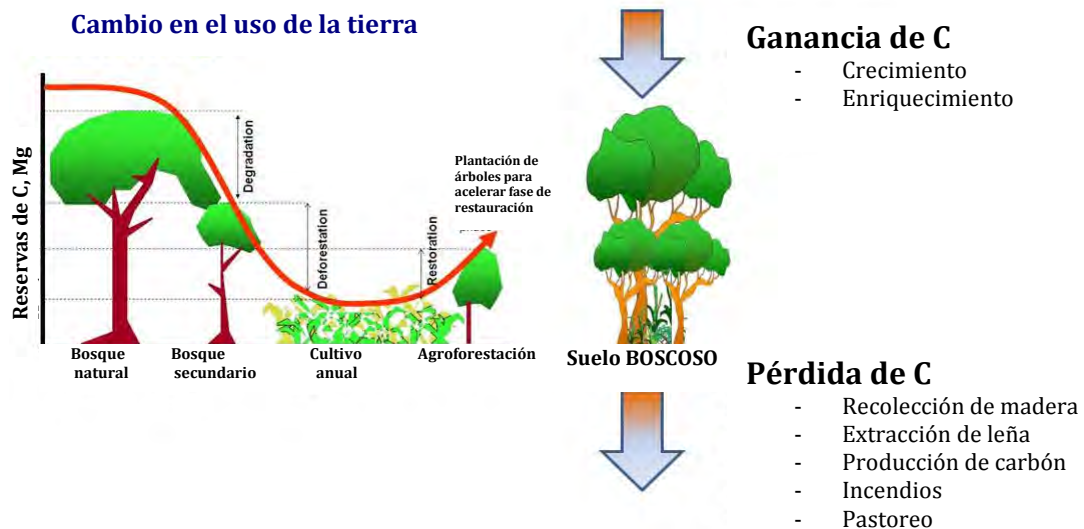


Figura 5-2 Comparación de los métodos de diferencia entre reservas y ganancia-pérdida

Fuente: Modificado de Murdyarso y otros, 2008

24. La elección del método de medición dependerá principalmente de los datos disponibles y de los recursos y capacidades para recopilar nuevos datos. Si el propósito es realizar una contabilización nacional del carbono, se puede utilizar una combinación de ambos métodos. Es necesario verificar que los métodos se apliquen en forma uniforme en caso de combinarlos.

25. El método de medición utilizado en este manual de capacitación es el de diferencia entre reservas, debido a que se necesita una única “reserva de carbono típica” de un sistema de uso de la tierra (t C/ha), para compararlo con un atributo económico típico (VPN) (US\$/ha) para calcular la proporción para cualquier tipo de cambio en el uso de la tierra.

Cálculo de la “reserva de carbono típica” de un uso de la tierra determinado

26. A los fines de un análisis de costos de oportunidad de REDD+, se necesita un valor de la reserva de carbono típica para cada uso de la tierra (en IPCC, 2000, se denominó **reserva promedio de carbono**). Este valor único se utiliza para contabilizar el carbono y se compara con un valor único de la rentabilidad calculada a valor presente neto (VPN). Un valor de reserva de carbono típico integra las ganancias y las pérdidas durante el ciclo de vida del uso de la tierra. A continuación se exponen (1) los pasos necesarios para determinar un sistema nacional de contabilización del carbono, (2) métodos para medir el carbono y (3) evaluación de la calidad de los datos sobre el carbono, procedimientos de muestreo y mediciones de campo de las reservas de carbono.

27. Para determinar la reserva de carbono típica se debe comenzar reconociendo el ciclo de vida del uso de la tierra (sírvase ver la Figura 5.3). La reserva de carbono “en promedio temporal” reconoce las dinámicas de los usos de la tierra (Palm y otros, 2005). Este método toma en cuenta un nuevo crecimiento y la tala de los árboles, y permite la comparación de usos de la tierra que tienen diferentes momentos y patrones de rotación de crecimiento y tala de árboles.

28. Para los usos de la tierra que están en equilibrio respecto de su edad (todas las edades son igualmente probables), el valor en promedio temporal también será el valor en promedio espacial, al aplicarlo a un paisaje lo suficientemente extenso. Dicho cálculo equivale a la suma de todas las ganancias y pérdidas de carbono. Para los sistemas de uso de la tierra cuya superficie está en crecimiento, el valor en promedio espacial será inferior al promedio temporal, y análogamente el valor en promedio espacial será superior al valor en promedio temporal para los sistemas que están en decrecimiento. Por lo tanto, la pérdida de carbono o el potencial de secuestro de un sistema de uso de la tierra **no** se determina por la reserva de carbono máxima del sistema en cualquier momento dado, sino por el promedio del carbono almacenado en dicho sistema de uso de la tierra durante su ciclo de vida (ASB, 1996). En el **Apéndice D** figuran los pasos específicos para calcular reservas de carbono en promedio temporal para sistemas de monocultivo y mixtos.

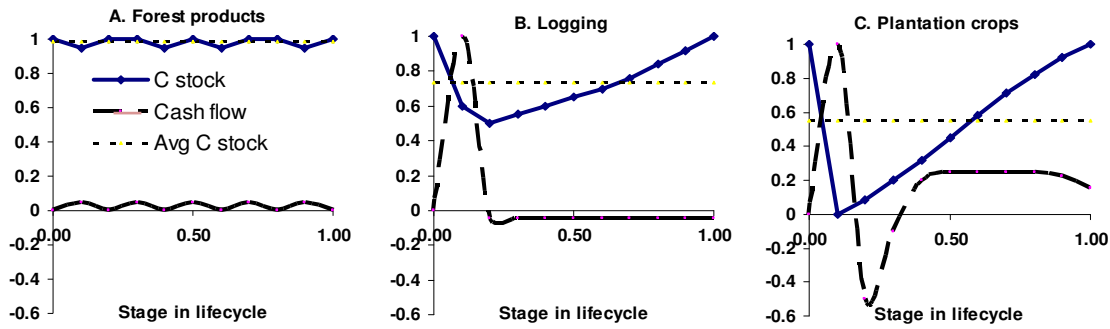


Figura 5-3 Reserva de carbono aérea y flujos de fondos de tres usos d la tierra

Reserva promedio de carbono de los sistemas agroforestales

29. En los sistemas agroforestales, donde los agricultores incorporan diversos árboles en los establecimientos agrícolas, las reservas de carbono se comportan de un modo diferente que en las tierras de cultivo o en los bosques manejados. Por ejemplo, los árboles en los sistemas agroforestales se talan con mayor frecuencia que bajo manejo forestal. Para calcular las reservas de carbono, resulta útil desarrollar cursos de tiempo anuales de las reservas de carbono. En la Figura 5.4, las líneas sólidas (más oscuras) representan las reservas de carbono anuales y las punteadas (más claras) representan las reservas de carbono en promedio temporal de: 230 tC/ha para bosque, 80 tC/ha para agroforestación y 29 tC/ha para cultivos anuales o llanuras de *imperata* de productividad en descenso.

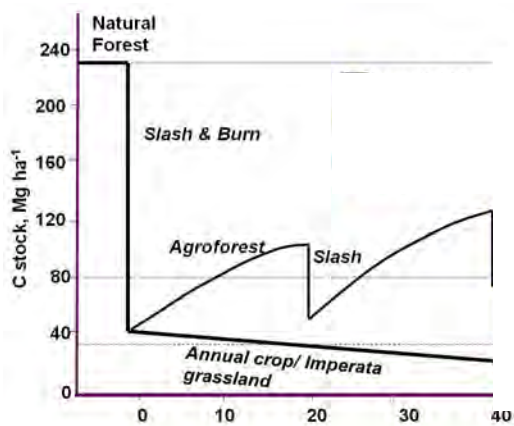


Figura 5-4 Ejemplo de cambios en las reservas de carbono de diferentes usos d la tierra

Fuente: IPCC/LULUCF-sección 4 (2000)

Contabilización de la degradación forestal

30. Incluso sin convertir bosques a otros usos, pueden producirse emisiones de carbono debido a la degradación forestal. La degradación forestal puede definirse como la *pérdida a largo plazo directamente inducida por el ser humano (que persista durante X años o más) de por lo menos Y por ciento de las reservas de carbono forestal (y valores forestales) desde el tiempo (T), que no califique como deforestación* (IPCC, 2003a). A pesar de esta definición, aún no se ha acordado el procedimiento operativo para monitorear, reportar y verificar (MRV) la degradación. Las medidas de X, Y y superficie mínima son difíciles de especificar porque los valores dependen de los tipos de actividades de degradación y de la composición del bosque (Murdiyarsa y otros, 2008).

31. Las actividades comunes que degradan los bosques en los trópicos son las siguientes (GOFC-GOLD, 2009):

- Tala selectiva
- Incendios forestales de gran escala y abiertos
- Recolección de leña y productos forestales no madereros
- Producción de carbón vegetal, pastoreo, incendios debajo de la cobertura forestal, rotación de cultivos

32. Aparte de la tala selectiva, se han realizado escasos análisis sobre el modo en que estos procesos inciden en la pérdida de biomasa forestal y el tiempo necesario para su nuevo crecimiento. Para calcular las reservas de carbono de los bosques en contextos de deforestación y degradación es necesario monitorear: (1) cambios en la superficie forestal por tipo de árbol (2) reservas de carbono promedio por unidad de superficie y tipo de bosque (IPCC 2003b). El análisis de Nivel 1 registra los cambios en la superficie dentro de las categorías de bosques y utiliza valores internacionales por defecto para las densidades de carbono de dichas categorías de bosques. En el Nivel 2, se aumentan la precisión y la exactitud calculando las densidades de carbono utilizando datos específicos del país en lugar de valores internacionales por defecto. El análisis de Nivel 3 utiliza modelos y sistemas de inventario para ajustar los cálculos a las circunstancias nacionales en forma reiterada a través del tiempo, midiendo de este modo los cambios en las densidades de carbono dentro del periodo de contabilización.

Tabla 5-3 Medición de la degradación forestal: métodos de diferencia entre reservas y ganancia-pérdida

<i>Actividad</i>	<i>Método de diferencia entre reservas</i>	<i>Método de ganancia-pérdida</i>
Tala selectiva	<ul style="list-style-type: none"> • La tala legal suele requerir la medición de la biomasa luego de la recolección, por lo que se debe contar con los datos necesarios. • La tala ilegal debería requerir recopilar datos adicionales. • En su lugar pueden utilizarse datos sobre bosques no perturbados si no se cuenta con datos previos a la tala para ciertos sitios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculos del incremento anual medio (IAM) de los usos y registros centralizados de actividades de extracción de madera. • La confiabilidad depende de la honestidad de las compañías madereras al informar los índices de extracción.
Incendios forestales de gran escala	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden utilizarse datos de referencia de bosques no perturbados para la situación anterior al incendio, pero será necesario un inventario forestal para medir la biomasa posterior al incendio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las pérdidas a causa de incendios pueden calcularse a partir de la superficie incendiada y pueden utilizarse los factores de emisión para calcular las emisiones conforme a la biomasa perdida.
Recolección de leña y de productos forestales no madereros	<ul style="list-style-type: none"> • Los niveles de biomasa anteriores a la recolección pueden calcularse utilizando valores típicos en bosques no perturbados, pero en la práctica gran parte de los bosques que son objeto de estos usos ya suelen encontrarse parcialmente degradados al inicio del periodo de contabilización. • En las áreas que ya se encuentran bajo la administración de individuos o de comunidades, los usuarios de los bosques pueden confeccionar inventarios forestales previos y posteriores al periodo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden existir datos sobre las pérdidas (ej., registros de productos comerciales madereros, cálculos de uso de leña). • La extracción de leña también puede calcularse utilizando datos sobre la población y sobre el promedio de consumo doméstico de leña.
Pastoreo de ganado, rotación de cultivos, incendio debajo de la altura de la cobertura forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Los niveles de biomasa anteriores a la recolección pueden calcularse utilizando valores típicos en bosques no perturbados, pero en la práctica gran parte de los bosques que son objeto de estos usos ya suelen encontrarse parcialmente degradados al inicio del periodo de contabilización. • Pueden realizarse mediciones respecto de la comunidad para ayudar a establecer la “apropiación” local del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos sobre ganancia figuran en las estadísticas IAM estándar. • Los datos sobre ganancia figuran en las estadísticas IAM estándar. • Es difícil encontrar datos sobre pérdidas en las estadísticas nacionales.

Fuente: Murdiyaso y otros, 2008.

Diagnóstico de los datos existentes sobre carbono

33. Al recopilar o revisar los cálculos sobre reservas típicas de carbono de los usos de la tierra, es posible que diversos datos ya estén disponibles. Dicha información puede clasificarse conforme a los niveles de IPCC:

- *Nivel 1:* Datos de escala global (imágenes de teledetección).
- *Nivel 2:* Datos de escala nacional
 - Datos de inventarios forestales, generalmente referidos a los volúmenes de madera de especies de maderas comercialmente atractivas, aunque podrían incluir todos los árboles,
 - Datos primarios que pueden convertirse a cálculos de biomasa total,
- *Nivel 3:* Datos sobre la parcela/cuenca hidrográfica
 - Modelos bio-económicos de producción de biomasa bajo diversos regímenes de manejo, calibrados según los datos de biomasa a nivel de la parcela (usualmente disponible para los cultivos principales y algunos cultivos de plantaciones),
 - Datos ecológicos sobre parcelas de largo plazo que incluyen todos los reservorios de biomasa y necromasa.

34. Como ya se mencionó, el establecimiento de prioridades sobre reservorios de carbono o “análisis de categorías clave” toma en cuenta las fuentes y sumideros principales de carbono y los niveles de producción de informes asociados. Las categorías que no son clave o de prioridad inferior pueden informarse con los datos del Nivel 1 mientras que las categorías clave deben utilizar los Niveles 2 y 3 o datos de una escala/resolución de mejor calidad (IPCC, 2006, Vol. 4, Capítulo 1.3.3). Puede haber diversos tipos y calidades de datos sobre el carbono dentro de un país. Por lo tanto, se requiere de un diagnóstico de los datos nacionales sobre carbono disponibles para identificar vacíos de información y áreas de debilidad, garantizando la recopilación de nuevos datos.

35. Debido a que casi todos los tipos de teledetección dependen de mediciones terrestres de reservas de carbono, los esfuerzos para extrapolar espacialmente y analizar cambios temporales requieren que los datos sobre carbono se recopilen utilizando protocolos claros. La utilidad y el valor de cualquiera de estos datos depende de lo siguiente:

- Descripción adecuada del método utilizado al seleccionar las parcelas
- Integridad de los registros que permiten interpretar la parcela como parte de un sistema de uso de la tierra con periodo de tiempo e intensidad conocidos
- Representatividad del conjunto de parcelas para representar el dominio (ej, según variaciones climáticas, en la tierra y en la accesibilidad),
- Descripción adecuada del método utilizado en la medición, incluyendo el tamaño de la muestra o la intensidad de muestreo utilizada en muestreos “sin parcela”
- Viabilidad de los datos primarios y posibilidad de realizar cálculos adicionales.

36. Si alguna de estas cuestiones se viese afectada, los datos podrían resultar sospechosos para su utilización. Todos los puntos anteriores pueden como mínimo garantizar que el

programa de muestreo complete los faltantes y verifique las partes inciertas del conjunto de datos.

Medición del carbono de diferentes usos d la tierra

37. Una premisa básica de la *Guía de Buenas Prácticas* (GPG por sus siglas en inglés) del IPCC es que la tierra puede destinarse a una (y solo una) de las seis categorías expuestas abajo. Un uso de la tierra puede considerarse como una categoría de nivel superior para representar todos los usos similares d la tierra, y las subcategorías describen circunstancias especiales significativas para el contenido de carbono, si es que hay datos disponibles.³

38. Este supuesto de la GPG del IPCC respecto de categorías de suelo no ambiguas puede concordar con las tradiciones institucionales de algunos países, pero la premisa puede plantear dificultades. ¿A qué categoría pertenece un agro-bosque de caucho en una turbera? Tal uso de la tierra (1) cumple con la altura de árbol y cobertura de copa mínima de un bosque, pero se encuentra (2) en un humedal y (3) su producción se registra dentro de las estadísticas agrícolas. Por lo tanto, la consistencia de los métodos de contabilización para todas las categorías de suelo requiere entender bien dichas relaciones. Las categorías de suelo del IPCC son:

(i) *Suelo forestal*

39. Esta categoría incluye todos los suelos con vegetación leñosa, concordante con los parámetros utilizados para definir *Suelo Forestal* en el inventario nacional de gases de efecto invernadero. También incluye sistemas con una estructura de vegetación que actualmente se encuentra por debajo de dichos parámetros, pero *in situ* podría posiblemente alcanzar los parámetros utilizados por un país para definir la categoría de *Suelo Forestal*.

(ii) *Tierras agrícolas*

40. Esta categoría comprende las tierras para la agricultura, incluyendo los campos de cultivo de arroz, y sistemas agroforestales donde la estructura de la vegetación se encuentra (actualmente o potencialmente) por debajo de los parámetros utilizados para definir la categoría de *Suelo Forestal*.

(iii) *Pastizal*

41. Esta categoría incluye tierras de pasto y pasturas no consideradas *Tierras Agrícolas*. También incluye sistemas con vegetación leñosa y otra vegetación que no es pasto como las hierbas y los arbustos que quedan por debajo de los valores parámetro utilizados en la

³ Para el análisis de costos de oportunidad de REDD+, también se necesitan subcategorías para sistemas de uso de la tierra que generan diferentes niveles de rentabilidad.

categoría de *Suelo forestal*. La categoría incluye también todos los pastizales abarcando desde las tierras vírgenes hasta áreas recreativas, así como sistemas agrícolas y sistemas silvopastoriles, en congruencia con las definiciones nacionales.

(iv) Humedales

42. Esta categoría incluye áreas de extracción de turba y suelo cubierto o saturado de agua durante todo o parte del año (ej., turberas) y que no entra en las categorías de *Suelo forestal*, *Tierras agrícolas*, *Pastizales* o *Asentamientos*. Incluye los reservorios como una subdivisión administrada, y ríos y lagos naturales como subdivisiones no administradas.

(v) Asentamientos

43. Esta categoría incluye todos los suelos desarrollados, incluyendo transporte y asentamientos humanos de cualquier tamaño, salvo que ya estén incluidos en otras categorías. Debe guardar congruencia con las definiciones nacionales.

(vi) Otros suelos

44. Esta categoría incluye suelo desnudo, roca, hielo y todas las áreas de suelo que no corresponden a ninguna de las otras cuatro categorías. Permite que el total de áreas de suelo identificadas coincida con el área nacional, cuando hay datos disponibles. Si hay datos disponibles, se incentiva a los países a clasificar los suelos no manejados conforme a las categorías de uso de la tierra mencionadas anteriormente (ej., clasificarlos como Suelo Forestal no manejado, Pastizal no manejado y Humedales no manejados). De este modo, se mejorará la transparencia y se aumentará la capacidad de llevar un registro de las conversiones en el uso de los suelos desde tipos específicos de suelos no manejados hacia las categorías anteriormente mencionadas.

Recuadro 5-2 Almacenamiento de carbono fuera del sitio

Parte de la biomasa de los bosques, plantaciones forestales o cultivos anuales se remueve del campo e ingresa en los flujos comerciales económicos. Si bien se han realizado esfuerzos para asignar las reservas de carbono de dichos productos a sus áreas de origen (en especial en el caso de la madera), la integridad y la transparencia del sistema mundial de contabilización de carbono estarían en riesgo si debiesen realizarse dichos cálculos.

Las guías actuales del IPCC (2006) no incluyen los productos fuera del sitio como parte del sistema, si bien los cambios en las reservas del bosque pueden calcularse tomando la diferencia entre el incremento y la extracción de biomasa (ej., remociones, aprovechamientos), si existen datos confiables en ambos casos. La contabilización de las reservas de carbono se ve beneficiada por el simple hecho de que en cualquier momento se pueden inspeccionar todas las reservas en el lugar.

Muestreo y medición de la reserva de C

45. Una vez establecidas las prioridades de los reservorios de carbono que se pretende medir y definido el método de medición, el muestreo seguirá una serie de pautas respecto de:

- Esquema de muestreo, incluyendo estratificación (sírvese consultar el Capítulo 4 de este manual, Dewi y Ekadinata, 2008, y Winrock, 2008)
- Sistema jerárquico para la clasificación de usos d la tierra (sírvese consultar el Capítulo 4).

46. El Recuadro 5.4 expone una serie de pautas para obtener la cantidad de unidades de muestras necesarias. Es preciso tener en cuenta que el aumento del nivel deseado de precisión y exactitud tendrá impactos en los costos.

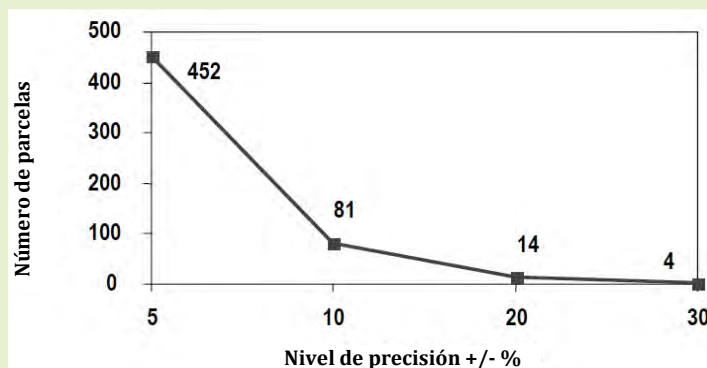
Recuadro 5-3 Pasos para determinar el número de parcelas de la muestra

Paso 1. Seleccionar el nivel deseado de exactitud y precisión

La selección del nivel de exactitud y precisión casi siempre se relaciona con los recursos disponibles y las exigencias del comprador (el mercado). El nivel de precisión requerido tendrá un efecto directo en los costos de inventario. En general, el nivel de precisión para proyectos forestales (error muestral) es +/-10% del valor de carbono promedio con un nivel de confianza del 95%. Los proyectos de silvicultura de pequeña escala del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) pueden utilizar un nivel de precisión de +/- 20% (Emmer, 2007). Sin embargo, se pueden definir niveles específicos de precisión para cada tipo de sistema de uso de la tierra del inventario. A mayor precisión mayores costos.

La siguiente figura expone la relación entre el número de parcelas y el nivel (grado) de precisión (+/- % de reserva de carbono total en biomasa viva y muerta) con un nivel de confianza del 95% para cuatro tipos de reservorios de carbono combinados (biomasa aérea y subterránea, hojarasca y materia orgánica d la tierra) presentes en seis categorías de vegetación del proyecto Noel Kempff en el bosque tropical de Bolivia.

Para lograr un nivel de precisión de +/-5%, se necesitaron 452 parcelas, mientras que sólo 81 parcelas proporcionarían un nivel de precisión de +/-10%. Este ejemplo demuestra las implicancias en términos de costo-beneficio de un mayor nivel de precisión.



Paso 2. Seleccionar áreas para realizar una recopilación preliminar de datos

Antes de determinar la cantidad de parcelas necesarias para monitorear y medir el carbono, se debe obtener un estimado de la varianza existente de cada tipo de depósito (ej., carbono del suelo) en cada sistema de uso de la tierra correspondiente a la leyenda de uso de la tierra. Dependiendo de la presencia del mismo estrato en el área del proyecto, debe muestrearse cada estrato de un área (repetición), para que los resultados sean estadísticamente válidos. Inicialmente, lo recomendado es cuatro a ocho repeticiones para cada sistema de uso de la tierra.

Paso 3. Calcular el promedio, la desviación estándar y la varianza de los datos preliminares sobre la reserva de carbono

La reserva promedio de carbono se calcula para cada sistema de uso de la tierra o leyenda de uso de la tierra a partir de los datos preliminares (o de bibliografía si se hallan estudios de un área similar).

Resultado: Promedio, desviación estándar y varianza de carbono por sistema/leyenda de uso de la tierra.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad S = \sqrt{S^2}$$

Promedio
Varianza
desviación est.

Paso 4. Cálculo del número necesario de parcelas de muestreo

Una vez conocida la varianza de cada sistema/leyenda de uso de la tierra, se puede calcular el nivel deseado de precisión y error estimado (mencionado en el nivel de confianza seleccionado) y el número de parcelas de muestreo necesarias. La fórmula genérica para calcular el número de parcelas es la siguiente:

Fórmula para más de un sistema de uso de la tierra:

$$n = \frac{(\sum_{h=1}^L N_h * s_h)^2}{\frac{N^2 * E^2}{t^2} + (\sum_{h=1}^L N_h * s_h^2)}$$

Donde:

n = número de parcelas

E = error permitido (precisión promedio x nivel seleccionado).

Como se vio en el paso anterior, el nivel recomendado de exactitud es $\pm 10\%$ (0,1) de promedio pero puede ser de hasta $\pm 20\%$ (0,2).

t = muestra estadística de la distribución de t para un nivel de confianza del 95% (usualmente utilizado como un número de muestra)

N = número de parcelas en el área del estrato (área del estrato dividido por el tamaño de la parcela en ha)

s = desvío estándar del sistema de uso de la tierra

Fuente: Sección adaptada de Rugnitz y otros, 2009.

Herramientas en línea para calcular el número de parcelas: Winrock International ha desarrollado una herramienta en línea: "Winrock Terrestrial Sampling Calculator" que ayuda a calcular el número de muestras y los costos de estudios de línea de base y monitoreo.

Disponible en: <http://www.winrock.org/ecosystems/tools.asp>

47. Una vez calculado el número de unidades de muestreo, es necesario diseñar la muestra. La Figura 5.6 resume los tamaños recomendados de parcelas y subparcelas bajo cada unidad de muestreo.

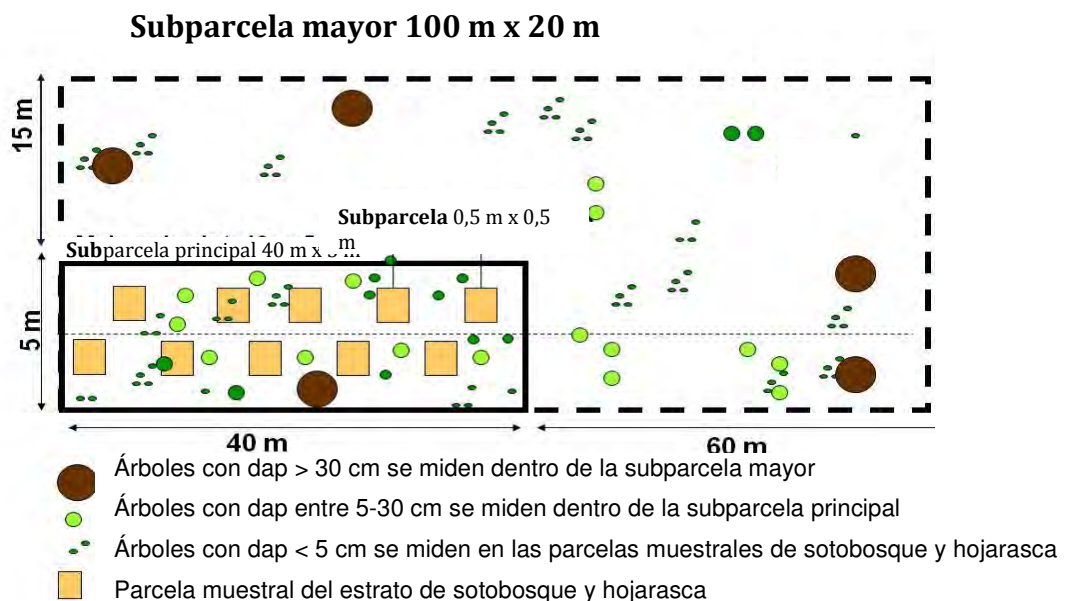


Figura 5-5 Tamaños recomendados de parcelas y subparcelas para muestreo de reservas de carbono

Fuente: Hairiah, y otros 2010.

Muestreo a nivel de parcela

Medir la reserva de carbono a nivel de parcela requiere evaluar:

- Biomasa
 - Muestreo destructivo de pequeñas parcelas de vegetación del sotobosque, cultivos anuales o pastos y
 - Cálculos de biomasa forestal no destructivos que utilicen ecuaciones alométricas de biomasa.
 - Valores por defecto para la biomasa subterránea (raíces).
- Necromasa
 - Destructivo (para los restos de hojarasca en la superficie de la tierra) o
 - No destructivo (para madera muerta).
- Materia orgánica de la tierra

48. Los procedimientos de medición de carbono de diversos reservorios se explican en detalle en Hairiah y otros, 2010 (en inglés), Rognitz y otros, 2009 (en español y portugués) y existen numerosos recursos más disponibles en GOF-C-GOLD (2009).

49. El reservorio de carbono más importante es la biomasa forestal. Para calcular las reservas de carbono de los árboles se debe conocer:

- El número total de árboles por ha,
- la distribución de su diámetro a la altura del pecho,
- dos parámetros que relacionen la biomasa con el diámetro del tronco (“alométricos”).

50. La dificultad está en los detalles. Es necesario 1) utilizar las ecuaciones alométricas correctas (y saber cuándo no utilizar las estándar) y (2) conocer las frecuencias de diámetros, en especial la de los árboles grandes. Utilizar ecuaciones alométricas extraídas de la bibliografía ayuda a simplificar los cálculos de reserva de carbono a nivel de paisaje. Es preciso seguir las pautas para elegir la/s ecuación/es alométricas correctas (Chave y otros 2005; sírvase consultar la Tabla 5.3 que incluye una descripción de los criterios). Si **no** se cumple con alguno de los criterios, se recomienda desarrollar ecuaciones alométricas locales. Si existen varias ecuaciones que cumplen con los criterios, se debe elegir la que tenga mayor valor de R^2 (sírvase consultar Rognitz y otros, 2009, p.51-59 para conocer el procedimiento detallado). El **Apéndice C** contiene una lista de las ecuaciones alométricas según especie y tipo de bosque.

Tabla 5-4 Criterios para elegir las ecuaciones alométricas

Criterio	Descripción
Condiciones del suelo y del clima	Condiciones climáticas similares del área muestral y del lugar para el cual se desarrolló la ecuación en términos de: - Temperatura media anual - Precipitación anual - Altitud Cuando sea posible, condiciones de suelo similares.
Especies cosechadas	Al menos 30% de las especies de bosques utilizadas en la ecuación están presentes en el área muestral
Tamaños de los árboles	Diámetro a la altura del pecho (DBH) y altura del árbol similares

Fuente: Adaptado de Rognitz y otros, 2009.

Recuadro 5-4 Grandes árboles, grandes raíces... pero no siempre es así

Los árboles grandes suelen tener raíces grandes. Para bosques tropicales mixtos, la proporción de biomasa aérea y subterránea es de aproximadamente 4:1. En condiciones muy húmedas, la proporción puede aumentar a 10:1; en condiciones secas puede caer a 1:1 (van Noordwijk y otros, 1996; Houghton y otros, 2001; Achard y otros, 2002; Ramankutty y otros, 2007). Debido a que no es simple medir la biomasa de las raíces (aunque existe un método que utiliza el diámetro de la raíz en la base del tronco y ecuaciones alométricas), se suelen utilizar supuestos por defecto para la relación parte aérea/raíz basadas en la bibliografía disponible (Cairns y otros, 1997; Mokany y otros, 2006).

De la parcela al uso de la tierra

51. Para calcular cambios en las reservas de carbono a nivel del paisaje, se necesitan datos sobre la reserva de carbono típica o reserva promedio de carbono de cada uso de la tierra, **no** la reserva de carbono de cada parcela bajo las condiciones actuales. Aquí, nos referiremos a la hoja de cálculo provista en este manual. La hoja de cálculo **OppCost** en [SpreadsheetexercisesREDDplusOppCosts.xlsm](#) relaciona las reservas de carbono para cambios en el uso de la tierra según la categoría de uso de la tierra. El **Apéndice D** incluye algunos ejemplos sobre cómo calcular reservas de carbono en promedio temporal para sistemas de monocultivo y otros. La Tabla 5.4 que figura a continuación expone valores estimados de reservas de carbono en promedio temporal de los sistemas de uso de la tierra seleccionados de diversos países.

Tabla 5-5 Reserva promedio de carbono (media y rango) de usos d la tierra seleccionados

Uso de la tierra	Reserva promedio de carbono, Mg /ha	Referencia, comentarios
Bosque primario (Indonesia)	300 (207-405)	Palm y otros, 1999
Bosque talado en forma selectiva (Kalimantan Central, Indonesia)	132	Brearily y otros, 2004
Rotación de arbusto/cultivo	15	Prasetyo y otros (2000)
Llanura de Imperata	2	Palm y otros (2004)
Palma aceitera(Indonesia)	60	Recalculado de Rogi (2002)
Palma aceitera (Indonesia)	40	Datos recientes de ICRAF-Indonesia
Agrobosque de caucho, 25 años de edad (Sumatra, Indonesia)	68	Promedio basado en Palm y otros (2004)
Agrobosque de caucho, 40 años de edad (Kalimantan Este, Indonesia)	100	Rahayu y otros, 2004
Plantación de coco	60	Ajustado de 98 Mg ha ⁻¹ conforme a IPCC (2006) basado en Rogi (2002)
Plantación de Jatropha	10	June (2008) basado en Niklas (1994)
Plantación de té	28	Adaptado de Kamau y otros (2008)
Caña de azúcar	9	Soejono 2004, modificado
Sistema agroforestal basado en el café	51	Hairiah (2007, para café de sombra)
Cacao	58	Lasco y otros (2002)

De uso de la tierra a la región subnacional

52. Una vez obtenida la reserva promedio de carbono por sistema de uso de la tierra, se debe calcular/estimar el carbono en promedio temporal de cada cobertura terrestre para extrapolarlo a nivel de paisaje. Por ejemplo, en la Figura 5.6, la cobertura terrestre de “Plantación” abarca cinco usos d la tierra diferentes (pino, agathis, caoba, clavo de olor y bambú). Debido a que no es posible distinguir estos usos d la tierra a nivel de la cobertura terrestre (y la reserva promedio de carbono tiene una variación/desviación relativamente pequeña), se calcula un promedio para la cobertura terrestre.

53. Una vez calculadas las reservas de carbono en promedio temporal por cobertura terrestre, se las debe extrapolar multiplicando la superficie en el paisaje bajo análisis en el año “y” utilizando los resultados de un análisis SIG. Luego se debe repetir el procedimiento en el mapa del año y+10, y luego se calcula la diferencia en las reservas de carbono.

Land cover	LUS	Plant density per ha	Total C stock, Mg ha ⁻¹	Max. Age, year	Time Avg. C Stock, Mg ha ⁻¹	
1. Forest	Degraded Forest	2248	161	50	161	161
2. Agroforestry	AF_Multistrata	3970	123	30	111	111
3. Plantation	AF_Simple	4018	99	30		
	Pinus	795	183	30	144	139
	Agathis		190	40	146	
	Mahogany	963	198	50	212	
Clove		142	35	70		
4. Grassland	Bamboo	3188	159	15	121	
	Napier grass, 4 months	-	100	0.25	11	11
	Napier grass, 1 month	-	78			
5. Annual crop	Vegetables	-	79	0.25	1.5	1.5

Pennisetum purpureum (Rumput Gajah=napier grass)

Figura 5-6 Extrapolación de carbono de los usos d la tierra a las coberturas terrestres a nivel del paisaje

Fuente: Hairiah y otros, 2010.

De región subnacional a nación

54. Para llevar los cálculos de carbono desde el nivel de paisaje a niveles subnacionales y nacionales es necesario el trabajo conjunto de diversos organismos gubernamentales, ONG y otras instituciones. A nivel nacional, los datos disponibles normalmente corresponden al nivel de cobertura terrestre. La disponibilidad de conjuntos de datos nacionales espaciales específicos difiere según el país y la información suele encontrarse distribuida entre diversos Ministerios (Agricultura, Pesca, Medio Ambiente, Minería y Energía) u organismos gubernamentales especializados.

55. Dentro de los países, las diferentes regiones con condiciones similares en general ya suelen estar identificadas con condiciones climáticas, orográficas o flora. Estas clases diferentes deben utilizarse como base para el proceso de estratificación dentro del esquema de muestreo (Recuadro 5.4) y para el desarrollo de un mapa de usos d la tierra. Es probable que dicha información sea suficiente para diferenciar espacialmente regiones con contenido de carbono similar, especialmente bosques. Sin embargo, dicho enfoque tiene algunas desventajas derivadas de:

- Errores en la clasificación de los píxeles en clases de cobertura terrestre
- Incertidumbre sobre los valores de reserva de carbono por clase
- Cambios en el carbono a través del tiempo

56. Las imprecisiones e incertidumbres en los datos de inventarios forestales pueden ocasionar hasta una diferencia de miles de millones de toneladas en la reserva global de carbono de los árboles. Los errores pueden radicar en la superficie del bosque, el volumen

de madera por superficie, la biomasa por volumen de madera y la concentración de carbono. Debido a que los factores se multiplican en forma conjunta para calcular la reserva de carbono, una medición más precisa de la variable más segura mejora en cierta medida la precisión. Un error del 10% en la biomasa por hectárea, por ejemplo, puede ocasionar una discrepancia equivalente a un error de medición de la superficie del bosque por millones de hectáreas. Por lo tanto, un muestreo no sesgado de los bosques regionales es de suma importancia para lograr un monitoreo preciso de los bosques globales (Waggoner, 2009).

57. Desde la perspectiva de un análisis de costos de oportunidad, las categorías de usos de la tierra son clave para identificar y cuantificar los diferentes usos de la tierra a nivel de paisaje y nacional. Cada uso de la tierra debe tener su correspondiente contenido de carbono. Al calcular y comparar las diferencias entre los contenidos de carbono de diversos usos de la tierra en el año “y” y en el año y+5, y+10 o los intervalos definidos, se podrán calcular los cambios en las reservas de carbono. Sin embargo, ya sea que se utilicen datos de Nivel 2 o Nivel 3, el enfoque tiene desventajas derivadas de:

- Errores en la clasificación espacial por tipos de uso de la tierra, combinando “fases de la cobertura terrestre” con características de la tierra y estilos de administración
- Incertidumbre sobre los cambios en las reservas de carbono en promedio temporal dentro de las categorías de uso de la tierra

Elaboración de un sistema de monitoreo nacional

58. La CMNUCC ha definido elementos y capacidades clave para elaborar sistemas nacionales de monitoreo de carbono para REDD+ así como los componentes y capacidades requeridos para establecer un sistema nacional de monitoreo para calcular las emisiones y las remociones de los bosques. Estos elementos clave incluyen:

- Ser parte de una estrategia o plan de implementación de REDD+,
- Mediciones sistemáticas y reiteradas de todos los cambios relevantes en las reservas de carbono relacionadas con bosques,
- Cálculo e informe de las emisiones y remociones de carbono a nivel nacional utilizando las metodologías contenidas en la guía de buenas prácticas de IPCC para LULUCF o bien de un modo compatible con dichas metodologías, dada la transparencia, uniformidad, compatibilidad y precisión que debe caracterizar dichos sistemas.

59. Los componentes clave y capacidades necesarias para establecer un sistema nacional de monitoreo de emisiones y remociones de bosques se encuentran explicados en CMNUCC, 2009, páginas 8-10 e incluyen:

- Planificación y diseño

- Recopilación de datos y monitoreo
- Análisis de los datos
- Niveles de emisión de referencia
- Informes

60. El **Apéndice B** contiene una tabla que resume las capacidades necesarias para elaborar un sistema nacional de monitoreo de emisiones.

61. A una escala más precisa, la recopilación de datos (Nivel 3) debe sortear dificultades tanto en cuanto a los datos recopilados por los “profesionales forestales” como a los recopilados por los miembros de las comunidades. Los responsables de la recopilación de datos primarios deben implementar medidas de control de calidad que identifiquen valores atípicos y resultados inesperados. Los resultados inesperados pueden constituir una oportunidad de aprendizaje si se los confirma mediante una doble verificación. Sin embargo, los resultados “participativos” imprecisos pueden sesgar los resultados generales si se los conserva en el conjunto de datos.

Una base de datos del carbono forestal

62. Cada vez hay más datos disponibles sobre el carbono. Se está desarrollando una Base de Datos del Carbono Forestal y un sistema de intercambio de acceso público (CIFOR, 2010; Kurnianto y Murdiyarsa, 2010). La base de datos es útil para las actividades de monitoreo, elaboración de reportes y verificación nacional y subnacional de REDD+. La base de datos de acceso libre está diseñada para permitir la participación de investigadores y profesionales, que realizan inventarios forestales habituales, manejan parcelas muestrales y realizan investigaciones sobre las reservas forestales y temas relacionados.

63. El sistema permite la contabilización de los cinco reservorios de carbono. También puede agregarse información complementaria (ej., detalles del sitio, cobertura terrestre, clima y suelo) que proporcione un contexto de los datos sobre la reserva de carbono. Si se carga todo el inventario de datos, la reserva de carbono se calculará en forma automática, por factor que reconoce el factor de ecosistema (ej., lluvias, temperatura). El sistema:

- Reduce la recopilación de datos duplicados permitiendo el acceso a datos que ya han sido recopilados, reduciendo de este modo los costos.
- Ofrece un fácil acceso a datos que no pueden replicarse directamente, como grandes investigaciones cuya réplica sería muy costosa.
- Permite comparar las reservas de carbono de diferentes tipos de uso de la tierra en base a datos aportados por otros.

Cálculo de los costos de medición del carbono y de la construcción de capacidades

64. Elaborar un inventario de reservas de carbono nacional o subnacional es una tarea costosa que requiere tiempo. Si bien numerosos países acostumbran a realizar inventarios forestales, la contabilización del carbono es un paso más. La contabilización del carbono fuera del bosque o en sistemas mixtos de uso de la tierra también aumenta la complejidad de la tarea. Por lo tanto, uno de los costos iniciales principales de la medición del carbono enfrentado por algunos países es el desarrollo de la capacidad de sus profesionales.

65. Debido al alto y cambiante contenido de carbono de los bosques y la posibilidad de incurrir en mediciones imprecisas, se están realizando numerosos esfuerzos para mejorar la eficacia en relación con el costo de los inventarios y las investigaciones de campo. La estratificación de los bosques según su reserva de carbono (ej. afectada por la extracción de madera), no necesariamente según el tipo de bosque, puede reducir la incertidumbre y los costos (Brown, 2008)

66. En el corto plazo, la construcción de capacidades es deseable a nivel nacional/subnacional. En el mediano a largo plazo, pueden aplicarse algunos métodos para lograr eficacia en términos de costos, por ejemplo: celebrar alianzas institucionales, involucrar a las comunidades e incluir temas específicos sobre la medición del carbono y prácticas de campo en los programas de educación [terciaria] y, principalmente, utilizar las capacidades nacionales disponibles. En algunos casos los guardabosques, biólogos, ecologistas, etc., pueden transmitir algunas habilidades básicas sobre medición del carbono a las comunidades que viven en los bosques y en los márgenes de los bosques. Este método incentiva la participación de las comunidades locales y disminuye los costos en el largo plazo.

67. La Tabla 5.5 resume los costos relativos de utilizar datos de diferente resolución, las capacidades a utilizar y las capacidades requeridas. Si bien la participación de organizaciones internacionales también genera costos mayores, es posible transmitir capacidades a los niveles nacional y local a través de convenios y alianzas para lograr disminuir los costos. Los costos iniciales suelen ser mayores que los costos de mantenimiento y aumento de las capacidades.

68. Los costos difieren dependiendo del país y de la cantidad de información faltante. A continuación figuran los costos estimados de equipos y personal para muestreo de biomasa aérea en Colombia (Tabla 5.6) y un inventario forestal nacional en la India (Tabla 5.7). El costo promedio de evaluar la cobertura forestal y los cambios por unidad de superficie en la India es US\$ 0,60 por km². El costo por unidad se calcula con base en la cobertura forestal total del país, que se estima en 677.088 km².

Tabla 5-6 Costos relativos de elaborar un inventario nacional de contabilización del carbono

Concepto	Escala		
	Nivel 1: cálculos globales	Nivel 2: datos nacionales disponibles	Nivel 3: Datos sobre parcela/cuenca hidrográfica
Costo relativo	Libre acceso en línea pero se necesita conocimiento experto para interpretar los datos \$	No son de libre acceso y se encuentran distribuidos en la mayoría de los casos. Los costos se relacionan principalmente con los trámites para obtener los datos \$\$	Normalmente sólo disponibles a pequeña escala o muy específicos y no son de libre acceso o es necesario recopilar datos propios. Las fuentes de estos datos son las instituciones o gobiernos locales o regionales \$\$\$
Capacidades utilizadas	Expertos internacionales	Expertos nacionales	Expertos locales
Costos relativos	Personal de organizaciones internacionales (Banco Mundial, ONU, ONG, etc) con acceso directo a los gobiernos, generalmente involucrados en el inicio del proceso \$\$\$\$	Personal de organismos gubernamentales nacionales y ONG locales, instituciones educativas generalmente ubicadas en las ciudades, que establecen las normas/políticas nacionales locales \$\$	Expertos locales, (por ej., universidades y comunidades ubicadas en bosques tropicales). Algunos han realizado alianzas con expertos locales u otros expertos nacionales \$-\$
Capacidades requeridas para MRV	Implementación	Mantenimiento	Mejora
Costos relativos	La implementación inicial varía según la capacidad actual del país \$\$\$	Actualización e implementación de sistemas de garantía y control de calidad \$\$	Capacitación especializada, participación en conferencias internacionales o acceso a estándares internacionales \$\$-\$\$\$

Fuente: autores

Tabla 5-7 Equipos y personal para muestreo de biomasa aérea en Colombia

Actividad	Equipos	Personal	Tiempo (*por parcela, **por árbol
Muestreo de vegetación no arbórea	1 GPS Cuerda de nylon de 5 m 3 machetes 1 balanza de 25 kg o más 1 balanza de 1 a 5 kg con precisión de 0,1 g Bolsas plásticas, marcadores, lápices, formularios	3 personas	40 - 60 minutos*
Inventario forestal	1 GPS 1 cinta de 50 metros 1 hipsómetro 3 machetes 1 poste de madera de 2m de longitud (puede obtenerse en el campo) Cuerda de nylon de 30 m Marcadores, lápices, formularios	3 personas	120-150 minutos*
Árboles y plantas	1 motosierra 1 cinta metálica 4 machetes 1 balanza de 50 kg o más 1 balanza con capacidad de 1 a 5 kg y precisión de 0,1 g Bolsas plásticas, marcadores, lápices, formularios	4 personas	1-5 horas**

* La cantidad de parcelas trabajadas en un día dependerá del tiempo de transporte dentro de los puntos de muestra.

** El tiempo depende del tamaño (y dureza) del árbol.

Fuente: *Carbono y Bosques, 2005, citado en Rognitz, y otros 2009.*

Tabla 5-8 Costo de medición de la cobertura forestal y cambios utilizando imágenes satelitales en la India

Componentes	Costo por 100 km² (US\$)	%
Recursos humanos (costo de interpretación de datos por parte de técnicos, supervisión y verificación por parte de profesionales y verificación de campo)	38,5	64
Costo de los datos satelitales (IRS.P6- LISS III de 23,5 x 23,5 m)*	6,5	11
Equipos (costo del hardware/software con una vida útil estimada en 5 años más mantenimiento diario, instalación de aire acondicionado, red, etc.)	15,0	25
<i>Total</i>	<i>60,0</i>	<i>100</i>

*El tipo de cambio utilizado es 1 US\$ = 50 Rupia. En total, 393 escenas satelitales utilizando IRS P-6 LISS III cubren todo el país. La superficie de cada escena es aprox. 20.000 km².

Fuente: CMNUCC, 2009.

Prioridades de medición según las condiciones del bosque

69. El costo de medir y monitorear la degradación depende de las circunstancias nacionales, que incluyen los siguientes factores:

- Superficie de la cobertura forestal
- Estratificación del bosque (ej., La República Democrática del Congo tiene un tipo de bosque principal, mientras que Indonesia y México tienen cuatro o más)
- Nivel de contabilización del carbono

Referencias y lectura complementaria

- Achard, F, Eva HD, Stibig H-J and Mayaux P, Gallego J, Richards T and Malingreau J-P, 2002. Determination of deforestation rates of the world's human tropical forests. *Science* 297: 999-1002.
- Agus, F., I.G.M. Subiksa, 2008. *Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan (Peatland: Potential for agriculture and the environmental aspects)*. Instituto Indonesio de Estudio d la tierra y Centro Mundial para la Agroforestación, Bogor. 36p.
- Agus F, Runtunuwu E, June T, Susanti E, Komara H, Las I, van Noordwijk M. 2009. Carbon budget in land use transitions to plantation. *Indonesian Journal of Agricultural Research and Development* (En imprenta).
- Angelsen, A. 2007. *Forest cover change in space and time: combining von Thünen and the forest transition*. Documento de Trabajo de Investigación de la Política del Banco Mundial. WPS 4117. Banco Mundial, Washington D.C.
- Brearily, F. Q., Prajadinata, S., Kidd, P. S., Proctor, J. dan Suriantata. 2004. Structure and Floristics of an old secondary rainforests in Central Kalimantan, Indonesia and a comparison with adjacent primary forest. *Forest Ecology and Management*, 195: 385-397.
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. Documento sobre Silvicultura de la FAO 134. FAO: Roma.
<http://www.fao.org/docrep/w4095e/w4095e00.htm#Contents>
- Brown, S. 2008. *Assessment of the Advantages and Limitations of Ground-Based Surveys and Inventories*. Taller de la CMNUCC sobre Cuestiones Metodológicas relacionadas con REDD en los Países en Desarrollo, junio 25-27. Tokio, Japón.
http://unfccc.int/files/methods_and_science/lulucf/application/pdf/080625_tokyo_brown.pdf
- Cairns M A, Brown S, Helmer E H y Bumgardner G A,1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111: 1-11.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra, T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*. 145(1):87-99.
- CIFOR, 2010. CarboFor: sitio de internet Carbon Forestry de CIFOR.
<http://www.cifor.cgiar.org/carbofor/>
- Couwenberg J., Dommain R. & H. Joosten (2009). Greenhouse gas fluxes from tropical peatlands in Southeast Asia. *Global Change Biology*, 16: 1715-1732.
- Dewi, S., Ekadinata, A., 2008. *Ground-truthing protocol*. Landscape Mosaics. Plataforma de Biodiversidad de CIFOR-ICRAF
- Emmer, I. 2007. Manual de contabilidad de carbono y diseño de proyectos. Proyecto Encofor. Quito, Ecuador. 22p www.joanneum.at/encofor

Agencia de Protección Ambiental (EPA), 2010. *Carbon sequestration in agriculture and forestry*. Disponible en línea en: <http://www.epa.gov/sequestration/science.html> (Última actualización el 26 de junio de 2010)

Germer, J., y J. Sauerborn. 2008. Estimation of the impact of oilpalm plantation establishment on greenhouse gas balance. *Environmental Development and Sustainability* 10:697-716.

Gibbs, H.K., Brown, S., Niles J.O. y Foley J.A., 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD+ a reality. *Environ. Res. Lett.* 2 045023 (13pp).

GOFC-GOLD. 2009. *Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and degradation in developing countries: A sourcebook of methods and procedures for monitoring, measuring and reporting, GOFC-GOLD Report version COP14-2*, (Oficina del Proyecto GOFC-GOLD, Recursos Naturales Canadá, Alberta, Canadá).

Grassi, G. S. Monni, S. Federici, F. Achard, D. Mollicone. 2008. *Applying the conservativeness principle to REDD to deal with the uncertainties of the estimates*. *Environ. Res. Lett.* 3 (2008) 035005 (12pp) doi:10.1088/1748-9326/3/3/035005

Hairiah, K., S. Rahayu. 2007. *Petunjuk praktis Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. Centro Mundial para la Agroforestación, ICRAF sudeste Asiático, ISBN 979-3198-35-4. 77p

Hairiah K, Dewi S, Agus F, van Noordwijk M, Rahayu S, Velarde SJ. 2010. *Measuring Carbon Stocks Across Land Use Systems: A Manual*. Bogor, Indonesia. Centro Mundial para la Agroforestación (ICRAF), Oficina Regional de SEA, Universidad de Brawijaya y ICALRRD (Centro Indonesio para el Estudio y Desarrollo de los Recursos de los Suelos Agrícolas) en www.worldagroforestrycentre.or/sea.

Houghton R A, Lawrence KT, Hackler JL y Brown S, 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Glob.Change Biol.* 7:731-746.

IPCC1997. *IPCC Guidance for Green House Gas Inventories – Cuadernillo de Trabajo (Volumen 2) Actualizado en 1996*. <http://www.ipcc.ch>

IPCC. 2000. *Land Use, Land-Use Change and Forestry. A Special Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 377pp.

IPCC2003a. *Definitions and methodological options to inventory emissions from direct human-induced degradation of forests and devegetation of other vegetation types*. En: Penman, J., Gytarsky, M., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Wagner, F. (eds.) IPCC-IGES, Kanagawa. Japón.

IPCC 2003b. *Good Practice Guidance for Land-Use, Land-Use Change and Forestry*. En: Penman, J., Gytarsky, M., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Wagner F. (eds.) IPCC-IGES, Kanagawa. Japón.

IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Preparado por el Programa de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, Eggleston H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. y Tanabe, K. (eds.). Publicado por IGES Japón.

- Jaenicke, J., J.O. Rieley, C. Mott, P. Kimman, F. Siegert (2008). Determination of the amount of carbon stored in Indonesian peatlands. *Geoderma* 147: 151–158
- Jauhiainen, J, Vasander H, Jaya A, Takashi I, Heikkinen J, Martikinen P. 2004. Carbon balance in managed tropical peat in Central Kalimantan, Indonesia. En: *Wise Use of Peatlands*, Procedimientos del 12° Congreso Internacional sobre Turberas, 6-11 de junio, Tampere, volumen 1, Päivänen, J. (ed.), International Peat Society, Jyväskylä, pp. 653-659.
- Joosten, H. 2007. Peatland and carbon. pp. 99-117 En: Parish, F., Siri, A., Chapman, D., Joosten H., Minayeva, T., y Silvius M (eds.) *Assessment on Peatland, Biodiversity and Climate Change*. Global Environmental Centre, Kuala Lumpur y Wetland International, Wageningen.
- June, T., Wahyudi A, Runtunuwu E, Syahbuddin H, Sugiarto Y, Hastuti S, Wihendar TN, Nugroho WT. 2008. *Potensi Serapan Karbon Jarak Pagar (Jatropha curcas, L) untuk Pengembangan Clean Development Mechanisme (CDM) Tanaman Perkebunan*. Laporan Tengah Tahun KKP3T. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 16 p.
- Kamau, D. M., J. H. J. Spiertz y O. Oenema. 2008. Carbon and nutrient stocks of tea plantations differing in age, genotype and plant population density. *Plant Soil* 307:29–39
- Kurnianto, S. y Murdiyarso, D. 2010 *Forest carbon database: a Web-based carbon stock data repository and exchange system*. CIFOR, Bogor, Indonesia. 16p.
- Lasco, R. D. 2002. Forests carbon budgets in Southeast Asia following harvesting and land cover change. *Science in China* (serie C), Vol. 45 : 55-64.
- Locatelli, B. 2007. Diapositiva de reservorios de carbono. MSc course SA 507, CATIE.
- Maltby E, Immirzi, P. 1993. Carbon dynamics in peatlands and other wetland soils. Regional and global perspectives. *Chemosphere* 27(6), 999–1023.
- Melling L, Hatano R, Goh KJ. 2005. Soil CO₂ flux from three ecosystems in tropical peatland of Sarawak, Malaysia, *Tellus* (2005), 57B, 1–11.
- Mokany K, Raison J R, y Prokushkin AS, 2006. Critical analysis of root-shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biolology* 12: 84-96.
- Murdiyarso, D., M. Skutsch, M. Guariguata, M. Kanninen, C. Luttrell, P. Verweij, O. Stella. 2008. Measuring and monitoring forest degradation for REDD: Implications of country circumstances. CIFOR Infobrief. No.16, Noviembre.
http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/Infobrief/016-infobrief.pdf
- Niklas, K.J., 1994. *Plant Allometry, the Scaling of Form and Process*. Editorial de la Universidad de Chicago, Chicago, 365 pp.
- Palm, C., T. Tomich, M. van Noordwijk, S. Vosti, J. Gockowski, J. Alegre and L. Verchot. 2004. Mitigating GHG emissions in the humid tropics: Case studies from the Alternatives to Slash-and-Burn Program (ASB). *Environment, Development and Sustainability* 6: 145–162.
- Palm, C.A., M. van Noordwijk, P.L. Woormer, J. Alegre, L. Arevalo, C. Castilla, D.G. Cordeiro, B. Feigl, K. Hairiah, J. Koto Same, A. Mendes, A. Moukam, D. Murdyarso, R. Nyomgamg, W.J. Parton, A. Ricse, V. Rodrigues, S.M. Sitompul, 2005. Carbon losses and sequestration with land use change in the humid tropics. En: C.A. Palm, S. Vosti, P.A. Sanchez and P.J. Ericksen (eds.) *Slash- and -Burn Agriculture, the search for alternatives*. p. 41-62.

- Pearson, T., S. Walker, S. Brown, 2005. *Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects*. Winrock International.
- Prasetyo, L. B., G. Saito, H. Tsuruta. 2000. *Development of database for ecosystem changes and emissions changes of GHG using remote sensing and GIS in Sumatera Island, Indonesia* <http://www.gisdevelopment.net/acrs/2000/ts11/glc002pf.htm>
- Ramankutty N, Gibbs H K, Achard F, DeFries R, Foley J A, Houghton RA, 2007. *Glob.Change Biol.* 13:51-66
- Rogi, J. E. X., 2002. *Penyusunan model simulasi dinamika nitrogen pertanaman kelapa sawit (Elaeis guineensis, Jacq.) di unit Usaha Bekri Propinsi Lampung*. Disertación. Universidad Agrícola de Bogor.
- Rügnitz, M. T.; Chacón, M. L.; Porro R. 2009. *Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales*. 1. ed. Lima, Perú: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA). 79 p.
- Tomich, T.P., M. Van Noordwijk, S Budidarsono, A. Gillison, T. Kusumanto, D. Mudiyarso, F. Stolle and A.M. Fagi, 1998. *Alternatives to Slash-and-Burn in Indonesia. Summary Report & Synthesis of Phase II*. ASB-Indonesia and ICRAF-S.E. Asia.
- CMNUCC, 2009. *Cost of implementing methodologies and monitoring systems relating to estimates of emissions from deforestation and forest degradation, the assessment of carbon stocks and greenhouse gas emissions from changes in forest cover, and the enhancement of forest carbon stocks*. Documento técnico (FCCC/TP/2009/1). En línea.
- van Noordwijk M., G. Lawson, A. Soumaré, J.J.R. Groot, K. Hairiah. 1996. Root distribution of trees and crops: Competition and/or complementary. En: Chin Ong and Peter Huxley (eds.) *Tree-Crop interactions - a physiological approach*. CABI - ICRAF. p 319-364.
- Verchot, L. V., M. van Noordwijk, S. Kandji, T.P. Tomich, C. Ong, A. Albrecht, J. Mackensen, C. Bantilan, K. V. Anupama, C. Palm, 2007. Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitig Adapt Strat Glob Change*.
- Waggoner, P. 2009. Forest Inventories: Discrepancies and Uncertainties. Documento de discusión RFF DP 09-29. Resources for the Future. Washington, D.C.
- Winrock International, 2008. *Winrock Terrestrial Sampling Calculator*. Hoja de cálculo en línea. Disponible en: <http://www.winrock.org/ecosystems/tools.asp>
- Wösten JHM, Ismail AB, van Wijk ALM. 1997. Peat subsidence and its practical implications: a case study in Malaysia. *Geoderma* 78:25-36.

Estimación de los costos de oportunidad de REDD+

Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 6. Rentabilidad y beneficios netos de los usos de la tierra

Objetivos

Mostrar cómo:

1. Desarrollar un marco analítico para calcular la rentabilidad de los usos de la tierra (bosque, agricultura, ganadería),
2. Estimar presupuestos financieros de distintos usos de la tierra,
3. Identificar fuentes de información sobre costos e ingresos necesarias para calcular el rendimiento neto,
4. Desarrollar un análisis de rentabilidad plurianual de las trayectorias de los usos de la tierra,
5. Identificar y revisar con sentido crítico los supuestos metodológicos y de datos.

Contenidos

Objetivos	6-1
Términos de Economistas.....	6-2
¿Por qué tanto detalle?.....	6-3
Temas iniciales – clarificación de supuestos.....	6-3
Presupuestos empresariales.....	6-15
Presupuestos de uso de la tierra	6-22
Rentabilidades de las trayectorias de los usos de la tierra	6-31
Consideraciones finales: más métodos y supuestos.....	6-36
Referencias y lectura complementaria	6-38



World Bank
Institute



1. El análisis económico comprende numerosos términos y frases que se utilizan usualmente (Cuadro 6.1). Sírvase referirse al Glosario en el **Anexo A** para obtener definiciones.

Términos de Economistas

<i>Tasa de descuento</i>	<i>Renta</i>	<i>Capital</i>
<i>Valor presente neto</i>	<i>Rendimiento neto</i>	<i>Perspectiva de</i>
<i>Rentabilidad</i>	<i>Presupuesto empresarial</i>	<i>contabilización</i>

2. Con frecuencia, evitar la deforestación requiere renunciar a la rentabilidad, beneficios y oportunidades de empleo que hubieran generado los nuevos usos d la tierra. La reforestación de tierras también puede ocasionar una reducción de ingresos y empleo. Para saber lo que costará la participación en fondos y mercados de carbono, se necesita responder a preguntas como las siguientes:

- *¿Qué rentabilidad y empleos generan los bosques?*
- *Cuando se talan los bosques, cual es la rentabilidad y el empleo generado por los nuevos usos d la tierra?*
- *Cuando se reestablecen los bosques, ¿qué rentabilidad y empleos producen?*
- *¿Qué rentabilidad y empleos están asociados tierras sin cobertura forestal antes de ser forestadas/reforestadas?*

3. Este capítulo expone cómo estimar dos componentes económicos importantes de los costos de oportunidad: la rentabilidad y el empleo. Tanto los ingresos por rentabilidad como por el empleo generado de los bosques y otros usos d la tierra son necesarios para calcular los costos de oportunidad de REDD+. Los procedimientos que se exponen más adelante se basan en un enfoque ascendente de recolección de datos con análisis de ingresos y costos para una amplia variedad de actividades de uso de la tierra.¹

Recuadro 6-1 La rentabilidad se refiere a algo más que a dinero

Utilizamos el término *rentabilidad* como una abreviatura conveniente. Otros términos, tales como *beneficios netos*, *rendimiento neto* o *utilidad neta* también pueden emplearse. *Rentabilidad* es una forma concisa y conveniente de describir el concepto de beneficios menos costos.

También es importante tener en cuenta que especialmente en regiones rurales, el valor de la producción no siempre está basado en el dinero. Varios productos y servicios tienen valor a pesar de no ser comprados o vendidos (por ejemplo, el aporte del trabajo familiar, el consumo familiar de las cosechas, etc.). Ya sea en la imputación o en el cálculo, el valor de estos bienes y servicios no comerciales es un desafío para el análisis de costo de

¹ En la introducción se describen otros enfoques de costos de oportunidad de REDD+ menos precisos, Capítulo 1.

oportunidad de REDD+. (En el Capítulo 8 se hace referencia a otros servicios del ecosistema no comerciales y externos, tales como la función de la cuenca hidrográfica y los cobeneficios de la biodiversidad). Por ello, en este manual, la *rentabilidad* se utiliza para representar el concepto general de los beneficios netos que reciben los usuarios de la tierra a partir de un uso determinado del mismo.

¿Por qué tanto detalle?

4. El enfoque ascendente proporciona un registro sólido y transparente de los datos recolectados y de su análisis, junto con una revisión de los supuestos metodológicos, que son esenciales para calcular los costos de oportunidad de REDD+ en forma precisa. Cuando se combina con la información sobre la reserva de carbono, el análisis de rentabilidad permitirá a los generadores de políticas calcular los costos de oportunidad de REDD+.

5. Este capítulo ayuda a desarrollar capacidades para:

- 1) Estimar y comparar en forma sistemática la rentabilidad generada por diferentes usos de la tierra,
- 2) Identificar los datos requeridos para el análisis, y
- 3) Estimar la rentabilidad de acuerdo con los tres niveles jerárquicos de actividades dentro de los usos de la tierra:
 - a) *Presupuesto empresarial (o por actividad)*, el cual es el bloque principal de información por cada actividad,
 - b) *Los presupuestos de los sistemas del uso de la tierra* responden a los múltiples emprendimientos que se encuentran dentro de los usos de la tierra,
 - c) *Presupuestos de trayectorias de usos de la tierra* representan cómo una parcela puede sufrir numerosos cambios en el uso de la tierra.

Temas iniciales – clarificación de supuestos

6. Se necesitan numerosos tipos de datos y procedimientos para estimar la rentabilidad de los usos de la tierra. A continuación se exponen algunos detalles que vale la pena mencionar.

¿La perspectiva de quién? (la perspectiva de contabilización)

7. Los programas de REDD+ involucran diferentes tipos de propietarios de la tierra. Éstos pueden ser un país o un grupo individual (por ejemplo, agricultores, hacendados, compañías madereras, comunidad). La forma en que se calculan los costos y los ingresos – denominada “perspectiva de contabilización” – representa el punto de vista de los grupos individuales² o del país.³ Si bien una perspectiva de contabilización no afecta los datos de

² Con frecuencia denominada rentabilidad *privada* o *financiera*.

productividad (por ejemplo, rendimiento/cantidades cosechadas), la diferencia en la perspectiva determina los datos recolectados, los precios y las tasas de descuento dentro de las cuentas del presupuesto, y por ende, los análisis de rentabilidad. La combinación inapropiada de métodos es un error común que puede resultar en estimaciones engañosas (Pagiola y Bosquet, 2009).

8. Para la perspectiva de contabilización de un país, los costos y los beneficios deberían valorarse según el valor social de los recursos (es decir, su valor en su siguiente mejor uso alternativo) en lugar de los precios de mercado observados. El valor social de un recurso puede diferir del observado en los mercados debido a las distorsiones políticas (por ejemplo, impuestos, subsidios, restricciones a las importaciones, etc.), o a imperfecciones del mercado⁴ (por ejemplo, debido a una falta de derechos de propiedad). En cambio, los costos para los grupos individuales se evalúan a precios reales, incluyendo cualquier impuesto (Pagiola y Bosquet, 2009).

9. A continuación se exponen las tasas de descuento y cómo las mismas se ven afectadas por la perspectiva de contabilización.

¿Qué precio real se puede utilizar?

10. Los precios reales pueden diferir, con frecuencia en forma sustancial, de acuerdo con la ubicación: agrícola, del mercado local, del mercado nacional o del internacional. Debido al transporte y a los costos de intermediarios (por ejemplo, comerciantes/distribuidores), los precios del productor agrícola pueden ser 20-95% del precio en el mercado nacional o internacional. Los analistas con frecuencia utilizan los siguientes tres tipos de datos de precios, que representan diferentes etapas de un producto dentro de la cadena de valor de un producto:

Precio agrícola: el precio que recibe un agricultor por su producción o que paga por insumos en los límites de la granja. Estos precios se determinan a partir de investigaciones de campo con agricultores o se encuentran en datos de censos agrícolas.

Precio mayorista o de mercado regional: el precio al cual se comercian los productos agrícolas en varios mercados internos. Estos precios incluyen el costo de transporte entre la granja y el mercado, y están disponibles en investigaciones en ubicaciones de mercado.

³ Con frecuencia denominada rentabilidad *social o económica*.

⁴ Situación en la cual el mercado no asigna recursos en forma eficiente. Las imperfecciones del mercado pueden ocurrir por alguno de los siguientes tres motivos: (1) monopolio – cuando una parte tiene poder para evitar que se realicen operaciones eficientes, (2) una operación tiene efectos exógenos (efectos colaterales) que reducen la eficiencia en otras partes del mercado o en la economía más general, y (3) la naturaleza de ciertos bienes o servicios (por ejemplo, bienes públicos tales como carreteras).

Precio en frontera: el precio al cual se exportan al extranjero los productos agrícolas. Dichos precios normalmente están disponibles a través de estadísticas oficiales.

11. Se recomienda utilizar los precios del productor agrícola para representar los costos reales sobre un uso de la tierra en particular. Es necesario realizar ajustes cuando se espera que los precios del productor agrícola difieran de los precios del lugar donde se recolectan los datos (por ejemplo, mercados locales). Los agrónomos y extensionistas agrarios locales conocen los precios del productor agrícola. En aquellos casos en que no los conozcan, puede estimarse un factor de ajuste, con frecuencia relacionado con la distancia hasta el mercado y la calidad del transporte terrestre y fluvial.

¿Cómo deben tomarse los precios distorsionados por políticas?

12. Los precios pueden diferir asimismo debido a las intervenciones gubernamentales en el mercado. Los subsidios a los insumos (por ejemplo, de agroquímicos, gasolina, fertilizantes) pueden incrementar la rentabilidad; mientras que los impuestos sobre ellos pueden reducir la rentabilidad. En forma similar, la rentabilidad de los usos agrícola y forestal de la tierra disminuye por los impuestos a las exportaciones que normalmente afectan los precios del productor agrícola. Los subsidios a la producción o los impuestos y restricciones a las importaciones incrementan los precios y la rentabilidad.⁵

13. A pesar de todas estas distorsiones potenciales a los precios, los gobiernos están interviniendo en los mercados en menor medida que en el pasado. Para mejorar la competitividad mundial y el comercio justo, los tratados internacionales sobre tarifas normalmente limitan el uso de tales mecanismos. Asimismo, con frecuencia los gobiernos cuentan con menor capacidad financiera para subsidiar sectores económicos dado que el sobreejercicio presupuestario y la deuda son controlados por las organizaciones de financiamiento (por ejemplo, bancos, el Fondo Monetario Internacional, etc.).

14. Si tales distorsiones de precios son evidentes y significativos, se recomienda llevar cálculos por separado de (1) los costos para los usuarios de la tierra y los costos presupuestarios para el gobierno (utilizando precios no ajustados), y (2) los costos para el país (utilizando precios que corrijan las distorsiones). Puede utilizarse una Matriz de Análisis de Políticas (MAP) para comparar los resultados de diferentes enfoques contables (o supuestos metodológicos) de los sistemas económicos. Por ejemplo, las diferencias en las políticas de recursos agrícolas y naturales y las imperfecciones del mercado de factores pueden compararse con presupuestos calculados a precios privados y sociales (Monke y Pearson 1989 es la referencia básica).

⁵ En algunos países, la producción ganadera y la palma aceitera son usos del suelo que, por ejemplo, han recibido subsidios.

¿Por qué usar una tasa de descuento?

15. La tasa de descuento es la forma en que los economistas dan cuenta del tiempo al estimar el valor de los bienes y servicios. Para el análisis de rentabilidad que considera varios años, el valor de rentabilidad futura debe descontarse correctamente. Simplificando, un dólar hoy vale más que un dólar mañana.

16. La tasa de descuento para evaluar costos para el país debería ser la tasa de descuento social normalmente utilizada por el gobierno. En cambio, la tasa de descuento para calcular los costos y los beneficios para grupos individuales debería reflejar su preferencia sobre la tasa vinculada al tiempo. Si los costos para grupos individuales (incluyendo el gobierno) se sumasen y se recalculasen sobre la base del valor social de los recursos en lugar de los precios observados, deberían ser equivalentes a los costos para el país. Dicho de otra forma, los costos para el gobierno y para los grupos individuales determinan los costos totales para el país.

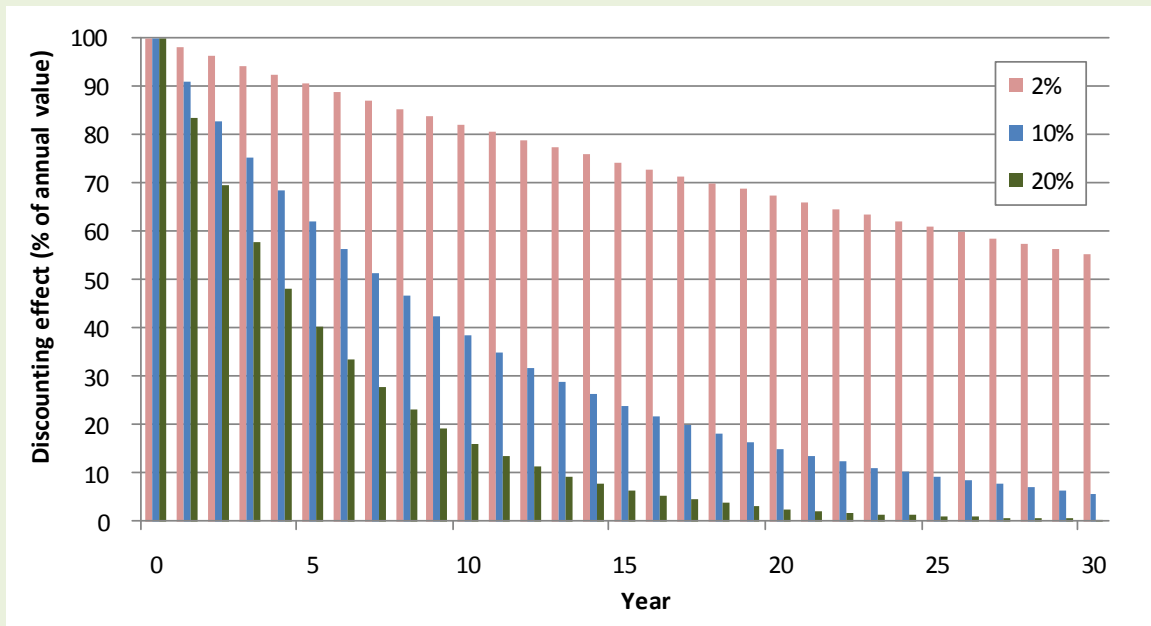
17. Desde una perspectiva nacional, la tasa de descuento puede equipararse al costo de solicitar un préstamo de dinero. La tasa de interés de los préstamos (usualmente, entre 5 y 10% anual) es una variable sustitutiva útil. Desde una perspectiva individual, los costos de solicitar préstamos de dinero normalmente son mucho mayores. Las tasas de interés en los países usualmente varían entre el 10 y el 30% anual, o son superiores, si los préstamos estuvieren disponibles. A los fines del análisis del costo de oportunidad, debería utilizarse la tasa de interés real. A continuación se expone cómo manejar la inflación.

Recuadro 6-2 Comprensión del impacto potencialmente importante de las tasas de descuento

En numerosos países en vías de desarrollo, las tasas de interés son altas, y quizás reflejan condiciones económicas inestables o el riesgo inherente de que los préstamos no sean reintegrados. No obstante, el uso de tasas de descuento altas genera fuertes críticas. En un análisis del VPN, la tasa de descuento elegida puede tener fuertes efectos. Ello es resultado de la capitalización, donde el descuento incluye el efecto acumulativo de todos los años anteriores. Por ejemplo, a una tasa de descuento del 10%, el VPN de la rentabilidad al final del primer año ($t=1$) se valúa en un 9,09% menos. Al final del año 2, la rentabilidad se valúa en un 17,4% menos. En otras palabras, para dar cuenta del valor temporal del dinero, la rentabilidad debería aumentar en la medida de tales montos descontados a fin de que la rentabilidad futura sea del mismo valor.

Cuando se aplica una tasa de descuento durante un horizonte temporal extenso (+ de 15 años), el VPN de la rentabilidad en los años finales puede ser considerablemente menor. Más adelante se describen los efectos de 2, 5, 10, 15 y 20% de tasa de descuento. A una tasa de descuento del 2%, el VNP de la rentabilidad en el año 20 “pierde” más del 32% de su valor (alrededor del 45% en el año 30). A una tasa de descuento del 5%, el VPN de la rentabilidad en el año 20 “pierde” más del 62% de su valor (cerca del 77% en el año 30).

A tasas de descuento mayores, los efectos son más severos. El uso de una tasa de descuento del 15% implica que el VPN de la rentabilidad en el año 20 habrá perdido 93% de su valor (en el año 30, más del 98%). Con una tasa de descuento del 20%, el VPN de la rentabilidad en el año 20 habrá perdido aproximadamente un 97% (en el año 30, más del 99%).



Efecto del descuento sobre valores futuros (2, 10, 20%)

Fuentes: Autores.

¿Cómo se calculan los precios inestables y no existentes?

¿Como se valúan los insumos provistos y los productos consumidos por el hogar?

18. Especialmente con granjas de pequeños propietarios, los insumos de mano de obra o insumos adquiridos para cosechas anteriores (por ejemplo, semillas, estiércol, etc.) con frecuencia se utilizan dentro de la granja y no se compran. Por ello, es posible que los precios de dichos insumos no estén inmediatamente disponibles. Las unidades familiares agrícolas de pequeños propietarios posiblemente también consuman gran parte de sus cosechas en lugar de venderlas. Dicha agricultura de subsistencia o de semi-subsistencia es común en muchas regiones rurales. Si bien no se obtienen ingresos, el valor de la producción debería ser reconocido a su valor de mercado.

19. Adicionalmente, es posible que algunos insumos agrícolas tengan precios múltiples (por ejemplo, las semillas conservadas de la cosecha podrían ser valuadas según la rentabilidad no percibida al momento de la cosecha, o según el costo al tiempo de la plantación). Se recomienda utilizar el costo real en el que incurren los agricultores para obtener dichos insumos. En el caso de la semilla, el costo de almacenamiento puede ser mínimo; por ello la semilla debería valuarse al momento de la cosecha.

20. Si bien dichos insumos no comerciales pueden valuarse de diferentes maneras, elaborarse de manera justificable y producir diferentes resultados, es importante documentar los supuestos y los métodos. Puede efectuarse el análisis de sensibilidad de los supuestos para ver el impacto de una presunción sobre los resultados del análisis. Con tal análisis y revisión, la diferencia puede resultar insignificante o merecer una discusión entre pares para decidir la opción que resulte mejor y más relevante.

¿Cómo se manejan los precios y la producción altamente variables con el transcurso del tiempo?

21. La producción agrícola y los precios de productos pueden ser marcadamente inestables. Al recolectar datos en un punto en el tiempo, es probable que la información no sea representativa de producciones y precios durante un período de muchos años. Existen dos tipos básicos de variación (y sus causas):

- Los precios y la producción varían en función de un factor estático (por ejemplo, debido a condiciones variables del clima, a brotes de pestes o a enfermedades, a fluctuaciones del tipo de cambio), y
- Los precios y la producción varían en función de un factor (tendencia) cambiante (por ejemplo, el factor de producción declina debido a la degradación de la tierra; los precios reales siguen una tendencia ascendente debido a un incremento en la demanda de los consumidores, a los costos de la energía; los precios siguen una tendencia descendente debido a cambios de la demanda a favor de productos determinados o el incremento de la oferta asociada al crecimiento de la productividad).

22. Por ello, se recomienda examinar la información sobre el precio durante varios años y el contexto de la productividad agrícola, y los mercados. Las tendencias pasadas pueden proporcionar información importante sobre la forma en la que podrían desarrollarse los parámetros de rentabilidad en los próximos años. Por ejemplo, la producción y el uso de insumos de las empresas agrícolas con frecuencia aumentan gradualmente con el tiempo a medida que la tecnología evoluciona. Mientras tanto, la producción puede disminuir como resultado de la degradación de la tierra.

23. Los precios también pueden estar sujetos a tendencias tanto positivas como negativas y al crecimiento económico a nivel local, nacional y mundial. Mientras que las tendencias usualmente no aumentan la incertidumbre, no obstante pueden propiciar parcialidades significativas en los cálculos del costo de oportunidad, especialmente si los contratos de REDD+ de mayor plazo están en juego. Si existe prueba suficiente para anticipar tendencias importantes en los ítems clave del presupuesto empresarial, tales ítems deberán ajustarse en forma concordante para cada año dentro del horizonte de planificación. Por ejemplo, puede introducirse en el análisis una adopción gradual de variedades de maíz resistentes a los pesticidas, mediante un lento incremento de la producción y una reducción de los gastos en pesticidas en el presupuesto empresarial de maíz de acuerdo con las tendencias

esperadas en estos parámetros. La incertidumbre y el riesgo asociado a los cálculos de parámetros pueden analizarse utilizando el análisis estocástico. (Cuadro 6.4).

Recuadro 6-3 Análisis de riesgo e incertidumbre

Un gran número de programas informáticos pueden analizar los efectos del riesgo y la incertidumbre (por ejemplo, @Risk, Quametec, etc.). Mediante la utilización de métodos estocásticos de análisis dentro de una hoja de cálculo de Microsoft Excel, los programas pueden mostrar la probabilidad de un resultado en particular dada la incertidumbre de parámetros múltiples. Tales análisis ayudan a los responsables de la toma de decisiones a comprender mejor las implicancias potenciales de las intervenciones dentro de ciertos entornos inciertos.

24. Todos los parámetros utilizados en el análisis de rentabilidad están sujetos a incertidumbre como resultado de los errores en la recolección de datos y los de procesamiento. Los promedios de producción por distrito, por ejemplo, con frecuencia sobreestiman las producciones reales (parcialidad de agregado⁶), y la información de las investigaciones de mercado puede estar sujeta a parcialidades del recuerdo. Además, los encuestados tienden a generalizar sobre la base de experiencias de años recientes. A fin de ayudar a los profesionales a comprender el proceso de recopilación de presupuestos de usos de la tierra, el cuaderno que acompaña las hojas de cálculo contiene numerosas notas. El análisis de sensibilidad de los resultados puede ayudar a los analistas a identificar los supuestos más razonables.

¿En qué términos se calcula la rentabilidad?

25. La rentabilidad puede medirse en términos de tiempo (por ejemplo, jornada laboral o salario) o en términos de rendimiento de la tierra (es decir US\$/ha). Dentro del análisis de oportunidad de REDD+, el rendimiento de la tierra normalmente tiene mayor sentido. Además, es una medida común que muchos comprenden.

El costo de la tierra, ¿debería incluirse en los cálculos?

26. La inclusión de los costos de la tierra en el análisis sólo tiene sentido desde la perspectiva de un inversionista que esté considerando adquirir tierra (mediante compra o alquiler) para emprender una actividad. Para un agricultor o una compañía maderera que ya sea propietaria/controla la tierra, el análisis considera la rentabilidad para la siguiente mejor alternativa del uso de la tierra. Por ello, el costo de oportunidad de la tierra ya está siendo considerado. Dicho de otro modo, debido a que se está comparando la rentabilidad

⁶ Resultante de asumir que las relaciones observadas para grupos necesariamente rigen para los individuos. Para las áreas marginales de bosques, los rendimientos inferiores pueden ocultarse si los valores promedio incluyen áreas con insumos y productividad mayores.

de la actividad A a la actividad B, tiene poco sentido incluir los costos de la tierra en los cálculos de rentabilidad, debido a que los costos se neutralizan. Por ejemplo, en un análisis plurianual se da cuenta de las inversiones para mejorar la rentabilidad, y el valor de la tierra.

¿Y el trabajo?

27. Una cuestión más difícil es si debería estimarse la rentabilidad en términos de rentabilidad del trabajo (es decir, US\$/jornada laboral). Para muchos hogares agrícolas pequeños, podría tener más sentido expresar los resultados en términos de rendimiento de la tierra y de trabajo familiar. Especialmente en las regiones de fronteras forestales, el trabajo y el capital son factores limitantes de la producción. Debido a que la tierra es relativamente abundante, los agricultores a pequeña escala asignan escasos recursos de mano de obra (junto con sus recursos de tierra y de capital).

28. Los costos de oportunidad de REDD, no obstante, se calculan con base en la tierra. Afortunadamente, es posible imputar el valor del trabajo familiar en los costos de la actividad agrícola, estableciendo en consecuencia, la rentabilidad en términos de rendimiento de la tierra. Debido a que el trabajo familiar puede reasignarse a otros usos en el caso en que se escoja un uso de la tierra diferente, el rendimiento de la tierra puede ser una medida relevante del costo de oportunidad del cambio en el uso de la tierra.

29. Desde la perspectiva de una persona, el ingreso para el hogar derivado de un uso determinado de la tierra constituye una medida relevante. Esto incluye tanto la rentabilidad como la retribución implícita por su trabajo. Los costos de oportunidad de REDD+ deben reflejar tanto la rentabilidad como los salarios implícitos. Ambos tipos de ingresos han sido asumidos con REDD+.

¿Cuáles rentabilidades de un uso de la tierra deberían analizarse?

30. Un análisis de rentabilidad comienza con el desarrollo de presupuestos detallados de actividades simples (también denominados “emprendimientos”) dentro de los usos de la tierra. Estos presupuestos son un resumen de la información sobre costos e ingresos. Los presupuestos de emprendimientos normalmente describen las actividades que ocurren dentro de una temporada de plantación y cosecha. Los ejemplos de emprendimientos incluyen la recolección de PFM, de madera y cosechas anuales. Los presupuestos para emprendimiento de cosechas plurianuales (por ejemplo, mandioca), para producción animal, cultivos arbóreos perennes (por ejemplo, cacao, palma aceitera, café, etc.) requieren una contabilidad de varios años que represente todas las fases de un emprendimiento: actividades de preparación/inversión, de mantenimiento, de cosecha y posteriores a la cosecha en una granja. Los presupuestos de emprendimientos constituyen un elemento importante para representar los usos de la tierra y las trayectorias de usos de la tierra.

31. Los presupuestos de sistemas de uso de la tierra pueden dar cuenta de una combinación de actividades, tales como cultivos agrícolas y arbóreos. Estos presupuestos también son resúmenes plurianuales que representan todas las fases de una actividad: la preparación, el mantenimiento, la cosecha y quizás, períodos de barbecho.

32. Un presupuesto de trayectoria de usos d la tierra es un resumen a largo plazo de los usos d la tierra y de los cambios en tales usos. Las trayectorias de usos d la tierra se desarrollan como base para las estimaciones y los análisis del costo de oportunidad REDD+. La Tabla 6.1 sintetiza los tres tipos de presupuestos y fuentes de información relacionadas.

Tabla 6-1 Tipos de presupuestos

Tipo de presupuesto	Descripción	Fuentes de datos
1. Actividad/emprendimiento la tierra	Un resumen de un sólo año de los costos y los ingresos de una única actividad. <i>Conversión forestal, cosechas forestales, actividades de agricultura y ganadería dentro de los cambios en el uso de la tierra</i>	Expertos locales
2. Sistema de uso de la tierra	Un resumen plurianual de un único emprendimiento o de emprendimientos vinculados de un uso de la tierra <i>Ciclos y transiciones del cambio en el uso de la tierra</i>	Expertos locales
3. Trayectoria del uso de la tierra	Una síntesis de los diferentes usos d la tierra comenzando desde el uso actual. Base de las estimaciones del costo de oportunidad.	Expertos locales, literatura, teledetección

Fuente: Autores

33. Con las trayectorias del uso de la tierra, un análisis de rentabilidad con frecuencia representa grupos diferentes o personas responsables de diferentes partes de la trayectoria. Por ejemplo, las compañías madereras para degradación forestal, colonos para degradación forestal, colonos para deforestación y agricultura de roza, tumba y quema. Aunque estos cambios son indiferentes para un análisis desde la perspectiva del país, pueden ser muy importantes cuando el análisis es desde la perspectiva de un grupo individual. Una compensación adecuada y correcta para REDD+ depende de tal conocimiento de los cambios en el uso de la tierra.

¿Qué hacer cuando la rentabilidad difiere en las regiones subnacionales?

34. La distribución de rentabilidad para un uso de la tierra en particular dentro de un país puede ser altamente variable. Considere los usos d la tierra de cacao, un impulsor principal

de deforestación y degradación que ocupa más de 8 millones ha en las selvas tropicales de Guinea de África Occidental, las selvas tropicales de las costas del Atlántico de Brasil, las selvas tropicales en la isla indonesia de Sulawesi, y otras áreas.

35. Existen grandes diferencias entre las producciones de cosecha de los productores de cacao (Figura 6.1). En Ghana, la distribución de producciones de alrededor de 5.000 productores muestra que el valor medio es más de 100 kg/ha mayor que el promedio. Las causas incluyen diferencias significativas en los usos de los fertilizantes, y las prácticas de gestión. Por ello, si bien los sistemas de cacao pueden considerarse un sistema de uso de la tierra dentro de un análisis de costo de oportunidad, el examen de la producción y de las causas de las diferencias es esencial para mejorar la precisión y exactitud de los cálculos de rentabilidad.

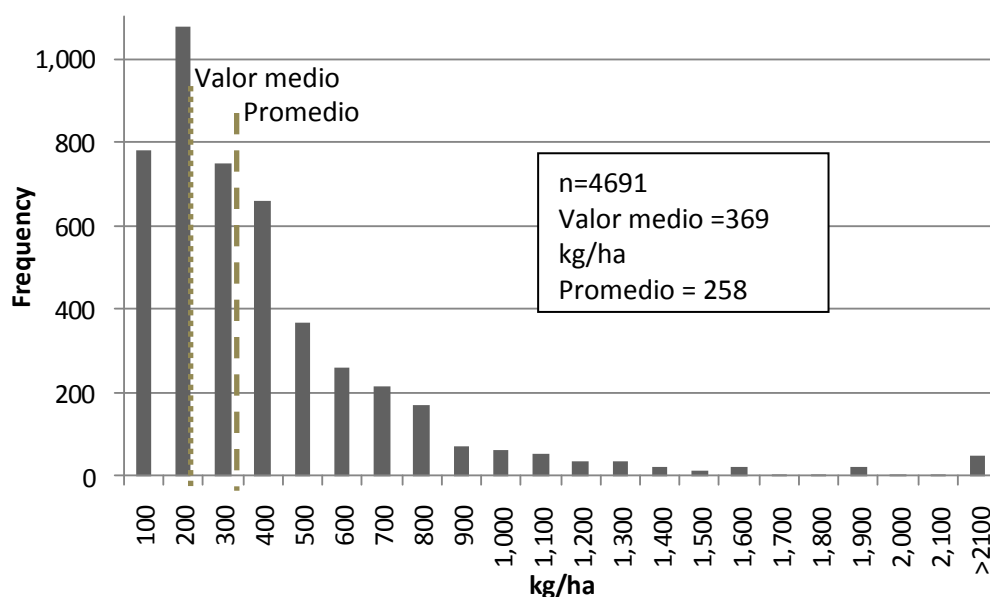


Figura 6-1 Cacao: producción de cosecha por ha, Ghana

Fuente: 2001/2 Programa de Cultivos Arbóreos Sostenible, estudio de referencia (IITA, datos no publicados).

36. Dentro del sector forestal, los precios de la madera y las cosechas previas con frecuencia afectan los niveles de rentabilidad en los bosques (y los costos de oportunidad). En Brasil, por ejemplo, se han recolectado grandes cantidades de madera. La Figura 6.2 muestra un mapa a escala por provincia del registro histórico de tala de bosques.



Figura 6-2 Una evaluación geográfica del registro histórico de tala (Para, Brasil)

Fuente: Souza Jr, et al. 2000.

37. Si bien un inventario forestal provee una evaluación de la madera disponible y aquella ya recolectada, el análisis de las actividades forestales presentes y futuras puede realizarse por región geográfica, revelando de esa forma los potenciales de rentabilidad. Dentro de Para, se han identificado cuatro áreas de actividad forestal: Central, Estuarina, Este y Oeste (Figura 6.3).

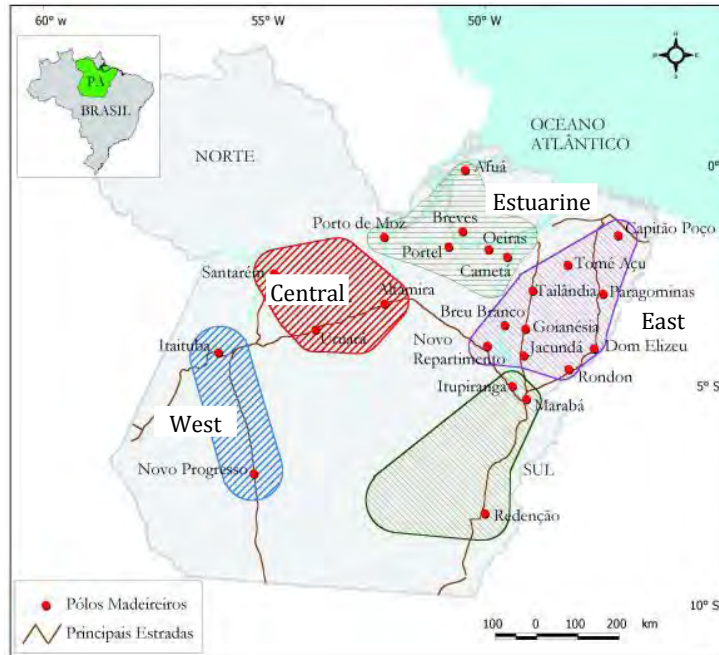


Figura 6-3 Regiones de tala dentro de Para, Brasil.

Fuente: Verissimo, et al. 2002.

38. La ubicación de una operación de tala afecta no sólo la cantidad y la cantidad de madera disponible sino también el precio percibido. El esquema que se expone a continuación muestra cómo la calidad de la madera de las regiones estuarinas es en términos generales de menor calidad. La región oeste contiene un porcentaje más alto de madera de calidad alta y mediana.

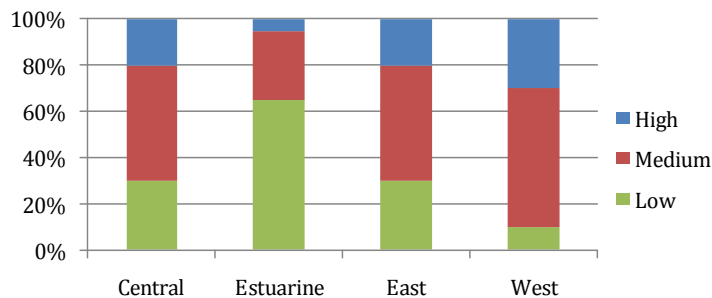


Figura 6-4 Cálculos regionales de calidad de la madera (% de madera; Brasil, 1998)

Fuente: Verissimo, et al. 2002.

39. Los precios percibidos por la madera difieren según la categoría de calidad y, en menor medida, según la región de tala. El diferencial de precio entre la calidad alta y la media es significativamente mayor que la diferencia entre la madera de calidad media y la de baja

calidad. El precio de la madera de alta calidad es aproximadamente 2½ veces mayor que los precios de la madera de calidad media y baja.

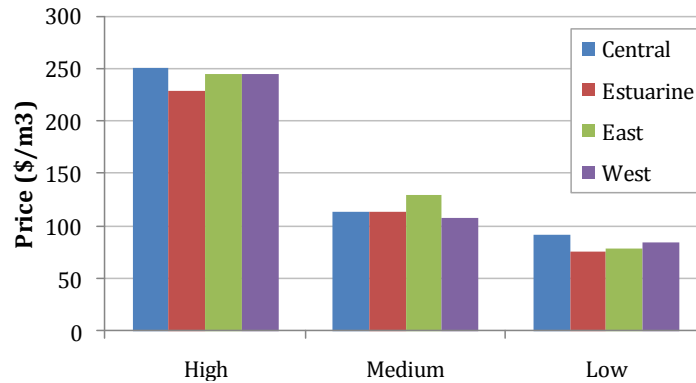


Figura 6-5 Precio de madera aserrada por región y grado de calidad (U\$/m³; Brasil, 2001)

Fuente: Verissimo, et al. 2002.

40. En consecuencia, deberían prepararse diferentes presupuestos a nivel nacional para representar adecuadamente las diferencias en los sistemas de usos d la tierra.

Presupuestos empresariales

Componentes y construcción

Los presupuestos de emprendimiento calculan la rentabilidad (Π) en la moneda local por hectárea (\$/ha):

$$\Pi = pq - c$$

Donde: p = precio (US\$/ton), q = cantidad (ton/ha), y c = costos (US\$/ha)

41. La rentabilidad (pq) surge de la producción (por ejemplo, cultivos, animales, madera) de una actividad de uso de la tierra. Los costos (c) surgen del uso de dos tipos de insumos: físicos (o capital) y mano de obra. Estas medidas sirven como parámetros ajustables para el escenario siguiente, el análisis de sensibilidad y compensación.⁷ En la Tabla 6.2 se presenta una muestra de presupuesto empresarial. Sírvase referirse a Gittinger (1982) para obtener mayor detalle sobre los presupuestos de emprendimiento.

⁷ Un parámetro es un valor específico de variable calculado o seleccionado (por ejemplo, valor medio, promedio) dentro de un análisis.

42. Los *Insumos físicos* incluyen semillas, fertilizantes, químicos, que son normalmente utilizados en forma anual. Las inversiones a largo plazo tales como los cercos, las herramientas, la maquinaria, los animales (ganado), etc. también son insumos físicos.

43. Los *insumos de mano de obra* pueden calcularse utilizando tasas salariales. No obstante, son característicos dos tipos de tasas: el salario mínimo legal y el salario real. Los salarios mínimos establecidos a nivel nacional pueden incluir beneficios sociales: salud y pensión. Por el contrario, los salarios reales son significativamente más bajos, especialmente en áreas remotas de frontera forestal. Deberían utilizarse estos salarios. Los efectos de las diferentes tasas salariales en la estimación del costo de oportunidad pueden examinarse mediante el análisis de sensibilidad.

44. Es de utilidad llevar un calendario mensual de mano de obra para identificar, discutir y cuantificar las actividades de la jornada laboral a fin de calcular el total del insumo de mano de obra. La actividad de mano de obra puede ser calculada a una tasa salarial única o a una diferente, según las habilidades que se necesiten o la escasez de mano de obra estacional. La primera tarea de la estación agrícola/de tala, normalmente la preparación de la tierra, debería determinar el mes de inicio del calendario. El calendario de mano de obra puede diferenciar el trabajo familiar y el contratado, y también el trabajo por género. Esto permite a los analistas examinar los efectos sociales potenciales de las políticas de REDD+.

Tabla 6-2 Muestra de presupuesto empresarial

Arroz (por hectárea)													
Ganancia													
Costos Totales de los Insumos													
<i>Producto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Costo</i>	<i>Unidades</i>	Ganancias totales								
Semilla					<i>Cosecha</i>	<i>Precio</i>							
Fertilizante													
Maquinaria													
Herramientas													
Mano de Obra													
	<i>Jornadas Laborales</i>	<i>Salario</i>											
Preparación													
Plantación													
Desmalezado													
Cosecha													
Trillado													
Transporte													
Calendario: Jornadas Laborales													
Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Preparación													
Plantación													
Desmalezado													
Cosecha													
Proceso post-cosecha													
Transporte													
Total													

45. Es esencial considerar cuidadosamente las unidades de análisis dentro de los presupuestos. Las unidades de medida, tales como kg, litros, toneladas, deberían tomarse en consideración. Pueden utilizarse unidades de medida locales del área de la tierra y los pesos de la cosecha a fin de facilitar la conversación con los agricultores. No obstante, se necesitará la conversión a unidades métricas (por ejemplo, hectáreas, kilogramos) para permitir un análisis estandarizado.

46. Mientras que la producción puede convertirse a las unidades por hectárea requeridas, la información de costo puede venir en unidades diferentes, por ejemplo, jornadas laborales por tonelada de producto cosechado y, por ello, puede requerir su conversión a medidas basadas en la tierra. Si los insumos agrícolas se utilizan para más de un emprendimiento, su costo debería compartirse y atribuirse a los otros emprendimientos. Por ejemplo, la tarifa de arrendamiento por hectárea o por día es una aproximación conveniente para el costo de uso de las herramientas y de la maquinaria (por ejemplo, motosierras, machetes, maquinaria, etc.). Alternativamente, los precios y los

valores promedio para toda la vida pueden calcularse para imputar el costo de uso anual por hectárea.

47. La información en los presupuestos de emprendimiento presenta numerosos supuestos metodológicos y de datos. Los parámetros (por ejemplo, de insumos, de producción de cosecha y de precios) pueden ajustarse fácilmente para representar ubicaciones y contextos específicos. En consecuencia, las notas relativas a los contextos y a los supuestos son útiles para comprender la precisión y para afirmar la relevancia de la información del presupuesto.

Recolección de datos

48. Los datos necesarios para desarrollar los presupuestos de emprendimiento pueden provenir de una variedad de fuentes. Debido a que la información del presupuesto es elemental para el análisis de las actividades agrícolas, ganaderas y de tala, es posible que los centros nacionales de investigación y las universidades cuenten con presupuestos ya disponibles. Si no los hubiere, los datos de producción pueden recolectarse mediante entrevistas con los agricultores, o con otros expertos (por ejemplo, agrónomos, extensionistas agrarios, silvicultores) y mediante la revisión de la bibliografía de los análisis de casos estudio de sistemas productivos.

49. La información secundaria detallada sobre insumos (por ejemplo, jornadas laborales, precios) casi nunca se encuentra fácilmente disponible. La mejor manera de obtener los datos precisos sobre insumos de emprendimientos, esenciales para estimar los costos, mediante entrevistas con agricultores y con informantes clave. Debido a las restricciones presupuestarias o de tiempo, es posible que no puedan obtenerse medidas precisas para algunos ítems dentro de un presupuesto empresarial. A fin de avanzar rápidamente en el análisis, pueden utilizarse medidas calculadas, basadas en la opinión de expertos y en otras fuentes. Además, puede utilizarse información de otros presupuestos y estudios en forma de Nivel IPCC 1 o 2, y ajustada a las condiciones locales.

50. Los presupuestos deberían desarrollarse en la moneda interna local. Debido a que los cálculos en moneda local normalmente son menos vulnerables a fluctuaciones en el tipo de cambio,⁸ toda base de datos debería realizarse y mantenerse en la moneda local. La conversión a moneda extranjera puede efectuarse con fines específicos cuando sea necesario. Por ejemplo, en algún momento posterior los países necesitarán conocer la comparación de sus costos de oportunidad de REDD+ con los pagos posibles de REDD+, que se expresarán en US\$/tCO_{2e} o en otros términos semejantes. Para este propósito en particular, los países deberán convertir los resultados a US\$ o a €.

⁸ Es posible que los precios de los bienes de consumo comercializados internacionalmente tales como cacao o la palma aceitera, sean menos volátiles.

51. Los presupuestos recolectados a través de las investigaciones de campo pueden evitar la mayoría de estos problemas pero su recolección es mucho más costosa. La precisión y la exactitud de los presupuestos también depende del diseño apropiado de las muestras y de que los encuestadores estén bien capacitados. El testeado previo de los cuestionarios con grupos de enfoque junto con la revisión y la crítica de las respuestas puede ayudar a asegurar la recolección de toda la información necesaria. En las áreas relativamente homogéneas, las interacciones con los grupos de enfoque pueden proporcionar mejor información que las investigaciones a gran escala. Los grupos de enfoque permiten obtener información detallada y un diálogo mutuamente beneficioso en comparación con las investigaciones, que normalmente extraen información básica algo repetitiva.

52. Es importante tener en consideración que los presupuestos desarrollados a través de entrevistas sólo pueden obtener datos confiables para el año en curso y los últimos años. Los datos obtenidos en un intento de recordar años anteriores pueden ser muy imprecisos. Adicionalmente, cuando la producción y los precios son muy variables, los presupuestos oficiales también pueden ser muy poco confiables. Por ello, la comparación y la discusión de la información oficial gubernamental, de las respuestas de los agricultores y de la opinión de los expertos son útiles para identificar la información presupuestaria más apropiada.

53. Las entrevistas se dificultan cuando las actividades comprendidas son ilegales (por ejemplo, tala, comercio de carne de animales silvestres, producción de coca). Con frecuencia puede obtenerse la información si se mejora la confianza y se garantiza el anonimato de las respuestas. El trabajo a través de redes sociales de familias, de amigos y de compañeros de trabajo también puede facilitar el proceso de recolección de datos.

54. La tabla 6.3 sintetiza las ventajas y las desventajas de los diferentes enfoques de recolección de datos. Sírvase referirse a Holmes, et al. (1999), FAO (2001, 2002), y a Pokorny y Steinbrenner (2005) para obtener más detalles sobre métodos de recolección de datos.

Tabla 6-3 Ventajas y desventajas de los enfoques de recolección de datos

Método	Ventajas	Desventajas
Investigación (personal)	-Basada en la contribución de expertos -Oportuna -Integral, el tamaño grande de las muestras puede incrementar la importancia estadística de los resultados.	-Las preguntas de seguimiento requieren una segunda comunicación -Costoso para muestras de gran tamaño -La capacitación apropiada de los encuestadores/empadronadores es esencial.
Estudio de casos	-Discusión cercana con el usuario d la tierra -Preguntas más amplias -Posibilidad de preguntas y respuestas detalladas.	-Dependencia de información secundaria y del conocimiento por parte del personal -Representatividad limitada.
Estación experimental	-Control de la calidad de los datos -Permite testear escenarios e ideas alternativos.	-Rendimientos superiores a las condiciones del campo - Validez limitada de la extrapolación -Resultados individuales específicos
Fuentes existentes	-Recolección barata -Datos ya procesados.	-Los resultados pueden no contener la información que se requiere -Los resultados pueden reflejar condiciones “promedio” que no representan a ningún agricultor real -La información puede estar desactualizada -Los resultados pueden ser de producción en el "mejor caso", especialmente en cultivos de interés para el ministerio/proyecto, y casi nunca alcanzarse en la práctica, -Los resultados muestran un uso de los insumos que refleja la práctica recomendada, en lugar de la real, -Los métodos utilizan precios oficiales en lugar de los observados, -Los métodos pueden basarse en supuestos ocultos.

Adaptado de: Pokorny y Steinbrenner (2005);Pagiola (comunicación personal, 2010).

55. Dados los problemas mencionados anteriormente, muchos cálculos dentro de presupuestos de emprendimientos probablemente presenten imperfecciones. Un enfoque sistemático a la recolección de datos con notas sobre el contexto y los supuestos permite que el proceso sea transparente, examinado, revisado y mejorado. Por ejemplo, los datos sobre precios pueden verse afectados por las distorsiones del mercado, como resultado de los subsidios gubernamentales, los impuestos a las ventas o las políticas de precios mínimos. El análisis de sensibilidad de los cambios en los parámetros es una forma útil para comprender la medida en que un cálculo afecta los resultados finales de un análisis de costo de oportunidad y compensación (tema de exposición en el Capítulo 7).

56. El siguiente apartado se divide en dos partes para abordar aspectos particulares de los datos sobre (1) agricultura/ganadería, y (2) usos de tierras forestales.

Agricultura y ganadería

57. Los agricultores usualmente pueden recordar los precios de producción pagados y recibidos durante la temporada más reciente. En ausencia de precios de los productores agrícolas, debería ajustarse otra información sobre la base de las actividades de comercialización con valor agregado. Por ejemplo, los precios del mercado mayorista del arroz incluyen el valor agregado de los costos de la molienda y del transporte de la granja al mercado. De utilizarse los precios de mercado, debería deducirse el costo de la molienda y del transporte a fin de obtener los precios del productor agrícola.

58. Los censos agrícolas y la información gubernamental estadística a nivel provincial o comunal pueden confirmar los cálculos de producción. Con los cálculos del área total de cultivo, tales cifras de producción regional pueden convertirse a un cálculo por hectárea. Incluso si se utilizan los datos a nivel agrícola dentro del análisis, la información gubernamental estadística de censos es útil a fin de verificar la precisión de los datos.

59. En las granjas de pequeños productores, numerosas actividades separadas ocurren con frecuencia dentro de un terreno pequeño. Los sistemas de roza, tumba y quema normalmente incluyen una amplia variedad de cultivos agrícolas, que incluyen el arroz, el maíz, los frijoles, la mandioca, el plátano, etc. Para representar la agricultura de roza, tumba y quema en Perú, por ejemplo, se utiliza un ciclo de arroz-plátano-barbecho, que es común a la región. El ciclo puede ajustarse de acuerdo con la edad de la frontera del bosque mediante la modificación de la duración del período de barbecho. En forma similar, la productividad de pastizales es ajustable en función de las unidades de animales (cabeza de ganado por ha).

60. Debido a que es muy difícil detectar cultivos individuales a distancia, puede seleccionarse un subgrupo de actividades principales para representar un uso mixto de la tierra, reduciendo de esa forma la necesidad de recolectar datos en detalle. De igual manera, la productividad de los pastizales dentro de un paisaje no puede verificarse sin información *in situ*.

61. Los pequeños productores que practican la agricultura de roza, tumba y quema rara vez tienen las medidas precisas del tamaño de su campo. Esto es particularmente común en las regiones donde los mercados de la tierra y los títulos sobre la tierra no están desarrollados. En tales casos, pueden obtenerse cálculos precisos del tamaño del campo caminando el perímetro del campo con un GPS portátil.

62. Es posible que en regiones remotas no existan mercados o éstos no funcionen bien. Por ejemplo, servicios tales como el trabajo asalariado podría simplemente no estar disponible para su contratación. Debido a que las tasas salariales mínimas con frecuencia son

aproximaciones pobres a las tasas salariales rurales reales, se aconseja a los analistas consultar a los expertos locales sobre las tasas salariales realistas. Incluso en regiones remotas, es común la contratación de trabajadores ocasionales. El salario diario frecuentemente se encuentra estandarizado y es conocido dentro de una determinada localidad. Debido a que las tasas salariales mínimas a menudo son aproximaciones pobres a las tasas salariales rurales reales, se aconseja a los analistas consultar a expertos locales sobre tasas salariales realistas.

63. Alternativamente, por lo común a los trabajadores contratados se les paga a destajo, en lugar del pago salarial mensual, diario o por horas. Ello complica el análisis de sensibilidad de las tasas salariales dado que este costo laboral es un pago global y por ello requiere una transformación de datos. Posiblemente, la manera más simple sería dividir el pago global por la tasa salarial para estimar la cantidad equivalente de trabajo asalariado que podría haberse empleado. La aparcería es otra institución laboral común en la agricultura de pequeños productores en países en vías de desarrollo, que requiere un tratamiento similar.

Bosques

Madera

64. Debido a que la industria de la tala es altamente competitiva y está controlada por funcionarios impositivos, la adquisición de información financiera puede resultar particularmente difícil. Además, se calcula que la mayor parte de la extracción de madera (alrededor del 90%) en el Amazonas es ilegal (Stone, 1998). Con frecuencia, las operaciones son dirigidas por administradores que se han forjado a sí mismos, con poca capacitación en administración de negocios, prácticas deficientes de contabilidad, y control financiero limitado de las operaciones en los bosques (Arima y Veríssimo, 2002, Pearce, et al. 2003). No obstante, las entrevistas personales, las encuestas por correo y las conversaciones informales con los expertos en la industria pueden proporcionar la información necesaria.

Otros productos forestales

65. Los métodos de recolección de datos para los productos forestales no madereros (PFNM) aparecen en numerosos estudios. Sheil y Wunder (2002) realizan una crítica útil de los métodos aplicados. Para los productos del carbón, existen pocos estudios; ejemplos e ellos incluyen: Hofstad (1997), Coomes y Burt (2001) y Labarta, et al. (2008).

Presupuestos de uso de la tierra

66. La información de presupuestos de empresa es esencial para estimar la rentabilidad de los usos d la tierra y de las trayectorias de los usos d la tierra. Para los usos d la tierra con más de un producto, los presupuestos de uso de la tierra requieren la gestión de la

información de ingresos y costos, de presupuestos de emprendimientos por separado. Por ello, la representación de la rentabilidad es:

$$\Pi = \left(\sum_{h=1}^H p_h q_h + \sum_{i=1}^I p_i q_i \right) - \left(\sum_{j=1}^J c_j y_j + \sum_{k=1}^K c_k y_k \right)$$

Ingresos
Costos

67. La ecuación expuesta anteriormente explicita no sólo los precios y los bienes y servicios múltiples para un uso de la tierra, (p_h y q_h), sino que también los precios fuera de mercado (p_i) de los bienes y servicios no comercializados (q_i). Dentro de un uso de la tierra específico, los ingresos pueden incluir tanto insumos comercializados (y_j) como no comercializados (y_k), los cuales presentan diferentes problemas de valuación (de c_k). El uso del precio contable para los bienes no comercializados es común.

68. El ejemplo de presupuesto empresarial para el arroz expuesto anteriormente es sólo para un año. No obstante, los usos d la tierra normalmente requieren un análisis plurianual, debido a que los niveles anuales de renta pueden ser muy diferentes (negativo, cero o positivo), según la fase: establecimiento, barbecho o producción. Por ello, la ecuación anterior se convierte en:

$$\Pi_{usodelatierra} = \sum_{t=1}^T \Pi_t$$

69. El archivo **SpreadsheetExercisesREDDplusOppCosts.xlsm** (disponible en el sitio de Internet del manual) incluye ejemplos de presupuestos de uso de la tierra dentro de fases y productos diferentes. Los presupuestos con ese nivel de detalle ayudan a los analistas a mantener un seguimiento de las actividades y los emprendimientos individuales a medida que cambian con el tiempo. Las notas sobre la forma en que los costos y los ingresos se modifican ayudan a los analistas a comprender los supuestos utilizados y el contexto del lugar.

70. Para algunos usos d la tierra, deberían tomarse en consideración las actividades complementarias, si no se las incluye en los cálculos. Por ejemplo, debería atribuirse una base de uso proporcional a la producción de forraje para alimentación de animales que proporcionan transporte o a otras actividades agrícolas, tales como el arado. Al final de este capítulo se exponen mayores detalles de tales supuestos.

Agricultura

71. Los presupuestos de uso de la tierra pueden desarrollarse para representar tanto los ciclos de cambios en el uso de la tierra como las transiciones (ver el Capítulo 3 para

obtener definiciones). Las versiones definidas de presupuestos de uso de la tierra pueden diferenciar sitios y contextos diversos, tal como sucede dentro de una forestal. Por ejemplo en Perú, la producción en la agricultura migratoria normalmente tiene una fase de producción de tres años, pero diferentes períodos de barbecho de acuerdo con la antigüedad del asentamiento. Los agricultores en asentamientos establecidos con una presión demográfica mayor normalmente practican barbechos de “arbustos” más breves de 2 a 6 años. En cambio, los agricultores pioneros normalmente dejan sus tierras en barbecho por períodos más prolongados, de entre 6 y 15 años. Debido a que tanto los niveles de insumos (por ejemplo, mano de obra) y de producción (por ejemplo, la cosecha) difieren entre tales sistemas, se justifica la realización de presupuestos por separado.

72. Los presupuestos de usos d la tierra de sistemas perennes, tales como los cultivos arbóreos (cacao, palma aceitera) y el ganado, incluyen costos de establecimiento y producción. Estos presupuestos plurianuales normalmente podrían tener costos altos de inversión y llevar muchos años antes de que los ingresos excedan los costos.

73. El cuaderno de usos de la tierra contiene hojas de cálculo para cacao, palma aceitera, ganado, y sistemas arroz-plátano. Las celdas resaltadas en amarillo representan parámetros que pueden ajustarse para representar mejor las condiciones locales. Los diferentes contextos y prácticas de administración de la tierra deberían revisarse dentro los análisis de escenario de las trayectorias de usos d la tierra. Los ajustes de parámetros tales como la producción podrían incluir incrementos en la cosecha que representen nuevas semillas y fertilizantes, o disminuciones de la cosecha como resultado de la degradación d la tierra. Además, debido a las restricciones en el flujo de caja (especialmente con ganadería y con sistemas perennes) es posible que se requiera que los usos d la tierra se introduzcan gradualmente a medida que los fondos estén disponibles.

Bosques

Madera

74. Las operaciones de cosecha forestal normalmente son diversas, y van desde leñadores informales a pequeña escala, hasta empresas con cosecha, transporte y procesamiento integrados. Por ello, se necesitan presupuestos diferentes para la explotación forestal para cada variación importante que se observe en un país.

75. Los análisis de costo de la madera normalmente se dividen de acuerdo con la etapa del proceso: tala, transporte y aserrado. La tala comprende una serie de actividades para talar y derribar árboles a un área de destino o al borde de una carretera, donde se procesan para obtener troncos y se empaican. Los troncos luego se transportan sobre carreteras pavimentadas y no pavimentadas hasta un establecimiento de procesado o hasta otro destino final. El aserrado se refiere a las actividades de corte en una variedad de formas y tamaños diferentes. La hoja de cálculo denominada **Madera** constituye un ejemplo de un presupuesto empresario para una compañía maderera. El nivel de detalle puede

expandirse por etapa del proceso, mediante la inclusión de cálculos para los costos de mano de obra y equipos, por ejemplo. Sírvase referirse a Holmes, et al. (1999) para obtener una explicación completa del proceso de cálculo de costos.

76. Los bosques pueden representar rentabilidad o pérdidas sustanciales. El resultado positivo o negativo depende de la forma en que se utilizan los bosques y si los productos se venden. Para comprender la variedad de usos y productos forestales, es necesario considerar dos aspectos de los bosques: la **calidad del bosque** y el **uso del bosque**.

77. La **calidad del bosque** se refiere al estado del bosque con respecto a usos anteriores del mismo por el hombre. Muchos bosques relativamente densos ya han experimentado una serie de cambios, incluyendo extracciones de especies de alto valor y la tala selectiva. Por ello, la calidad del bosque también es una medida de la degradación forestal.⁹

78. Mientras que los bosques degradados todavía pueden ser bosques, de acuerdo con la definición, el contenido de carbono y la rentabilidad futura pueden ser sustancialmente diferentes de aquéllas de los bosques naturales. Un bosque previamente explotado, por ejemplo, no generará la misma rentabilidad que un bosque virgen. A fin de permitir una contabilización rigurosa de los bosques, se requiere desarrollar categorías de calidad forestal distintivas. A los fines de este manual de capacitación se utilizan categorías generales, que consisten en: bosque virgen o natural, talado selectivamente (extracción de las especies más valiosas), y parcialmente talado (tala de especies de valor alto y medio). Es posible que se requieran subcategorías con mayores niveles de distinción y detalle por contexto de país y según los criterios del programa de REDD+, a fin de obtener cálculos más precisos de la rentabilidad forestal.

79. Las actividades pasadas afectarán los usos potenciales futuros de los bosques. Por ello, por oposición a la calidad forestal, el **uso del bosque** se refiere a las próximas actividades dentro de un bosque. Por ejemplo, los bosques vírgenes o naturales tienen poca actividad del hombre pero tienen una amplia variedad de usos potenciales. Los bosques respectivos de tala selectiva y parcial tienen niveles crecientes de uso previo, y no obstante, menos usos potenciales. Esto último implica menor rentabilidad. La tabla 6.4 sintetiza tanto los usos forestales previos como los potenciales, por categoría de calidad forestal.

⁹ Si bien es probable que las definiciones específicas de la calidad del bosque (por ejemplo, contenido de carbono y cubierta de copas) diferirán de acuerdo con los contextos nacionales y posiblemente dentro de un mismo país. Las categorías forestales y su identificación geográfica pueden relacionarse con la exposición sobre usos del suelo.

Tabla 6-4 Usos forestales pasados y potenciales por condición de la calidad forestal

Condición de la calidad forestal	Usos pasados	Usos futuros potenciales
<i>Virgen o natural</i>	PFNM Turismo	PFNM Turismo Extracción de árboles de mayor valor Talas de árboles de valor alto y medio Conversión forestal (madera, carbón) Otros usos de la tierra (agricultura, ganadería)
<i>Tala selectiva</i>	Extracción de árboles de mayor valor PFNM Turismo	PFNM Turismo Talas de árboles de valor alto y medio Conversión forestal (madera de construcción, carbón, madera para pasta de papel) Otros usos de la tierra (agricultura, ganadería)
<i>Talado parcialmente</i>	Extracción de árboles de mayor valor Talas de árboles de valor alto y medio PFNM*	PFNM Conversión forestal (madera de construcción, carbón, madera para pasta de papel) Otros usos de la tierra (agricultura, ganadería)

* también puede incluir áreas con agricultura de roza, tumba y quema, según las definiciones del uso de la tierra y la resolución del análisis.

Fuente: Autores.

80. La calidad del bosque también determina posibles explotaciones forestales. La tala selectiva o la explotación forestal –parcial-, por ejemplo disminuyen el contenido de carbono y la rentabilidad futura potenciales en un futuro cercano, si bien en menor medida que la tala rasa. Si bien es posible que una parcela de tierra no pierda su calificación de bosque por prácticas de explotación forestal selectiva, sus efectos sobre el carbono y la rentabilidad potencial futura deben ser evaluados.¹⁰ Por ejemplo, luego de su raleo (por ejemplo, mediante explotación selectiva) los árboles restantes crecen más rápido.

81. Los términos **sustentable** y **no sustentable** se utilizan con frecuencia para describir el uso de bosques. Para los fines de estimar los costos de oportunidad de REDD+, no obstante, la distinción no suficientemente precisa. Las actividades de uso sustentable, tales como la de productos forestales no madereros (PFNM) o el turismo, no afectan el contenido de carbono ni la calidad del bosque. Sin embargo, otras prácticas “sustentables”, tales como un

¹⁰ Los costos de oportunidad de la preservación de bosques talados selectivamente pueden ser sustancialmente menores y en consecuencia, más costeables desde un punto de vista de REDD+. “Talar y proteger” podría convertirse en una forma de evitar emisiones sustanciales.

manejo forestal sustentable, probablemente reduzcan el contenido de carbono y la calidad del bosque – aunque en menor medida que las prácticas de tala convencionales.

82. La rentabilidad de los bosques también puede generarse de otras formas. Un uso forestal y fuente de ingresos menos conocido es la producción y venta de carbón, el cual se utiliza como combustible para cocinar. Como actividad empresarial de un pequeño productor agrícola, por ejemplo, la producción de carbón en el Amazonas peruano puede generar ingresos sustanciales. Bajo un análisis de rentabilidad integral de la explotación agrícola se calcula que los agricultores que producen carbón pueden generar 17% más ingresos netos a partir de su granja que la sola tala y quema del bosque (Labarta et al. 2007).

83. Cuando los árboles no se venden, los costos de la conversión del bosque no se ven compensados con los ingresos, generando con ello en algún momento pérdidas sustanciales en el año inicial. En especial en áreas remotas, muchos agricultores prefieren quemar árboles in situ debido a que el transporte costoso con frecuencia anula los ingresos potenciales. En esos casos, el costo desmontar normalmente excede los ingresos de los primeros años generados de las actividades de agricultura o pastura (Kotto-Same, et al., 2001; Merry, et al. 2001; White, et al. 2005).¹¹

84. Las experiencias de Brasil, el mayor productor de madera en los trópicos, y de Perú ilustran los costos e ingresos de la industria maderera. Los estudios de costos evaluaron la secuencia total de actividades relacionadas con las operaciones forestales, incluyendo las actividades de tala, traslado desde el bosque, descarga y el transporte. También se incluyeron los costos de construcción y de mantenimiento de infraestructura (descargas, y carreteras principales y secundarias) y los costos de los bienes de capital (por ejemplo, los costos de capital, la depreciación, el mantenimiento), la mano de obra, el material, la administración, y los derechos de tala.¹² La mayoría de los estudios tomó en cuenta los costos de transporte desde el bosque hasta el aserradero por caminos públicos, mientras que los costos que representaban riesgos y los salarios de administración fueron ignorados en gran parte. Algunos estudios utilizaron costos estándares para la mano de obra y la maquinaria, mientras que otros se basaron en datos específicos para las diferentes actividades.

85. Los estudios sobre operaciones forestales proveen numerosos cálculos de costos e ingresos. Los cálculos de ingresos muestran una variación significativa – entre US\$24/ha y US\$1435/ha (Olsen y Bishop, 2009). En sus revisiones de los estudios sobre operaciones

¹¹ Si bien los árboles pueden utilizarse para muchos usos locales, su valor estimado es relativamente bajo y por ello no se incluye en un análisis de rentabilidad.

¹² Los derechos de tala es el costo de adquisición de los derechos para talar una parcela de tierra. Normalmente, el pago se realiza en base a m³. Dicha tarifa es un componente del costo de oportunidad de tala – el valor de los árboles para el propietario de la tierra.

forestales, Pokorny y Steinbrenner (2005) y Bauch, et al. (2007) concluyeron que los cálculos de costos surgían de condiciones de contexto de:

1. Bosques en particular (por ejemplo, composición de especies, estructura forestal, topografía),
2. Emprendimientos comerciales (por ejemplo, personal, maquinaria, procesos de trabajo, tasas salariales),
3. Estrategia de cosecha
 - a. Prácticas de tala convencional (TC) y tala de impacto reducido (TIR). (Para obtener una descripción de las técnicas y el costo de tala, sírvase referirse al Cuadro 6.5)
 - b. Distancia desde el bosque hasta el sitio de procesamiento
4. Métodos de cálculo de costo (costo global versus de sub-actividad específica),
y
5. Enfoques utilizados para la recolección de datos.

86. La tasa de conversión de troncos a madera aserrada es un factor útil para comparar la eficiencia (y la rentabilidad) de las operaciones de tala de madera. Stone (1990) considera una tasa de conversión del 47%, mientras que Stone (1995), una del 34%.¹³

Recuadro 6-4 Tala de impacto reducido

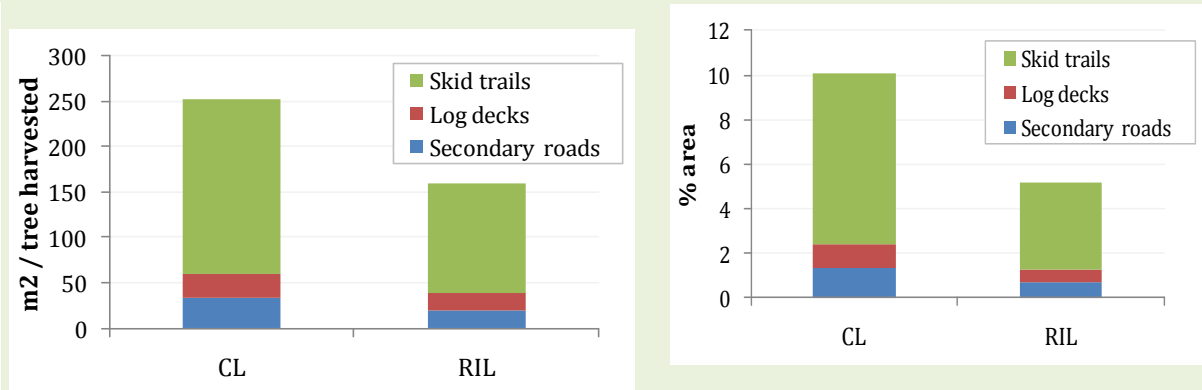
La tala de impacto reducido (TIR) puede ser más rentable que las prácticas de tala convencional (TC). A pesar de que requiere de inversión, la TC puede reportar beneficios tanto en el corto plazo como en plazos más prolongados. En una cosecha inicial, el entrenamiento del trabajador forestal mejora la eficiencia en el traslado desde el bosque, la recuperación de madera potencialmente comercializable y la productividad de la cubierta de leños¹⁴. Los beneficios económicos y ecológicos a más largo plazo de la TIR incluyen un menor daño a los árboles residuales y a los suelos alterados (Holmes, et al. 1999).

En un análisis de estudio de casos, la madera desperdiciada en las prácticas de TC representaron alrededor del 24% del volumen de la cosecha, pero únicamente el 7,6% dentro de las prácticas de TIR. Una menor cantidad de residuo de madera y un volumen mayor de madera puede reducir los costos en un 12% por metro cúbico comparado con una operación típica de TC (Holmes, et al. 1999).

¹³ La tasa corregida, la cual refleja menor eficiencia, es uno de los principales factores que fundamentan las conclusiones de Stone en el sentido de que la rentabilidad está disminuyendo (Bauch, 2010, comunicación personal).

¹⁴ Sitio al cual se trasladan los leños desde el bosque, en el cual se apilan para su subsiguiente carga en los camiones.

El código de modelo de cosecha forestal de la FAO proporciona la base para el diseño de del sistema de TIR, incluyendo muchas o todas de las siguientes actividades: inventario y mapeo de árboles previos a la tala, planificación de caminos y senderos de traslado desde el bosque, tala de enredaderas (donde se necesite), tala direccional, corte de tocón bajo, uso eficiente de los leños talados, ancho óptimo de caminos y senderos de traslado desde el bosque, arrastre de los leños mediante güinche hasta los senderos planificados para su traslado desde el bosque, sitio óptimo de descargas, alteración mínima d la tierra y administración de corte (Dykstra y Heinrich 1996).



Superficie d la tierra alterada por la TC y por la TS (m2 por árbol cosechado y % cosechado)

Fuente: Holmes, et al. 1999.

Si bien la TIR no constituye una prescripción fija, las técnicas y los lineamientos intentan adaptar las mejores prácticas de explotación forestal a las condiciones biofísicas y económicas existentes. La etapa previa a la tala, la planificación de la tala y los costos de infraestructura de las operaciones de TC fueron \$0,71 por m³ y \$1,93 por m³ para TIR. En algunos casos, la TIR puede ser más costosa que la TC o de costo similar a ésta, según la sofisticación de la TC (por ejemplo, la planificación de la tala) y las prácticas concretas de TIR (Winkler, 1997; van der Hout, 1999). Los efectos de la TIR en la reserva de densidad de carbono y la capacidad de regeneración del remanente no ha sido calculada todavía. No obstante, los costos de oportunidad de REDD+ de diferentes estrategias de gestión forestal pueden evaluarse a través de análisis de sensibilidad y de escenario.

87. El residuo de madera es un concepto relacionado con la tasa de conversión. Los residuos de madera surgen de los leños aserrados que no se trasladan desde el bosque y de de árboles jóvenes de alto valor que se destruyen innecesariamente. En los aserraderos, se produce residuo cuando los leños se degradan durante su almacenamiento y de madera aserrada en forma imprecisa (es decir, de grosor excesivo) (Gerwing, et al. 1996). De acuerdo con Pokorny y Steinbrenner (2005), los componentes múltiples del residuo de madera desde suelo al aserradero, resultó en mayores diferencias en los costos que las de los simples cálculos de la productividad d la tierra.

88. Los cálculos de rentabilidad de las operaciones forestales también pueden diferir debido a los supuestos relativos a la calidad de la madera y el precio recibido. Debido a que muchos bosques dentro de un país pueden haber sido ya talados, la rentabilidad de la explotación forestal podría diferir sustancialmente según la región. Una evaluación de la calidad actual de los bosques y los usos potenciales de los bosques establece un punto de partida de análisis para estimar la rentabilidad futura.

89. La rentabilidad generada a partir de bosques de alto valor pueden ser sustanciales. El caso de bosques de caoba en Brasil es un ejemplo de la alta rentabilidad con impacto potencialmente bajo en el carbono (Cuadro 6.6).

Recuadro 6-5 Caoba de alto valor, pero ¿con qué efectos sobre el carbono?

Las especies de alto valor extraídas de los bosques generan amplia rentabilidad con un efecto relativamente bajo en el carbono de los bosques. En Brasil, por ejemplo, los árboles de caoba usualmente están esparcidos en parcelas. En promedio, se extraen 5 m³ de leños de caoba por hectárea y generan \$81 de rentabilidad por hectárea, a pesar de sus altos costos de explotación (\$150 por m³) (Verissimo, et al., 1995).

Si bien el impacto de este tipo de bosque puede ser reducido, las prácticas de explotación relacionadas pueden tener efectos mayores en la calidad de los bosques. La mayoría de las operaciones forestales utilizan técnicas convencionales de tala, en ocasiones denominadas de alto impacto, que dañan seriamente a los bosques. La construcción de senderos de para traslado desde el bosque y el daño a otros árboles durante la tala pueden afectar igualmente al carbono y a la cubierta forestal. Sin embargo, dichos efectos normalmente no se incluyen en los mapas de deforestación (Nepstad, et al., 1999). Adicionalmente, debido a que se cosecha sólo una porción del árbol, una parte sustancial de la biomasa no tiene valor comercial. La porción no utilizada del árbol debería ser considerada dentro de la contabilización del carbono de los bosques.

Para evaluar la tala selectiva, deberían estimarse presupuestos para el suelo forestal con tala (y cualquier uso de la tierra en la trayectoria) y para el mismo bosque sin dicha tala. Pueden compararse las rentabilidades con las diferencias en reservas de C bajo los dos usos de la tierra a fin de estimar los costos de oportunidad de REDD+.

Otros productos forestales

90. Los cálculos de rentabilidad generados de los PFM también varían ampliamente de acuerdo con los métodos de estudio, los productos reunidos y el contexto económico. En un metanálisis de los estudios de PFM, Belcher, et al. (2005) calculó el valor de tres tipos de producción de PFM (US\$/ha): salvaje (\$1,8), administrada (\$3,8), y cultivada (\$25,6). Los costos de recolección, especialmente los insumos de mano de obra, son difíciles de medir en forma exhaustiva y se informan ampliamente en la bibliografía. Los niveles respectivos de carbono de los bosques, y el efecto de la recolección sobre las reservas de carbono, si bien posiblemente sea menor, no fueron evaluados.

Reforestación

91. Desde las reuniones de la UNFCCC del 2010 en Cancún, el mejoramiento de las reservas de C de los bosques ha sido incluida con REDD (por ello, convirtiéndose en REDD+). Esto implica, por ejemplo, que las condiciones de aptitud para REDD+ incluiría los siguientes cambios: (1) un uso no forestal d la tierra en particular vuelva a ser forestal, o (2) un bosque degradado bajo en carbono se transforme en un bosque con mayor contenido de carbono.

Rentabilidades de las trayectorias de los usos d la tierra

92. Con los presupuestos de usos d la tierra, se ha alcanzado ahora una estructura analítica e información suficiente para analizar la rentabilidad de su uso durante el transcurso de muchos años. Cuando resulte necesario, los presupuestos de empresa han sido combinados en presupuestos plurianuales representando un uso de la tierra. No obstante, debido a que tales usos cambian con el transcurso del tiempo y los créditos representan el carbono incluido en los usos d la tierra durante varios años (los detalles no han sido decididos todavía dentro de la política de REDD+), se requiere un análisis de rentabilidad de las trayectorias de usos d la tierra para estimar los costos de oportunidad de REDD+. Si bien la longitud del horizonte temporal para el análisis puede ser una decisión arbitraria, debería regirse por la política de REDD+. Los horizontes de análisis comunes se extienden desde 20 hasta 50 años, e incluso más.¹⁵ A los fines de este manual, se utiliza un horizonte de 30 años.

93. En el esquema 6.6 y la Tabla 6.5 relacionada se resumen los resultados de las muestras de un análisis de rentabilidad de Perú. En el caso de Perú, para cada cambio en uso de la tierra la rentabilidad durante el primer año es negativa. Ello es debido a los altos costos de inversión de preparación d la tierra para la producción agrícola o forestal subsiguiente.¹⁶

94. La rentabilidad también difiere cada año para la mayoría de los usos d la tierra. Si bien no producen una rentabilidad mayor, los sistemas agrícolas y de pastizales generan rentabilidad antes que los sistemas forestales. En el ejemplo de Perú, los sistemas agrícolas se basan en los sistemas de tumba y roza y de barbecho, los cuales producen una rentabilidad concluyente en el segundo y en el tercer año. Durante los períodos de

¹⁵ El horizonte más extenso de actividades de proyectos de MDL, además de la Forestación/Reforestación (F/R), es 21 años. Para las actividades de F/R, el horizonte temporal es de 20 a 60 años (UNFCCC, 2010).

¹⁶ Cuando la madera puede venderse, por ejemplo, la rentabilidad del primer año normalmente es alta. De igual forma, la rentabilidad del primer año puede ser positiva cuando los costos de deforestación son bajos (por ejemplo, utilizando quema y poca tala) y las primeras cosechas se obtienen rápidamente (cosechas anuales).

barbecho de 4 y 8 años, respectivamente, ningún costo o ingreso tiene como resultado rentabilidad cero.¹⁷

95. Con los usos de ganadería, si bien los costos iniciales de siembra de pastizales pueden ser bajos, otros costos de establecimiento tales como la compra de ganado y el vallado son elevados. Los costos de establecimiento de una pastura mejorada son mayores que los de una pastura autóctona, y generan el doble de rentabilidad luego de 1 año.

96. La rentabilidad de los usos perennes d la tierra depende de las inversiones requeridas para establecer el sistema, de las actividades de cultivos intercalados y de los años que requiere hasta el inicio de la producción forestal. Los sistemas basados en los bosques generan rentabilidad negativa (pérdidas) durante uno o dos años, considerando que las actividades de desmalezado y otras inversiones se requieren normalmente antes de la producción.

97. Estos resultados de muestras son altamente sensibles para los supuestos de la producción, sobre precios e insumos. Los parámetros, dentro de los presupuestos empresariales o de uso de la tierra, también pueden ajustarse para representar diferentes contextos socioeconómicos y biofísicos. La información interconectada permite un examen rápido de la forma en que los cálculos de parámetros afectan la rentabilidad de un uso de la tierra. Para un mayor desarrollo sobre el tema de análisis de sensibilidad, sírvase referirse al Capítulo 9.

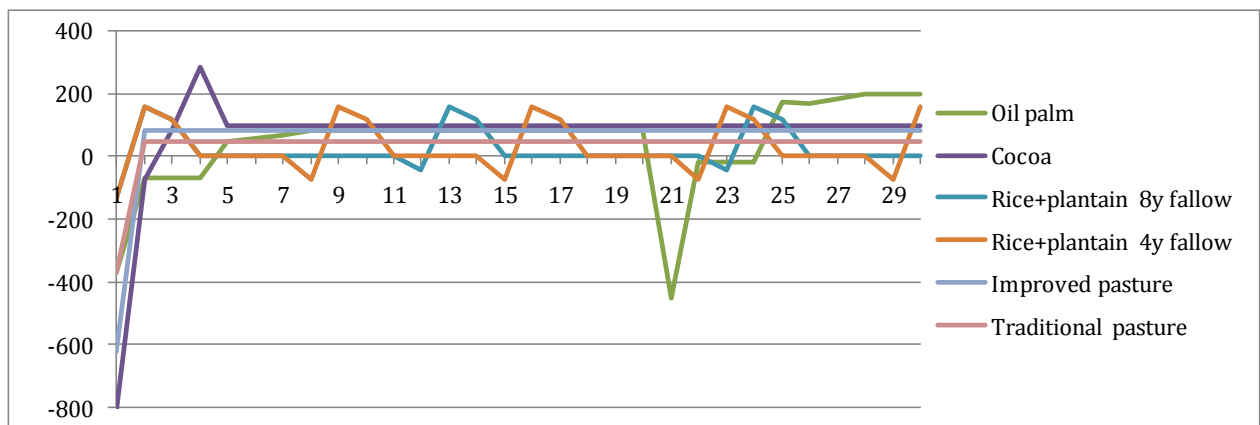


Figura 6-6 Análisis plurianual de muestras (valores sin descontar, US\$/ha)

¹⁷ La tasa de renta de la tierra se considera cero. Sírvase referirse a lo expuesto a continuación en relación con esta presunción.

Tabla 6-5 Análisis plurianual de resultados, Perú (actualizado; años 1-15, 30)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	30
Palma aceitera	-264	-70	-70	-70	46	57	69	81	81	81	81	81	81	81	81	200
Cacao	(815)	(75)	84	284	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
Barbecho de 8 años de arroz+plátano	-133	158	115	0	0	0	0	0	0	0	0	-45	158	115	0	0
Barbecho de 4 años de arroz+plátano	-133	158	115	0	0	0	0	-73	158	115	0	0	0	0	-73	158
Pastizal mejorado	-633	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Pastizal tradicional	-384	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Carbón	378															
Carbón+palma aceitera	114	-70	-70	-70	46	57	69	81	81	81	81	81	81	81	81	200
Barbecho de 8 años de carbón+arroz+plátano	245	158	115	0	0	0	0	0	0	0	0	-45	158	115	0	0
Madera	450															
Madera+pastizal mejorado	-183	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
Recolección de PFM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Valor presente neto (o valor actual neto)

98. Los análisis plurianuales de rentabilidad ilustran la forma en que los niveles de rentabilidad cambian anualmente durante el transcurso de un horizonte temporal. A pesar de todos los resultados, no es fácil determinar el uso de la tierra más atractivo con respecto a la rentabilidad en general. Un uso de la tierra puede generar la mayor rentabilidad, pero puede que ocurra al final de un horizonte temporal.

99. El valor presente neto (VPN), algunas veces denominado “valor presente”, es un cálculo comúnmente utilizado para estimar la rentabilidad de un uso de la tierra durante muchos años. El VPN toman en consideración el valor temporal del dinero. Debido a que esperar rentabilidad es menos deseable que obtenerla ahora, al “valor” de la rentabilidad futura se le descuenta un porcentaje específico, con frecuencia de entre el 2% y el 20%.

100. Con el análisis plurianual, el VPN es un es un flujo actualizado de rentabilidad (rentabilidad menos los costos de los insumos de capital, tierra y trabajo).

$$VPN = \sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t}{(1+r)^t}$$

Donde t = año, T = longitud del horizonte de tiempo, Π = rentabilidad anual de los LU (\$/ha), r = tasa de descuento. Los principales supuestos introducidos en la etapa del cálculo del VPN son la tasa de descuento (r) y el horizonte temporal (T).

¿Qué tasa de descuento debería utilizarse?

101. Para las tasas de descuento, los análisis del VPN normalmente utilizan las tasas de interés de la renta, que establece el banco nacional o el gobierno. Dichas tasas pueden variar entre el 10 y el 30%. Si bien los créditos agrícolas rara vez están disponibles, especialmente en regiones de márgenes forestales remotos, las tasas de interés bancario sirven como un buen indicador del valor temporal del dinero.¹⁸ La tasa de interés refleja el costo de oportunidad de obtener rentabilidad – no actual – sino en el futuro.

102. Las tasas de interés elevadas pueden reducir sensiblemente la viabilidad y el atractivo de las inversiones a largo plazo. Éstas incluyen empresas tales como los sistemas de silvicultura, agroforestales y ganado donde los años iniciales requieren inversiones preliminares y la rentabilidad ocurre entre 5 y 20 más tarde. Los costos apenas se descuentan, mientras que los ingresos pueden ser significativamente menores.

103. Otra interpretación del efecto de descuento de las altas tasas es que los valores futuros no importan. Debido a que la rentabilidad futura se actualizan fuertemente, no son importantes. Esto también puede traducirse en afirmar que los beneficios para las

¹⁸ Es más, los pequeños productores agrícolas rara vez tienen el título de su tierra o de los activos tangibles para utilizar como garantía a fin de solicitar préstamos de dinero.

generaciones futuras no tienen importancia. El contexto de las altas tasas de descuento crea incentivos para generar rentabilidad y beneficios en el corto plazo, debido a que esperar al largo plazo casi no tiene sentido. Por ejemplo, el uso de altas tasas de descuento contradice la interpretación de los conservacionistas, que consideran que los valores presente y futuros de la biodiversidad son muy altos. Por ello, a fin de evaluar los servicios del ecosistema, una tasa de descuento (social) más baja podría ser más justificable que las tasas de descuento más elevadas utilizadas en un entorno de negocios riesgoso (privado).

104. En síntesis, es importante seleccionar una tasa de descuento que refleje la operación dentro del mercado y el contexto político. Los programas de REDD+ no se basan en el contexto de los pequeños productores agropecuarios conservacionistas ni en los negocios. El sistema nacional contable de un país probablemente sea intermedio y el contexto financiero apropiado de un programa de REDD+. Por ello, dentro de este manual de capacitación se emplea una tasa de descuento del 5%. Para ver la forma en que el VPN puede estimarse en hojas de cálculo de un ordenador, examine la hoja de **análisis de 30 años** en el cuaderno. La combinación de empresas que comprende cada uso de la tierra ahora ha sido definido en el cuaderno (véase también tabla 6.5). Ahora, en la hoja VPN, se utiliza una función interna para estimar el VPN del flujo de rentabilidad para cada empresa en una TDC determinada. La sensibilidad de los resultados de esta presunción se expone en detalle más adelante y dentro del capítulo 7.

Resultados del análisis de rentabilidad

105. En la Tabla 6.6 se exponen los resultados de un análisis de rentabilidad. Los cálculos del VPN para el plazo de 30 años y tasa de descuento del 5% van desde US\$15 por ha para la recolección de PFNM hasta US\$1047 para una trayectoria de uso de la tierra de explotación forestal y pastura mejorada. La siguiente trayectoria con menor rendimiento fue la pastura tradicional. La baja productividad y los costos iniciales de inversión disminuyen los cálculos del VPN. En cambio, la inclusión de ganancias de las ventas de madera o carbón aumenta significativamente los cálculos del VPN. La rentabilidad del carbón es superior al doble del VPN de un sistema migratorio de arroz-plátano. En modo similar, el VPN de un sistema de pastura mejorada casi se duplica con la inclusión de la rentabilidad de la explotación forestal.¹⁹

106. Todos estos resultados dependen en gran medida de la producción, los precios y el costo de los insumos. El ajuste a los parámetros de usos de la tierra específicos puede realizarse dentro de las hojas de cálculo correspondientes.

¹⁹ Por disposición legal en Brasil, el ciclo mínimo de cosecha para los bosques tropicales es de 25 años. Si bien no ha habido allí ninguna gestión forestal (y ninguna que haya sobrevivido) durante el tiempo suficiente para permitir evaluar la posibilidad de otra cosecha en 25 años, el VPN podría ser mayor, sobre la base de las 2^o cosecha; ver van Gardingen, et al., (2006) para obtener información sobre modelos de rebrote de bosques.

107. El esquema 6.7 muestra el horizonte de rentabilidad actualizada de una trayectoria de 30 años. En comparación con el horizonte no actualizado, los valores actualizados durante los años posteriores es cercano a cero. Ello vale tanto para la rentabilidad positiva como la negativa (inversiones) que ocurra en un futuro lejano.

Tabla 6-6 Rentabilidades de las trayectorias del uso de la tierra (tasa de descuento del 5%, análisis de 30 años)

Oil palm	245
Cocoa	604
Rice+plantain 8y fallow	302
Rice+plantain 4y fallow	409
Improved pasture	618
Traditional pasture	336
<hr/>	
w/Charcoal	360
Charcoal+oil palm	605
Charcoal+rice+plantain 8y	662
w/Timber	429
Timber+improved pasture	1047
NTPF collection	15

Fuente: Autores.

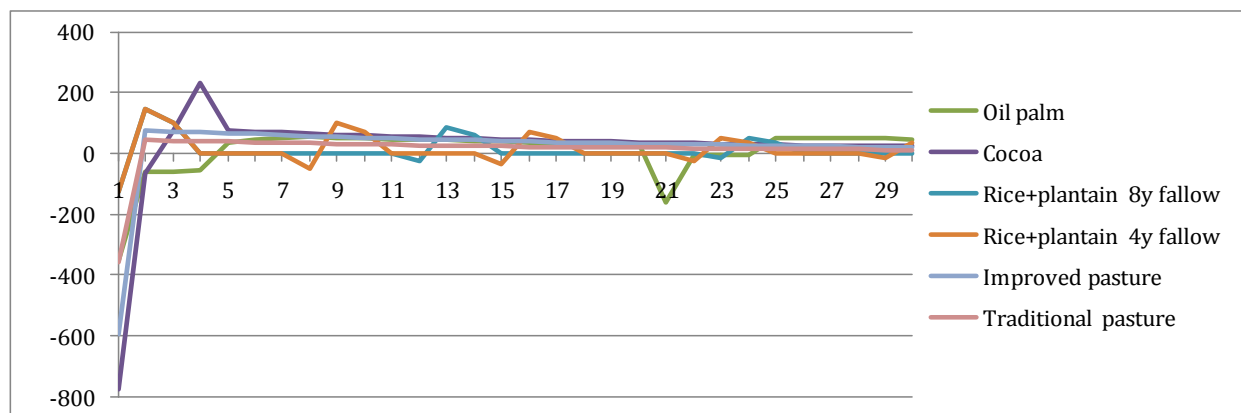


Figura 6-7 Análisis de rentabilidad plurianual de muestra (5% valores descontados, \$/ha)

Consideraciones finales: más métodos y supuestos

108. Debido a que los resultados de los análisis de rentabilidad siempre dependen de una serie de supuestos (por ejemplo, fuentes de datos o tasas de descuento), los resultados pueden ser cuestionados, y deberían serlo. Por ello, es crucial revisar los cálculos de rentabilidad y los pasos seguidos para generarlos. En este apartado, reconsideraremos

elementos importantes del análisis de rentabilidad y expondremos las implicancias de los supuestos.

Cómo administrar los insumos compartidos y los duraderos

109. Si los insumos agrícolas se utilizan para más de un emprendimiento, el costo del insumo debería compartirse y atribuirse a los otros emprendimientos. Si los costos apareciesen en el presupuesto de un emprendimiento, la rentabilidad sería incorrectamente deducida, mientras que otras actividades se volverían más rentables.

110. Para justificar los insumos compartidos, se recomienda utilizar tasas de renta por hectárea o día a fin de aproximar el costo de las herramientas y de la maquinaria (por ejemplo, motosierras, machetes, tractores, etc.). Para los insumos duraderos, pueden calcularse los precios y los valores promedio de larga duración para imputar el costo anual de uso por hectárea. El análisis también puede depreciar el valor del insumo, de acuerdo con un esquema de amortización (para obtener mayores detalles, ver Gittinger, 1982).

Cómo calcular presupuestos para usos hipotéticos d la tierra

111. Es posible que los países deseen calcular las prácticas de uso de la tierra dentro de un análisis de rentabilidad. Algunas prácticas no se cumplen en la actualidad pero pueden generar mayores beneficios de carbono que las prácticas actuales (por ejemplo, TIR). Asimismo, es posible que surjan otros usos d la tierra potencialmente nuevos (por ejemplo, producción de biocombustibles).

112. Deberá tenerse especial precaución al calcular casos hipotéticos. Con frecuencia, los presupuestos a futuro se basan en supuestos poco realistas a fin de obtener fondos para investigación e implementación. Se recomienda examinar cuidadosamente la bibliografía sobre la producción prevista y los ahorros en costos relacionados. Además, tanto las condiciones socioeconómicas como las biofísicas de los estudios de casos deberían poder compararse con los sitios propuestos.

Cómo se explica la inflación

113. Los cálculos deberían efectuarse en términos reales. Dicho de otro modo, la inflación se explica en los análisis, en la medida en que los del VPN combinan la tasa de descuento con la tasa de inflación ($\text{Tasa Real de Interés} = \text{Tasa Nominal de Interés} - \text{Inflación}$). Los análisis que utilizan tasas reales son importantes debido a que muestran el aumento real de valor, y en qué medida el rendimiento fue efecto de la inflación.

Horizonte temporal de un análisis de valor presente neto

114. Para que los cálculos del VPN permanezcan comparables en los emprendimientos y los usos d la tierra, debe utilizarse el mismo horizonte temporal en todos los análisis. Este manual utiliza un marco temporal de 30 años. Debido a que el objetivo es el cálculo del costo de oportunidad de celebrar un contrato de EDD+, la elección del horizonte temporal

puede tener implicancias importantes para compradores y vendedores de créditos de emisión. Si el horizonte temporal del cálculo del VPN excede el plazo del contrato de REDD+ respectivo, es probable que los costos de oportunidad sean sobreestimados y viceversa.

115. El uso de una tasa de descuento más elevada y de un horizonte temporal más extenso puede ser de ayuda para mejorar la coherencia metodológica al calcular la rentabilidad del uso de la tierra. Debido a que los ciclos de cosecha de diferentes usos d la tierra probablemente tengan plazos de diferente duración, pueden surgir discrepancias dentro de un horizonte temporal. Por ejemplo, algunos usos d la tierra pueden concluir en medio de una fase productiva, mientras otros pueden encontrarse en una fase de barbecho. (Es importante tener en cuenta que en la Figura 4.6, los ciclos de agricultura-barbecho no se completan dentro del horizonte temporal). Afortunadamente, la tasa de descuento puede hacer que la contribución de la rentabilidad de los años siguientes sea menos significativa.

116. Si se utiliza un horizonte temporal breve, pueden surgir valores sustanciales residuales para numerosos usos d la tierra. El uso de un horizonte temporal más prolongado puede resultar más fácil (lo suficientemente prolongado para que, bajo la tasa de descuento que se elija, cualquier beneficio o pérdida más allá del horizonte temporal no tenga ya importancia) que utilizar un horizonte breve y tener que calcular y registrar valores residuales.

Referencias y lectura complementaria

Almeida, O.T., C. Uhl. 1995. Developing a quantitative framework for sustainable resource-use planning in the Brazilian Amazon. *World Development* (23):1745-1764.

Angelsen, A., D. Kaimowitz. 2001. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. CABI publishing. Wallingford, UK.

Arima, E., A. Veríssimo. 2002. *Preços de Madeira em Pólos Madeireiros Próximos de Cinco Florestas Nacionais na Amazônia*. Ministério do Meio Ambiente - Programa Nacional de Florestas, Brasília, Brasil.

Bauch, S.C., G.S. Amacher, F.D. Merry. 2007. Costs of harvesting, transportation and milling in the Brazilian Amazon: Estimation and policy implications. *Forest Policy and Economics*. (9): 903–915.

Bauch, S. 2010. *Logging, Laws and Lower Volumes: Underreporting of Timber Production in the Amazon*. Working paper. North Carolina State University, Raleigh, USA.

Belcher, B., M. Ruiz-Perez, R. Achdiawan. 2005. Global Patterns and Trends in the Use and Management of Commercial NTFPs: Implications for Livelihoods and Conservation. *World Development*. 33(9):1435–1452.

- Binswanger, H., J. McIntire. 1987. Behavioral and Material Determinants of Production Relations in Land-abundant Tropical Agriculture. *Economic Development and Cultural Change* 36:73-99.
- Börner, J., S. Wunder. 2008. Paying for avoided deforestation in the Brazilian Amazon: From cost assessment to scheme design. *International Forestry Review* 10(3): 496-511.
- Boserup, E. 1965. *The Conditions for Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*. Aldine Publishing Co., Chicago.
- Chomitz, K. 2006. *At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in Tropical Forests*. World Bank, Washington, DC. 234p.
<http://siteresources.worldbank.org/INTTROPICALFOREST/Resources/PRR207.pdf>
- Colán, V., J. Catpo, B. Pokorny, C. Sabogal. 2007. *Costos del Aprovechamiento Forestal para Seis Empresas Concesionarias en la Región Ucayali, Amazonía Peruana*. pág. 117 a 134. En: Monitoreo de Operaciones de Manejo Forestal en Concesiones con Fines Maderables de la Amazonía Peruana. Ministerio de Agricultura, CIFOR, INRENA. Lima, Perú. 134p.
- Coomes, O. T., & Burt, G. J. 2001. Peasant charcoal production in the Peruvian Amazon: Rainforest use and economic reliance. *Forest Ecology and Management* (140): 39–50.
- Dykstra, D.P. and R. Heinrich. 1996. *FAO Model Code of Forest Harvesting Practice*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 85 pp.
- FAO. 2002. *Financial and economic assessment of timber harvesting operations in Sarawak, Malaysia*. Forest Harvesting Case Study 17. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
<http://www.fao.org/docrep/004/Y2699E/y2699e00.htm#Contents>
- FAO. 2001. *Forest Harvesting Practice in Concessions in Suriname*. Forest Harvesting Case Study 16. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
<http://www.fao.org/DOCREP/003/Y2698E/y2698e00.htm#TopOfPage>
- Gittinger, J. P. 1982. *Economic Analysis of Agricultural Projects*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Geist, H. and E. Lambin. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*. 52(2): 143-150.
- Gerwing, J.J., J.S. Johns, E. Vidal. 1996. Reducing waste during logging and log processing: Forest conservation in eastern Amazonia. En: *Unasylva* (187) 64p.
<http://www.fao.org/docrep/w2149e/w2149e00.htm>
- Gregersen, H., H. El Lakany, A. Karsenty, A. White. 2010. Does the Opportunity Cost Approach Indicate the Real Cost of REDD+ ? Rights and Realities of Paying for REDD. Derechos e Iniciativa de Investigación: Washington DC 30p.
- Grieg-Gran, M. 2007. *The Cost of Avoiding Deforestation*. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED, por sus siglas en inglés). Presentación de conferencia en: International Regime, Avoided Deforestation and the Evolution of Public and Private Forest Policies in the South. París. 21-23 de noviembre.

- Grieg-Gran, M. 2008. *The Cost of Avoiding Deforestation: Update of the Report prepared for the Stern Review of the Economics of Climate Change*, Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED, por sus siglas en inglés). Londres. 26p.
- Hofstad, O. 1997. Woodland deforestation by charcoal supply to Dar es Salaam. *Journal of Environmental Economics and Management* 33(1), 17–32.
- Holmes, T. P., G.M. Blate, J.C. Zweede, R. Pereira, P. Barreto, F. Boltz y R. Bauch. 1999. *Financial Costs and Benefits of Reduced-Impact Logging Relative to Conventional Logging in the Eastern Amazon*. USDA Forest Service International Programs and Tropical Forest Foundation, Washington, D.C.
- Kotto-Same J, Moukam A, Njomgang R, Tiki-Manga T, Tonye J, Diaw C, Gockowski J, Houser S, Weise S, Nwaga D, Zapfack L, Palm C, Woomeer P, Gillison A, Bignell D and Tondoh J, 2000. *Summary Report and Synthesis of Phase II in Cameroon*. ASB Country Report. Alternatives to Slash-and-Burn Program, Nairobi, Kenia.
- Kragten, M., T. P. Tomich, S. Vosti, J. Gockowski. 2001. *Evaluating Land Use Systems from a Socioeconomic Perspective*. ASB Lecture Note 8. Alternatives to Slash-and-Burn: Nairobi.
- Kydd, J, R. Pearce, and M. Stockbridge. 1997. The economic analysis of commodity systems: Extending the policy analysis matrix to account for environmental effects and transactions costs. *Agricultural Systems*. (55) 323-345
- Labarta, R., D. White, S. Swinton. Does Charcoal Production Slow Agricultural Expansion into the Peruvian Amazon Rainforest? *World Development* 36 (3):527–540.
- Merry, F., Pokorny, B., Steinbrenner, M., Souza, J., Silva, I., 2005. *Contabilidade de custo e eficiência de produção na indústria madeireira na Amazônia Brasileira*. IPAM Project Report for Banco da Amazônia, Belem, Brasil. 115 pp.
- Monke, E., S.R. Pearson. 1989. *The Policy Analysis Matrix for Agricultural Development*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Nepstad, D., A. Veríssimo, A.A. Alencar, C. Nobre, E. Lima, P. Lefebvre, P. Schlesinger, C. Potter, P. Moutinho, E. Mendoza, M. A. Cochrane, V. Brooks. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* (398):505-508.
- Pearce, D., F. Putz, J.K. Vanclay. 2003. Sustainable forestry in the tropics: panacea or folly? *Forest Ecology and Management* (172):229-247.
- Pfaff, A. 1996. *What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from Satellite and Socioeconomic Data*. Policy Research Working Paper. The World Bank.
- Pokorny, B., M. Steinbrenner. 2005. Collaborative monitoring of production and costs of timber harvest operations in the Brazilian Amazon. *Ecology and Society* 10(1): 3. [online] URL:<http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art3/>
- Ruthenberg, H. 1976. *Farming Systems in the Tropics*. Oxford University Press, Oxford. pp. 365.
- Sheil, D. and S. Wunder. 2002. The value of tropical forest to local communities: complications, caveats, and cautions. *Conservation Ecology* 6(2): 9. [online] <http://www.consecol.org/vol6/iss2/art9>

- Seroa da Motta, Ronaldo. 2002. *Estimativa do Custo Econômico do Desmatamento na Amazônia*. Texto para Discussão N° 910, Instituto de Pesquisa Economica Aplicada. 29p.
- Souza Jr., C., A. Veríssimo, E. Lima, R. Salomão. 2000. *Alcance econômico da exploração madeireira na Amazônia*. IMAZON. Belém.
- Southgate, D. 1998. *Tropical forest conservation: an economic assessment of the alternatives in Latin America*. Oxford University Press, New York, USA
- Stone, S.W., 1998. Evolution of the timber industry along an aging frontier: the case of Paragominas (1990–1995). *World Development* (26):433-445.
- Tomich, T.P., M. van Noordwijk, S. Budidarsono, A. Gillison, T. Kusumanto, D. Murdiyarso, F. Stolle y A.M. Fagi. (eds.) 1998. *Alternatives to Slash-and-Burn in Indonesia: Summary Report & Synthesis of Phase II*. ASB-Indonesia Report Number 8. Bogor, Indonesia: ASB-Indonesia y ICRAF Southeast Asia.
- Tomich, T.P., M. van Noordwijk, S.A. Vosti y J. Witcover. 1998. Agricultural Development with Rainforest Conservation Methods for seeking Best Bet Alternatives to Slash-and-Burn, with Applications to Brazil and Indonesia. *Agricultural Economics*. 19:159-174.
- UNFCCC, 2010. Views related to carbon dioxide capture and storage in geological formations as a possible mitigation technology. SBSTA. Thirty-second session Bonn, 31 May. 8p. <http://unfccc.int/resource/docs/2010/sbsta/eng/misc02a01.pdf>
- Van der Hout, P. 1999. *Reduced impact logging in the tropical rain forest of Guyana: ecological, economic and silvicultural consequences*. Tropenbos-Guyana Series 6, Wageningen, the Netherlands.
- van Gardingen, P.R., D. Valle, I. Thompson, I. 2006. Evaluation of yield regulation options for primary forest in Tapajos National Forest, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 231: 184-195. <http://www.geos.ed.ac.uk/homes/paulvg/publications/tapajos.pdf>
- Vedeld, P., A. Angelsen, E. Sjaastad, G. Kobugabe Berg. 2004. *Counting on the Environment: Forest Incomes and the Rural Poor*. Environmental Economics Series Paper 98. The World Bank: Washington, D.C. 114 p.
- Vera Diaz, M.C. y S. Schwartzman,. 2005. Carbon offsets and land use in the Brazilian Amazon. En Moutinho and Schwartzman (eds.) *Tropical Deforestation and Climate Change*. IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental de Amazonia), Parà, Brazil; Environmental Defense Fund, Washington, D.C.
- Veríssimo, A., P. Barreto, M. Mattos, R. Tarifa, y C. Uhl. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management* 55: 169-199.
- Veríssimo, A., P. Barreto, R. Tarifa, C. Uhl. 1995. Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany. *Forest Ecology and Management* (72):39–60.
- Veríssimo, A., E. Lima, M. Lentini. 2002. *Pólos Madeireiros do Estado do Pará*. Belém, Brazil: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), 74p. <http://www.imazon.org.br/downloads/index.asp?categ=1>

Vincent, R. J., C. Clark Gibson, M. Boscolo. 2003. *The Politics and Economics of Forest Reforms in Cameroon*. The World Bank: Washington, D.C.

Vosti, S., J. Witcover, J. Gockowski, T.P. Tomich, C.L. Carpentier, M. Faminow, S. Oliviera, C. Diaw. 2000. *Alternatives to Slash-and-Burn. Report on Methods for the ASB Matrix. Working Group on Economic and Social Indicators*. ICRAF: Nairobi.

White, D., S.J. Velarde, J.C. Alegre and T.P. Tomich (Eds.), 2005. *Alternatives to Slash-and-Burn (ASB) in Peru, Summary Report and Synthesis of Phase II*. Monograph. Alternatives to Slash-and-Burn, Nairobi, Kenya.

http://www.asb.cgiar.org/PDFwebdocs/White_et_al_2005_ASB-Peru.pdf

Winkler, N. 1997. *Environmentally Sound Forest Harvesting: Testing the Applicability of the FAO Model Code in the Amazon in Brazil*. Forest Harvesting Case Study 8. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Estimación del costo de oportunidad de REDD+

Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 7. Análisis de costos de Oportunidad

Objetivos

Mostrar cómo:

1. Generar una curva de costos de oportunidad de REDD
2. Analizar los efectos de los cambios en la política, los precios y los coeficientes técnicos sobre la curva de costo de oportunidad (análisis de sensibilidad)
3. Crear mapas de costos de oportunidad

Contenido

Objetivos	7-1
Estimación de costos de oportunidad.....	7-2
Análisis de sensibilidad	7-4
Mapas de costos de oportunidad	7-9
Referencias y lectura complementaria	7-1



1. El presente capítulo integra los contenidos de capítulos anteriores. Aquí se combinan distintos tipos de información sobre uso de la tierra – cambio en el uso de la tierra, reservas de carbono y rentabilidad.

Estimación de costos de oportunidad

2. El costo de oportunidad es un tipo de *tradeoff* o intercambio. En el contexto de REDD+, el costo de oportunidad es la medida de un cambio en el uso de la tierra expresado en términos de dinero y unidades físicas, en lugar de unidades físicas únicamente, como los *tradeoffs* suelen compararse. Los costos de oportunidad de REDD+ se basan en US\$ o € por tonelada de CO₂e.

Curva de costos de oportunidad

3. La curva de costos de oportunidad de REDD+ agrega los costos de oportunidad de los distintos cambios en el uso de la tierra a nivel de región o país. La altura de la curva representa el costo de oportunidad de cada cambio en el uso de la tierra. La curva también muestra la cantidad de reducción potencial de emisiones por tipo de cambio en el uso de la tierra. Esto es el ancho de los respectivos segmentos.

4. En una “curva de abatimiento” nacional desarrollada por *Dewan Nasional Perubahan Iklim* y McKinsey and Co. (Figura 2.1), que de hecho es una curva de costo de oportunidad (sírvese ver la Figura 1.6 y el texto relacionado), las opciones resaltadas se relacionan con usos de la tierra. En este ejemplo, algunos costos de oportunidad son negativos, lo que significa que al reducir dicha actividad se genera rendimientos netos en lugar de costos. Esas opciones se encuentran a la izquierda del gráfico y debajo del eje horizontal. Sin embargo, debido a que el ancho de estas barras es angosto, la cantidad de potencial de abatimiento es relativamente pequeña.

5. Otras opciones de eliminación tienen efectos positivos. Algunos ejemplos relacionados con uso de la tierra incluyen cuatro opciones de eliminación de REDD+ de pequeños terratenientes, reforestación, extracción de madera y bosque árido con plantación intensiva. Si bien los costos se sitúan entre €<1 y €15, la cantidad potencial de abatimiento es mayor que en el caso de opciones de abatimiento menos costosas.

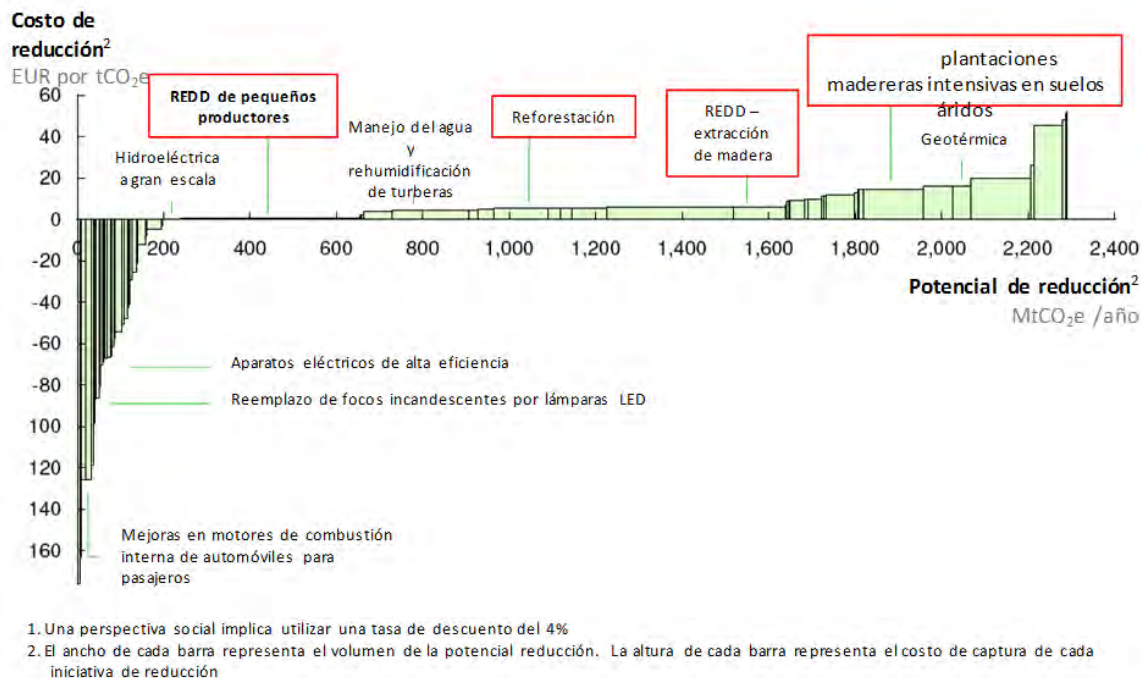


Figura 7-1 Una curva de costo de oportunidad nacional

Fuente: Dewan Nasional Perubahan Iklim (Consejo Nacional sobre Cambio Climático) y McKinsey y Co. 2009.

6. Dicho análisis nacional es un paso útil para entender los costos de abatimiento de carbono. Los resultados son, sin embargo, una simplificación de una realidad diversa. Una amplia variedad de contextos nacionales y subnacionales suele revelar diferencias considerables respecto de los resultados generales.

Ejercicio de análisis de hoja de cálculo

7. El archivo de hoja de cálculo denominado **OppCost** es un ejemplo simplificado de un análisis de costo de oportunidad. (Sírvase consultar el **Apéndice F** para ver secciones de las hojas de cálculo descritas y visitar el sitio de Internet del manual para descargar el archivo **SpreadsheetExercisesREDDplusOppCosts.xlsm** (con macro).

8. Nótese que el análisis de costos de oportunidad se basa en los cambios en los usos de la tierra. Por lo tanto, además de la leyenda de uso de la tierra, se necesita información sobre los usos actuales de la tierra y los cambios en el uso de la tierra a nivel nacional.

9. En este ejemplo, la información sobre uso de la tierra se basa en los porcentajes. La distribución inicial de usos de la tierra se encuentra dentro de una única columna de celdas. Por el contrario, la fila de uso futuro de la tierra es el resultado de numerosos cambios en el uso de la tierra correspondientes a una matriz de celdas. Los cambios en el uso de la tierra producen emisiones de carbono en tres instancias (Figura 7.2). El costo de oportunidad de evitar un cambio de bosque talado a agricultura es el menor: US\$0,44/tCO₂e. Un cambio en

el uso de la tierra de bosque talado a agroforestal tiene un costo de oportunidad de US\$1,14/tCO₂e; y un cambio de bosque natural a bosque talado tiene el mayor costo de oportunidad: US\$1,36/tCO₂e. Un cambio en el uso de la tierra de agricultura a agroforestal implicaría un costo de oportunidad negativo (es decir, un potencial beneficio) de US\$0,84/tCO₂e. Este tipo de cambio en el uso de la tierra refleja cómo los mayores rendimientos netos también pueden implicar mayores reservas de carbono.

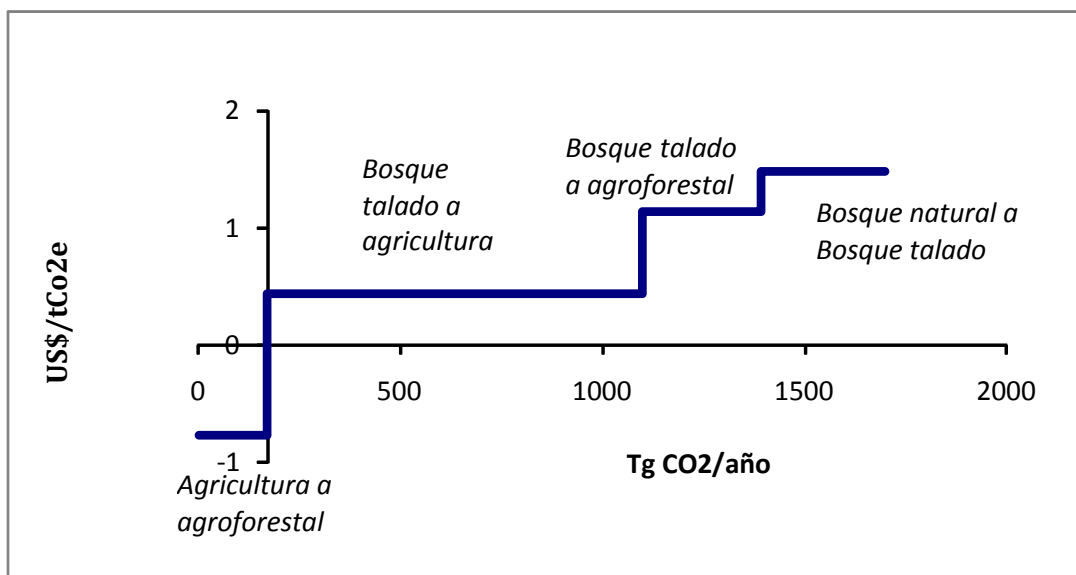


Figura 7-2 Ejemplo de los resultados de costos de oportunidad de la hoja de cálculo

10. A medida que aumenta el número de usos del análisis, se presentan dificultades para determinar qué factores son más importantes. Un modo conveniente para identificar los factores determinantes más importantes es mediante un análisis de sensibilidad. Pueden modificarse en forma secuencial o simultánea uno (o más) parámetros (ej. costos de insumos, salarios, precios de los productos) dentro del análisis para evaluar su grado de influencia en los resultados. Además, un análisis de sensibilidad estructurado, aumentando y disminuyendo el valor de un parámetro según cierto porcentaje, es un método útil para evaluar las posibles implicancias de parámetros inciertos.

Análisis de sensibilidad

11. Los análisis de sensibilidad se realizan para verificar la solidez de un modelo analítico cuantitativo, como el modelo de costo de oportunidad presentado en este manual. Mediante dicho método, es posible identificar los parámetros que afectan en mayor medida los resultados del modelo. Es decir, el proceso de análisis de sensibilidad implica cambiar el valor de los parámetros ingresados del modelo para capturar y entender el impacto que dichos cambios tendrán en los resultados. Los pasos más importantes son los siguientes:

- Identificar los parámetros clave a ingresar y los supuestos que posiblemente afecten los resultados
- Priorizar parámetros para el análisis de sensibilidad (ej. insumos, rendimientos, precios)
- Determinar el rango realista de variación del parámetro o de la presunción
- Examinar los resultados de cálculos reducidos y aumentados de cada parámetro
- Documentar, comparar y analizar los resultados
- Identificar escenarios prioritarios para considerar en los análisis sobre políticas
- Considerar clasificaciones de usos de la tierra adicionales para mejorar la precisión
- Identificar áreas prioritarias de investigación para determinar el rango de parámetros específicos (ej. insumos, rendimientos, precios)

12. En el caso de análisis de costos de oportunidad, los parámetros clave a considerar son la rentabilidad y el contenido de carbono de los usos de la tierra. La rentabilidad puede verse afectada por cambios en los precios o en el rendimiento. Los cálculos de contenido de carbono de diferentes usos de la tierra pueden diferir dentro de un país o a medida que haya resultados de nuevas investigaciones.

13. Aquí analizaremos dos cambios en parámetros para determinar su efecto en los costos de oportunidad.

Análisis de sensibilidad A. Un bosque talado genera US\$400VPN en lugar de US\$300VPN.

En la hoja de cálculo **OppCost**, un cambio en la rentabilidad del uso de la tierra para actividades de tala afecta tres de los cuatro costos de oportunidad (Figura 7.3).

1. *De bosque talado a agricultura.* El costo de oportunidad calculado disminuye de US\$0,44 a US\$0,29. Es decir, un incremento de US\$100 en VPN reduce el costo de oportunidad del cambio de uso de la tierra en un 34%.
2. *De bosque talado a agroforestal.* El costo de oportunidad calculado disminuye de US\$1,14 a US\$0,91. Aquí, un aumento de US\$100 en VPN reduce los costos de oportunidad del cambio del uso de la tierra en un 23%.
3. *De bosque natural a bosque talado.* El costo de oportunidad calculado aumenta de US\$1,47 a US\$2,02. En este caso, un aumento de US\$100 VPN aumenta el costo de oportunidad del cambio del uso de la tierra en un 37%.
4. *De agricultura a agroforestal.* No tiene efectos.

Nótese que la cantidad de emisiones no cambia en ninguno de los casos anteriores.

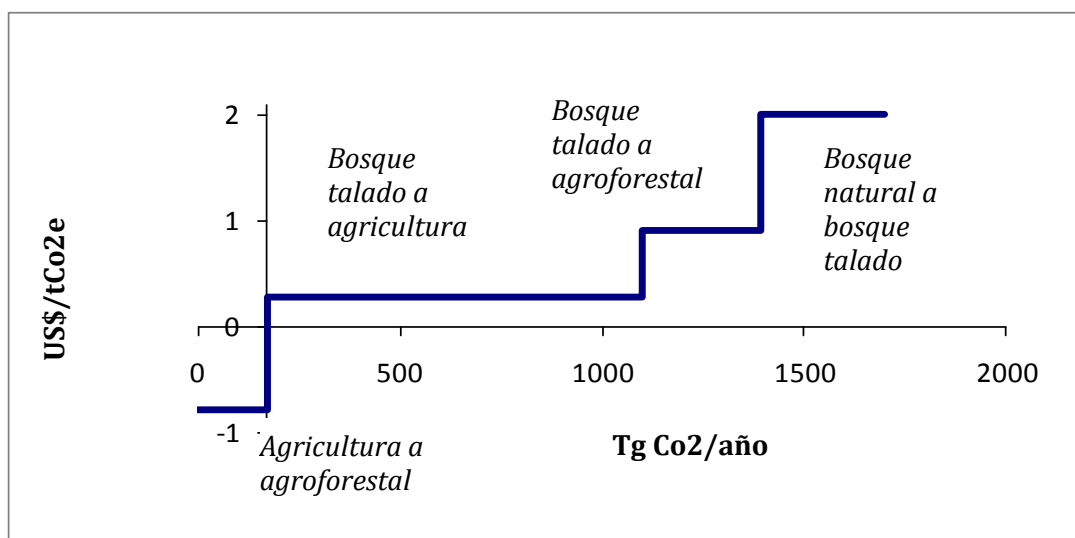


Figura 7-3 Análisis de sensibilidad A (con bosque talado de US\$400VPN)

Análisis de sensibilidad B. Un bosque talado contiene 150 tC/ha en lugar de 200tC/ha.

En la hoja de cálculo **OppCost**, un cambio en el contenido de carbono del uso de la tierra para actividades de tala también afecta tres de los cuatro costos de oportunidad y emisiones correspondientes (Figura 7.3).

1. *De bosque talado a agricultura.* El costo de oportunidad calculado aumenta de US\$0,44/tCO₂e a US\$0,58. Es decir, una disminución de 50tC/ha aumenta el costo de oportunidad del cambio en el uso de la tierra en un 32%. Las emisiones asociadas caen de 928 a 855 TgCO₂e.
2. *De bosque talado a agroforestal.* El costo de oportunidad calculado disminuye de US\$1,14/tCO₂e a US\$0,74. Aquí, una disminución de 50tC/ha reduce el costo de oportunidad del cambio en el uso de la tierra en un 35%. Las emisiones asociadas caen de 293 a 171 TgCO₂e.
3. *De bosque natural a bosque talado.* El costo de oportunidad calculado aumenta de US\$1,47/tCO₂e a US\$1,95. En este caso, una disminución de 50tC/ha aumenta el costo de oportunidad del cambio en el uso de la tierra en un 33%. Las emisiones asociadas aumentan de 305 a 611 TgCO₂e.
4. *De agricultura a agroforestal.* No tiene efectos.

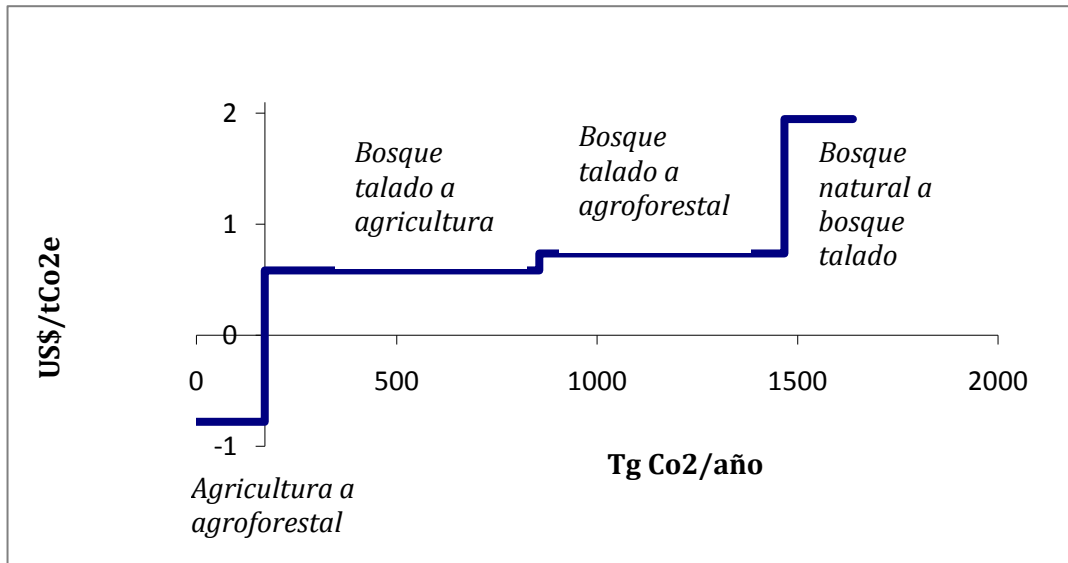


Figura 7-4 Análisis de sensibilidad B (con un bosque talado de 150tC/ha)

14. Además, una evaluación de las tendencias, ubicaciones y dinámicas de comportamiento relacionadas con el cambio en un país determinado también pueden ayudar a identificar parámetros de prioridades a evaluar. De este modo, los análisis de sensibilidad se relacionan con los análisis de diferentes escenarios de condiciones y caminos futuros (Capítulo 9).

15. El análisis de sensibilidad requiere realizar una interpretación y crítica de los resultados. Los cambios en los resultados deberían reflejar una diferencia “normal”, donde lo “normal” se determina mediante un análisis para asegurar que los resultados tengan sentido. En otras palabras, el análisis de sensibilidad requiere de habilidades científicas y conocimiento del contexto. Debido a que los modelos son una simplificación de una realidad más completa y compleja, el objetivo del análisis de sensibilidad es asegurar que el modelo se comporte según lo esperado.

REDD-Abacus

16. Las curvas de costos de oportunidad de una cantidad reducida de usos de la tierra se pueden calcular fácilmente utilizando hojas de cálculo de Microsoft XL. Para los análisis de mayores dimensiones existen dos limitaciones:

- 1) Las opciones de reducción de emisiones deben ordenarse según los costos, de modo que los costos más bajos deben ubicarse a la izquierda de la figura y aumentar sobre el eje horizontal. Se necesita un subprograma macro para crear curvas de costos de oportunidad.
- 2) Para identificar y rotular cada segmento de la curva con una figura es necesario realizar tareas manuales independientes, que aún no se han podido automatizar.

17. REDD-Abacus es un programa de computación que facilita la creación de curvas de costo (World Agroforestry Center y otros, 2010). Es posible examinar los datos sobre el carbono y la rentabilidad de numerosos usos de la tierra y regiones subnacionales ingresándolos en el programa para analizarlos (Figura 7.5) Si se divide al país en distintas zonas subnacionales, es posible reconocer diferentes características que afectan el contenido de carbono (ej., precipitaciones o elevación) y niveles de rentabilidad (ej, rendimientos, precios de productos agrícolas) de los usos de la tierra, lo que permitirá realizar un análisis más preciso de los costos de oportunidad. Por lo tanto, las curvas de costo de oportunidad resultantes representan no sólo cada cambio posible en el uso de la tierra sino también su correspondencia con cada región subnacional (Figura 7.6). La facilidad para realizar cálculos y administrar los datos ayuda a agilizar el proceso de análisis de sensibilidad y de escenarios. El **Apéndice G** incluye un ejemplo de análisis y una interpretación de los resultados.

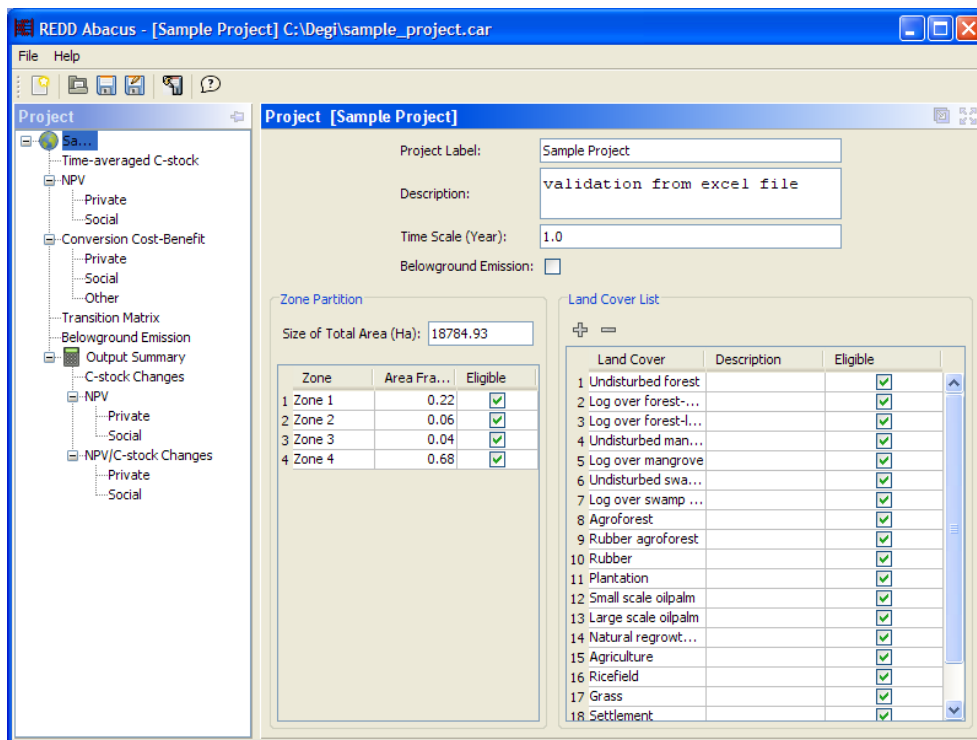


Figura 7-5 Usos de la tierra y regiones de un ejemplo de análisis de REDD-Abacus

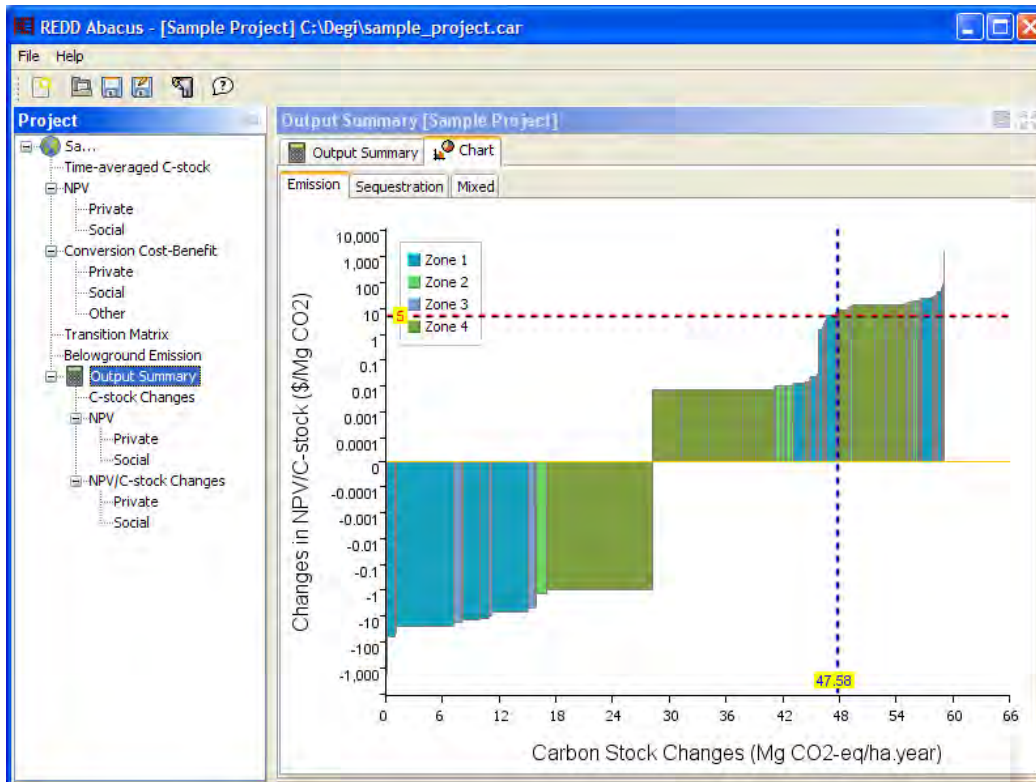


Figura 7-6 Una curva de costos de oportunidad por cambio en el uso de la tierra y región subnacional

Mapas de costos de oportunidad

18. Los mapas de estimaciones de costos de oportunidad son útiles para visualizar el costo económico de evitar la deforestación y los beneficios de aumentar las reservas de carbono. El equipo responsable del análisis puede utilizar los resultados de los cálculos de costos de oportunidad para analizar su distribución espacial.

19. expone los resultados del tipo de mapa que puede resultar útil para determinar un punto de inicio en el desarrollo de un programa de compensaciones de REDD+. Muestra las cuatro áreas más grandes de transición forestal en un sitio de estudio del Amazonas peruano central entre 1990 y 2007. Los valores de las emisiones netas y de los costos de abatimiento, expuestos en el gráfico de barras de costo de abatimiento, se obtuvieron de los cálculos de la hoja de cálculo de costos de oportunidad. Estos cálculos pueden convertirse a archivos de bases de datos o de tablas que luego pueden importarse a un SIG, donde se los podrá relacionar con los mapas de transición de uso de la tierra anteriormente descritos.

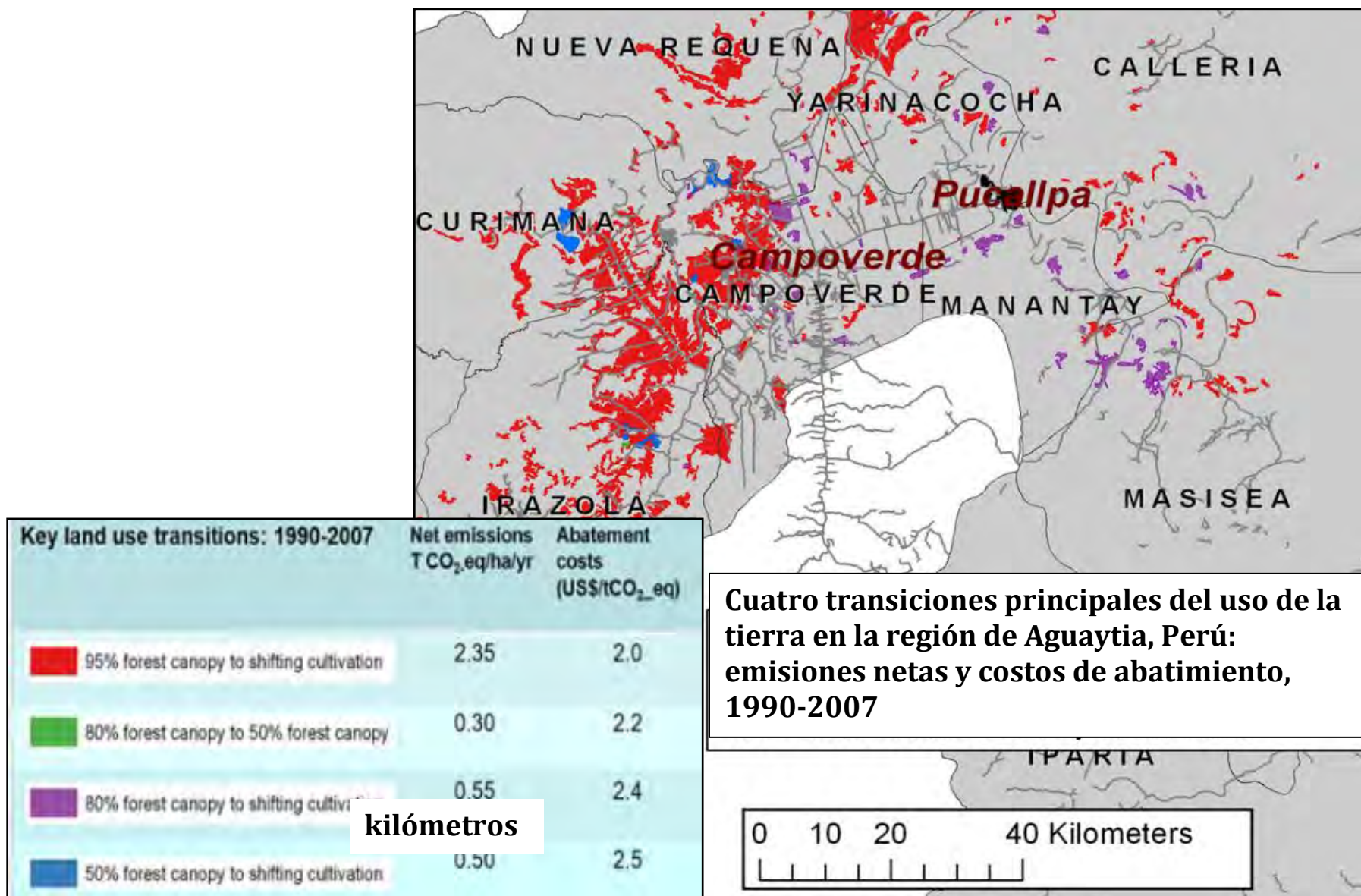


Figura 7-7 Un mapa de costos de oportunidad, Amazonas peruano central 1990 - 2007.

Fuente: White y Hyman, 2009.

20. El análisis de los resultados de los cálculos de costos de oportunidad en el SIG presenta numerosas ventajas:

- Es probable hallar transiciones futuras en el uso de la tierra en forma adyacente a transiciones ocurridas en el pasado. El equipo responsable del análisis puede superponer estas áreas con mapas de áreas protegidas, focos de biodiversidad, distribución demográfica, red vial, reservas indígenas y otros mapas.
- Los analistas podrán luego visualizar los sitios donde pueden resultar necesarios diferentes inventarios en un programa de REDD+.
- Los análisis futuros pueden aprovechar los pronósticos de deforestación y cambio en el uso de la tierra para dirigir mejor las iniciativas de REDD+.

Referencias y lectura complementaria

Dewan Nasional Perubahan Iklim (Consejo Nacional Sobre Cambio Climático) y McKinsey and Co. 2009. *Indonesia's Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*, Interim Report, Yakarta: septiembre.

van Noordwijk, M., P. Akong Minang. 2009. If we cannot define it, we cannot save it. In: A.J. Van Bodegom H. Savenije, M. Wit. (eds.) *Forests and Climate Change: Adaptation and Mitigation*. Tropenbos International, Wageningen, The Netherlands. xvi + 160 pp.

van Noordwijk, M., T.P. Tomich, J. Gockowski, S. Vosti. 2001. Analysis of trade-offs between local, regional and global benefits of land use. Lecture note 10. 14p. En: van Noordwijk, M., S. Williams and B. Verbist (Eds.) *Towards integrated natural resource management in the humid tropics: local action and global concerns to stabilize forest margins*. ICRAF: Nairobi.

White, D., G. Hyman. 2009. *What are the Opportunity Costs of Reducing Carbon Emissions from Deforestation? An Amazon Case study in Ucayali, Peru*. CIAT y ASB: Cali, Colombia.

Centro Mundial de Agroforestación (ICRAF), Dirección General de Planificación Forestal, Ministerio de Silvicultura (Ditjen Planologi), Brawijaya University (UB) y Centro Indonesio para la Investigación y el Desarrollo de los Recursos de los Suelos Agrícolas (ICALLRD). 2010. *REDD-Abacus: ABAtement Cost cUrveS for Reducing Emission from Deforestation, Degradation*. Programa de Responsabilidad e Iniciativa Local para Reducir Emisiones de la Deforestación y la Degradación en Indonesia (ALLREDDI). Versión 1.0.2. ICRAF: Bogor Indonesia.

<http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/projects/allreddi/software>

Estimación de los costos de oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 8. Los Co-beneficios hidrológicos y de la biodiversidad

Objetivos

1. Explicar los co-beneficios hidrológicos y de la biodiversidad y su importancia dentro de los mecanismos de REDD+
2. Sintetizar la forma de abordar los co-beneficios dentro de un análisis de costo de oportunidad

Contenidos

Objetivos	8-1
¿Qué son los co-beneficios?	8-2
¿Qué son los servicios ambientales?	8-3
¿Cómo se calculan los co-beneficios?	8-5
Co-beneficios hidrológicos	8-5
Co-beneficios de la biodiversidad	8-10
Co-beneficios y costos de oportunidad	8-24
Conclusión	8-29
Referencias y lectura complementaria	8-31



¿Qué son los co-beneficios?

1. Es importante considerar los programas de REDD+ en perspectiva. Los bosques generan otros servicios ambientales o de ecosistema con valor económico. Dichos servicios o co-beneficios incluyen la biodiversidad y el agua de los bosques, todo lo cual será tratado en este capítulo.
2. Cuando los co-beneficios están presentes, los programas de REDD+ pueden tener un impacto mayor que el sólo hecho de reducir las emisiones y mitigar el cambio climático. En los bosques con altos niveles de co-beneficios, como por ejemplo en cuencas de zonas elevadas con biodiversidad única, el valor de todos los beneficios podría ser significativamente mayor que el valor del carbono en forma aislada. Cuando este valor más relevante del bosque se toma en consideración (un beneficio para el país, no para los individuos), el costo de oportunidad de renunciar a usos alternativos de la tierra es menor.
3. Las relaciones entre la biodiversidad, los servicios ambientales y las reservas de carbono, rara vez son simples. Dentro de los países, de la misma manera en que los bosques tienen diferentes niveles de carbono, el nivel de biodiversidad y de los servicios ambientales relacionados con el agua, que proporcionan los bosques, también puede ser muy diferente. Adicionalmente, las áreas prioritarias para la reducción de emisiones pueden no ser las mismas que aquéllas para la generación de co-beneficios forestales. Por ejemplo, los bosques más secos pueden tener una biodiversidad mayor y un menor contenido de carbono que los bosques húmedos (Stickler, y otros 2009). A fin de alcanzar beneficios forestales múltiples al implementar los programas de REDD+, los países deberán identificar sinergias potenciales y *trade-offs* de aporte de beneficios.
4. El objetivo de este capítulo es presentar un enfoque para considerar los efectos de dos de los co-beneficios ambientales más importantes, los hidrológicos y de biodiversidad, sobre los costos de oportunidad de REDD+.¹ Es importante tener en cuenta que el capítulo no constituye un análisis definitivo del agua y de la biodiversidad. Más bien, en el presente se considera la importancia potencial de los servicios hidrológicos y de la biodiversidad dentro de un contexto de estimación de costos de oportunidad.

¹ La reducción de la pobreza, la mejora de la equidad social, el gobierno y los derechos humanos y de la población indígena son temas importantes relacionados con REDD+ que también han sido clasificados como co-beneficios. Para mayor información al respecto, sírvase referirse a Brown, y otros (2008) y Meridian Institute (2009). Por ejemplo, los créditos de MDL Gold Standard destacan los beneficios de carbono con beneficios de desarrollo sustentable. Para que un proyecto de MDL genere créditos de MDL Gold Standard, deben cumplirse los criterios específicos de desarrollo sustentable, más exigentes que los requisitos de la CMNUCC. Tales créditos son voluntarios y reciben un sobreprecio. Para mayor información, sírvase referirse a: www.cdmgoldstandard.org/

¿Qué son los servicios ambientales?

5. Los servicios ambientales o del ecosistema son los “beneficios que obtiene la gente a partir de los ecosistemas”. Los bosques, y el suelo en general, proporcionan numerosos servicios beneficiosos de ecosistemas que pueden agruparse en cuatro tipos básicos: suministro, regulación, culturales, y de soporte (tabla 8.1). Esta estructura integral de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2006) incluye los servicios que están centrados en:

1. *El análisis de costo de oportunidad:* servicios que proveen suministro en mayor medida
2. *El análisis de los co-beneficios:* provisión de agua y otros servicios de regulación, culturales y de soporte

Los beneficios más tangibles y directos provienen de los servicios de soporte y de suministro. Otros servicios menos tangibles, pero igualmente sustanciales, son los servicios culturales y las relaciones sociales asociadas y los medios de subsistencia. Debido a que son indirectos, dichos beneficios con frecuencia son ignorados. Considerar una variedad tal de beneficios, ayuda a desarrollar una mejor comprensión de muchos de los aportes del agua a los ecosistemas y a la sociedad.

Tabla 8-1 Servicios de los ecosistemas forestales

Servicio ambiental o del ecosistema	Ejemplo
<i>Suministro</i>	<i>Producción de alimentos y de agua (el enfoque del análisis del costo de oportunidad)</i>
Alimento	Productos forestales no madereros tales como frutas, bayas, animales
Agua	Provisión de agua de uso doméstico, industrial y agrícola
Fibra	Madera, cáñamo, seda, caucho
Combustible	Leña, carbón
<i>Regulatorio</i>	<i>Control de procesos naturales</i>
Clima	Regulación del ciclo mundial del carbono; regulación del clima local y regional (efectos del albedo, precipitaciones regionales, etc)
Inundaciones/sequía	Reducción del escurrimiento hidrológico superficial
Enfermedades	Área reducida de incubación de algunos vectores de enfermedades y de transmisión de enfermedades, tales como la malaria
Agua	Ciclo hidrológico
<i>Culturales</i>	<i>Los beneficios inmateriales obtenidos de los ecosistemas</i>
Estéticas	Escenario natural y paisajes
Espirituales	Significado espiritual de los bosques
Educativas	Recursos genéticos, biodiversidad
Recreativas	Turismo
<i>De soporte</i>	<i>Procesos naturales que mantienen otros servicios de los ecosistemas</i>
Ciclos de nutrientes	Flujo de nutrientes a través de la atmósfera, las plantas y los suelos
Formación del suelo	Material orgánico, retención del suelo
Polinización	

Fuente: Adaptado de UN-REDD, 2009.

6. Los servicios de los ecosistemas son interdependientes. La cantidad de un tipo de servicio de los ecosistemas con frecuencia está vinculada con otros servicios, especialmente con el bosque. Las áreas de conservación con alta prioridad tienden a generar servicios múltiples con interrelaciones intensas. No obstante, ciertos estudios han mostrado niveles cambiantes de interdependencia entre servicios. En algunos casos, existe una relación menor o inversa, según los tipos de servicios. Por ejemplo, los costos compartidos o “des-beneficios” pueden surgir a partir de las prácticas de manejo del suelo que aumenten la densidad del carbono. La biodiversidad puede ser menor dentro de las plantaciones forestales de monocultivo.

7. Es importante considerar la identificación de tales efectos negativos potenciales dentro de una estrategia nacional de REDD+. Al igual que los co-beneficios, los costos compartidos son consecuencias específicas del lugar y por ello, lo mejor es analizarlas caso por caso.

¿Cómo se calculan los co-beneficios?

Un enfoque pragmático

8. Para abordar con eficacia los co-beneficios de los ecosistemas a nivel nacional se requiere rapidez y precisión.

Nivel 1: Participar e Identificar

9. Un primer paso en la evaluación de los co-beneficios de los ecosistemas forestales es especificar los servicios de los ecosistemas a evaluar. Debido a la amplia variedad de servicios potenciales, las prioridades por país probablemente diferirán. Un amplio sector incluyendo organismos públicos, ONG, el ámbito académico y la sociedad civil debería estar involucrado en el proceso de identificación para asegurar el sentido de propiedad nacional.

Ejemplos: análisis nacionales de deficiencias dirigidos por Partes de la CDB.²

Nivel 2: Asignar prioridades y localizar

10. Un segundo paso en la evaluación de los co-beneficios consiste en localizar áreas con altos niveles de beneficios de los ecosistemas. Tal proceso requiere la combinación de opiniones diversas y diferentes tipos de datos. Los análisis mundiales y regionales, que se presentan a continuación, pueden complementar análisis nacionales o adaptarse para éstos.

Ejemplos: zonas de singular riqueza en biodiversidad, áreas de captación en zonas cuenca arriba de centros urbanos.

Nivel 3: Calcular Cuantitativamente Valores Económicos

11. Un tercer paso en el cálculo de los co-beneficios es calcular su valor económico. Dicha información permitirá efectuar una comparación directa en diferentes servicios de ecosistemas. No obstante, los valores económicos no reflejan todos los valores de tales servicios. Adicionalmente, los *trade-offs* con frecuencia son difíciles de valorar. Si bien los valores económicos pueden guiar las decisiones políticas, es probable que otros valores no económicos ejerzan una influencia.

Co-beneficios hidrológicos

12. Los usos de la tierra afectan el agua y los beneficios relacionados de muchas maneras. La Tabla 8.2 resume una variedad de beneficios hidrológicos que se derivan de dos marcos de análisis: la cooperación fluvial internacional (Sadoff yrey, 2005) y los servicios de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2003). El concepto de ecosistema proporciona un enfoque integral para el análisis y para la acción sobre los vínculos entre las personas y los servicios ambientales.

² El Análisis de Deficiencias del Programa de la CDB de Trabajo sobre Áreas Protegidas (PoTAP): herramienta para identificar sitios potenciales para una acción de REDD+ <http://cdn.www.cbd.int/doc/programmes/cro-cut/pa/pa-redd-2008-12-01-en.pdf>

Tabla 8-2 Beneficios y servicios hidrológicos

Tipos de beneficios	Beneficios/servicios hidrológicos	Tipo de servicio ambiental (contribución al bienestar)
Beneficios incrementales al agua	Cantidad, calidad, regulación del agua, conservación del suelo, ecología/biodiversidad	Soporte/Regulatorio
Beneficios incrementales a partir del agua	Energía hidráulica, agricultura, pesca, administración de inundaciones-sequías, navegación, agua dulce para uso doméstico	Aprovisionamiento
	Espirituales y religiosos, recreación y turismo, estéticos, inspiradores, educativos, sentido de lugar, herencia	Cultural
Reducción de costos en virtud del agua	Cooperación en lugar de conflicto, desarrollo económico, seguridad alimentaria, estabilidad política	Cultural (relaciones sociales y seguridad)
Beneficios incrementales más allá del agua	Integración de infraestructura regional, de mercados y del comercio, estabilidad regional	

Fuente: White, y otros 2008, adaptado de Sadoff y Grey (2005) y MEA (2003).

Identificar Beneficios

13. Otra forma de interpretar al agua es desde una perspectiva de cuenca. Tal enfoque también ayuda a vincular los servicios ambientales generados a partir de un uso de la tierra, en especial los bosques. Las decisiones sobre el uso de la tierra pueden afectar la provisión de los servicios ambientales de cuenca. Bruijnzeel (2005) realiza una revisión de los vínculos del agua en los bosques. No obstante, los desacuerdos son habituales en relación con la medida y la naturaleza de los efectos (Calder, 2005; van Noordwijk, 2005). La vinculación entre el agua y los bosques con frecuencia también se debate y numerosos resultados científicos refutan las creencias comunes-.³

14. El uso de la tierra afecta los servicios de las cuencas al tener un efecto sobre:

1. La cantidad o la producción total de agua (caudal)
2. La regularidad del flujo (regulación)
3. La calidad del agua
 - i. Ausencia de sedimentación por la erosión
 - ii. Ausencia de polución por aguas residuales (por ejemplo, estiércol) y escurrimiento de fertilizantes.

³ Este apartado se basa en gran medida en Porras, y otros (2008) y Pagiola, comunicación personal, (2010).

15. La importancia relativa del servicio de las cuencas depende de las condiciones específicas del sitio, el tipo de cambio en el uso de la tierra, y en el tipo de usuario del agua ubicado dentro de la cuenca. Los diferentes usuarios del agua tienen necesidades diversas, determinando con ello el tipo de servicios de agua requeridos. Por ejemplo, un sistema doméstico de provisión de agua requiere agua limpia y un flujo constante. En cambio, la calidad del agua es mucho menos importante para una planta de energía hidroeléctrica. No obstante, es importante reducir la carga de sedimentos para el depósito de almacenamiento.

Cantidad o producción total de agua

16. Los bosques pueden reducir *los flujos anuales o las cantidades* de agua. Los experimentos basados en las observaciones y los fundamentos teóricos confirman que el incremento de la evapotranspiración de los bosques reduce los flujos anuales (Calder, 1999). Los bosques pierden una mayor cantidad de agua a través de la evaporación que otra vegetación más baja, incluyendo los cultivos. En condiciones de sequía, las raíces más profundas de los árboles permiten a los bosques acceder al agua en el suelo. Por ello, las pérdidas de agua de los bosques son mayores en climas secos. Los experimentos muestran que la evaporación de los bosques de eucaliptos puede ser el doble que las de los cultivos agrícolas.

17. Los bosques también pueden aumentar los flujos totales de agua. En el caso de bosques nubosos, la evidencia sugiere que el incremento de la producción de agua de la interceptación de las nubes (gotas de niebla en la vegetación, en ocasiones denominadas *lluvia horizontal*) compensa porcentajes más altos de evapotranspiración (Bruijnzeel, 2001)

Regularidad del flujo

18. El impacto de los bosques en la *regulación del flujo hidrológico* tampoco es claro. La creencia común ampliamente aceptada de que los bosques actúan como “esponjas” que absorben y liberan gradualmente el agua, , no está fundamentada con vasta evidencia. En teoría, los bosques tienen dos efectos opuestos en los flujos de nivel de base: (1) los bosques naturales tienden a tener una infiltración de agua mayor, la cual posibilita una recarga mayor del agua del suelo y mayores flujos en estación seca, e (2) interceptación y transpiración incrementadas durante los períodos de sequía que incrementan los déficits en la humedad del suelo y reducen los flujos de la estación seca.

19. Los casos en que la deforestación reduce la provisión estacional de agua tienden a ser específicos del lugar debido a diferentes factores. El tipo de especie de árbol, los nuevos usos del suelo y las prácticas de administración relacionadas afectan los resultados de la relación bosques – flujo hidrológico. La interceptación de las nubes en cuencas superiores también puede contribuir a los flujos incrementados de la estación seca (Bruijnzeel, 2001).

No obstante, una investigación en Costa Rica indica que la suma de la captura podría ser relativamente baja en comparación con otros usos de la tierra (Bruijnzeel, 2005).

20. Las prácticas comunes de manejo de los usos no forestales de la tierra constituyen una causa principal de la reducción en los servicios hidrológicos. Por ejemplo, en el caso en que la deforestación está asociada a la alta compresión de la tierra (de carreteras, caminos o pastizales), la escorrentía de agua puede surgir por otros motivos además de la disminución de la evapotranspiración. En forma similar, los suelos expuestos por la labranza y por el pastoreo excesivo con frecuencia generan aumentos de escorrentía junto con la erosión del suelo y la sedimentación aguas abajo.

21. El bosque puede ayudar a *reducir los riesgos de inundaciones* en supuestos de lluvia de “intensidad normal”. El público considera que los bosques poseen beneficios significativos en términos de la reducción de inundaciones. En teoría, los bosques pueden contribuir a reducir las inundaciones mediante la remoción de parte de las precipitaciones de tormenta y permitiendo la generación de déficits de humedad del suelo a través de la evapotranspiración aumentada y la interceptación de la lluvia. Los efectos esperados se consideran más significativos para las tormentas pequeñas y menos significativos para las tormentas más grandes.

22. Por otra parte, las actividades de explotación forestal pueden incrementar las inundaciones a través de la tala de alto impacto, las prácticas de drenado, y la construcción de carreteras, obteniendo como resultado una densidad creciente de corriente y la compactación del suelo durante la tala. Algunos de los primeros estudios hidrológicos muestran pocos vínculos entre el uso de la tierra y el flujo de tormentas. Las investigaciones recientes respaldan una relación auténtica que, no obstante, únicamente existe en cuencas más pequeñas y durante acontecimientos menores. El tipo y la administración del bosque pueden afectar la medida en que los bosques absorben el exceso de agua durante los períodos de lluvias. En áreas de captación de mayores dimensiones, la inundación ocurre en numerosas cuencas permitiendo la nivelación de las crecidas. En el caso de tormentas prolongadas e intensas, inclusive las cuencas de grandes dimensiones generarán inundaciones, pero ello probablemente ocurrirá inclusive en cuencas forestales (Bruijnzeel y Bremmer, 1989).

Calidad del agua

23. La relación entre el bosque y la *erosión reducida* tampoco es directa. Existe una creencia generalizada de que los índices altos de infiltración del agua relacionados con los bosques naturales y mixtos reducirá el escurrimiento de la superficie – y, con ello, la erosión. Adicionalmente, las raíces de los árboles pueden vincular suelos y con ello reducir la susceptibilidad de éstos a la erosión, especialmente en áreas con pendientes muy pronunciadas. Los árboles también ayudan a reducir el impacto de la lluvia en los suelos, y con ello a reducir el desplazamiento de partículas del suelo. Los datos también sugiere que

los bosques son menos importantes que otros factores, tales como la cobertura terrestre, la composición del suelo, el clima, el tamaño de las gotas de lluvia, la pendiente del terreno y de las laderas, en la determinación de los índices de erosión.

24. Para cualquier serie de condiciones dada, no obstante, una parcela forestal normalmente generará menos erosión. Asimismo, es importante tener en consideración que la calidad del agua también puede verse afectada por otros factores no relacionados con el uso de la tierra. Los efluentes no tratados de los centros urbanos o de industrias constituyen una fuente principal de contaminación no relacionada con la conservación forestal.

25. Los bosques *reducen la sedimentación* en algunas circunstancias. La acumulación de sedimentos depende de una variedad de factores específicos del lugar, que incluyen: el tamaño de las cuencas, la geología local, la topología, la estabilidad de los márgenes de los ríos, y los usos del suelo y las redes de carreteras (Chomitz y Kumari, 1998). Los bosques tienen dos roles potenciales. Según el primero de ellos, los bosques tienden a ser menos erosivos que la mayoría de los usos alternativos de la tierra. No obstante, los bosques degradados también pueden ser una fuente significativa de sedimentos. En segundo término, los bosques ubicados en corredores ribereños pueden interceptar sedimentos erosionados en otros sitios antes de que alcancen las vías navegables.⁴ Si bien los cambios en el uso de la tierra pueden tener impactos significativos en la sedimentación, se necesita efectuar una comparación entre los niveles existentes y los anteriores al cambio en el uso de la tierra. Muy pocos estudios empíricos han considerado todas las variables relevantes.

26. Comúnmente se cree que los sistemas radiculares amplios de los bosques ayudan a mantener el suelo firmemente en su lugar y a resistir los *desprendimientos de tierra*. No obstante, esta noción sólo es cierta mayormente en el caso de desprendimientos de tierra poco profundos. Los desprendimientos de tierra de grandes dimensiones no se relacionan necesariamente con la existencia de bosques.

27. Los ecosistemas naturales saludables, incluyendo los bosques, ayudan a mantener los *hábitats acuáticos*. Los bosques tienen un impacto positivo sobre la salud de la población acuática en los ríos, los lagos, y a lo largo de las costas a través del control de la sedimentación, las cargas de nutrientes, la temperatura del agua y la turbidez del agua (Calder, 2005). En cambio, la alta sedimentación y las cargas de nutrientes de algunos usos agrícolas del suelo son particularmente dañinos, y causan la eutrofización y la proliferación de algas que provocan la falta de oxígeno y de luz solar en la vida acuática.

⁴ Este segundo rol fue omitido en el análisis de Porras, et al. (2008), pero puede ser muy importante (Pagiola, comunicación personal).

Cuantificación de beneficios

28. Este apartado tiene por objetivo dar un cierre con un enfoque mucho más positivo, indicando los tipos de servicios que en líneas generales se espera de los bosques, en comparación con las alternativas más comunes de pastizales y cultivos. La erosión reducida y la alta calidad del agua figurarían probablemente en los primeros lugares de esa lista, con un cuestionado segundo lugar compuesto por el riesgo reducido de inundaciones a nivel local, y el flujo mejorado en la estación seca.

29. Los beneficios de los servicios ambientales acuático pueden calcularse de muchas formas diferentes, que van desde los enfoques participativos hasta los análisis mundiales intensivos de datos. La herramienta *Rapid Hydrological Appraisal* (Jeanes, y otros 2006; van Noordwijk, 2006) combina ambos. El enfoque relaciona conocimientos de los vínculos entre el suelo y el agua desde modelos de simulación informática entre el paisaje y la hidrología, con las percepciones de las funciones de la cuenca que tienen los involucrados. Mediante la utilización de técnicas de evaluación rural participativa, la herramienta explora las percepciones de los involucrados sobre:

- La severidad de los problemas de las cuencas en relación con los usos de la tierra
- Las contribuciones positivas generadas a partir de las prácticas específicas de usos de la tierra
- El potencial de compensación por el apoyo de acciones positivas preliminares.

30. La evaluación se desarrolla durante un período de seis meses, y tiene cinco pasos:

- mes 1: comienzo y reconocimiento de los involucrados y de los temas;
- meses 2–4: recopilación de datos de línea de base de la bibliografía y de los informes existentes (trabajo de escritorio);
- meses 3–4: recopilación de datos de línea de base (trabajo de campo): análisis espacial, análisis participativo del paisaje, investigaciones sobre los conocimientos locales y de los generadores de políticas sobre ecología;
- meses 3–5: procesamiento de datos en modelado y preparación de escenarios;
- mes 6: comunicaciones y refinamiento de las conclusiones.

Co-beneficios de la biodiversidad

31. ¿Qué les sucede a los costos de oportunidad de REDD+ cuando los bosques tienen un alto valor de biodiversidad? Como la biodiversidad de los bosques puede generar beneficios económicos, la diferencia entre la rentabilidad de los usos forestales y los no forestales de la tierra es menor. Por ello, los costos de oportunidad de un programa de REDD+ son menores. Asumiendo que los propietarios de la tierra obtienen rentabilidad a

partir de la biodiversidad, se necesita invertir menos fondos para recompensarlos por conservar los bosques (y la biodiversidad).

32. La biodiversidad puede aminorar la necesidad de proyectos de REDD+. En algunos bosques con biodiversidad de gran relevancia, el valor del hábitat forestal podría exceder el valor generado por cualquier otro uso de la tierra.⁵ Los turistas, por ejemplo, con frecuencia están dispuestos a pagar por ver los gorilas de las montañas o la vida silvestre de la jungla en los parques nacionales. Si los beneficios de la biodiversidad se reflejan en los retornos que generan los administradores de la tierra de un área determinada, dichos beneficios no se consideran co-beneficios, ya que pueden ser incluidos en los cálculos de los costos de oportunidad. No obstante, los acuerdos sobre la tenencia de la tierra pueden complicar tales cálculos debido a que muchos bosques son áreas protegidas, y en virtud de ello los habitantes locales tienen derechos que van desde ninguno de ellos hasta el uso limitado.

33. Un país, ¿debería considerar a la biodiversidad como un co-beneficio para sí o no? Con la generación de servicios hidrológico al evitar la deforestación, los mejoramientos relacionados proporcionan beneficios dentro de un país (por ejemplo, agua más limpia, menores riesgos de inundación, etc.).⁶ Por ello, tiene sentido para un país intentar de fomentar estos beneficios. En cambio, la biodiversidad es diferente. La mayor parte de los beneficios se disfrutan fuera del país. Como en el caso del secuestro de carbono, la biodiversidad es un beneficio principalmente mundial. Por ello, es poco probable que un país dedique iniciativas para asegurar estos beneficios a menos que se lo retribuya por hacerlo.

34. Afortunadamente, la mayoría de los países ya han preparado análisis detallados de prioridad de conservación de la biodiversidad, bajo sus Planes Nacionales de Acción de Biodiversidad y bajo otros programas. De este modo, los planificadores de REDD+ pueden utilizar estos planes existentes mediante la adaptación de los mapas relacionados a los análisis del uso de la tierra de REDD+.

35. La variedad y la complejidad de las plantas y de los animales dentro de un bosque genera problemas de identificación y cuantificación de la biodiversidad. Desde la década de 1950, los debates sobre la medición de la biodiversidad han sido la temática central de gran parte de la bibliografía sobre ecología. Esta falta de consenso también tiene implicancias importantes para calcular el valor de la conservación de la biodiversidad. Cualquier medida de la eficacia de los costos utilizada para guiar inversiones en conservación debe tener un índice o un grupo de índices de cambio en la biodiversidad (Pearce y Moran, 1994). De manera similar, sin medidas precisas sobre co-beneficios de la biodiversidad, las

⁵ En tales casos, los costos de oportunidad de REDD+ teóricamente podrían ser negativos.

⁶ Y, en ocasiones desde otros países, como en el caso de los ríos transfronterizos.

inversiones en REDD+ basadas en los costos de oportunidad pueden no ser justificadas. A continuación, se consideran aspectos de la medición y la valuación de la biodiversidad.

Identificación de la biodiversidad: ¿Qué es la biodiversidad?

36. La *diversidad biológica*, o *biodiversidad*, es la variedad de plantas, animales y microorganismos vivientes en la Tierra. La biodiversidad se utiliza para describir una amplia variedad de vida: desde los genes hasta los ecosistemas. La biodiversidad difiere de la reserva mundial de recursos biológicos, un término más antropocéntrico para denominar a los bosques, los humedales y los hábitats marinos. Los recursos biológicos son elementos de la biodiversidad normalmente conocidos que mantienen usos humanos actuales o potenciales.

37. La biodiversidad es importante para la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema. La estabilidad del ecosistema tiene dos componentes: resistencia y capacidad de recuperación. La resistencia es la capacidad de un ecosistema de “absorber un shock”, la aptitud para soportar el cambio ambiental. En cambio, la capacidad de recuperación es la aptitud de un ecosistema para volver a su estado previo o “resurgir” luego de haber sido afectado seriamente. La pérdida de biodiversidad normalmente afecta tanto a la resistencia como a la capacidad de recuperación del ecosistema.

38. La alteración o la conversión de los hábitats naturales a tierras agrícolas es una causa principal de pérdida acelerada de biodiversidad.⁷ La conversión de los bosques modifica fuertemente o simplifica un ecosistema. Las prácticas agrícolas modernas, con frecuencia la producción de monocultivos, son un caso extremo de simplificación.

39. Los impactos potenciales de la extinción y la reducción aceleradas de la biodiversidad pueden diferenciarse en una etapa temprana y en una posterior. A largo plazo, los procesos de selección natural y de evolución pueden verse afectados por una base de recursos disminuida, simplemente debido a que nacen menos especies. No se conocen las implicancias de la reducción de especies para la integridad de numerosos ecosistemas importantes. La posible existencia de umbrales de disminución, el colapso del sistema relacionado, y el alto impacto en el bienestar social relacionado, constituyen potencialmente los peores resultados en cualquier horizonte temporal. De manera más inmediata, el empobrecimiento de los recursos biológicos en muchos países también puede

⁷ Las pérdidas también pueden ser generadas por:

1. explotación excesiva de una especie en particular, especialmente de alto valor económico,
2. consecuencias de la invasión de especies ajenas, inclusive enfermedades,
3. impactos de los factores contaminantes,
4. extinción de especies de compañía esenciales (por ejemplo, polinizadores, dispersores de frutos o de semillas),
5. cambio climático.

Estas causas de pérdida se encuentran fuera del ámbito de REDD.

interpretarse como un antecedente del deterioro de la comunidad o de la diversidad cultural (Harmon, 1992).

Cuantificación de la biodiversidad

40. La generación de medidas de biodiversidad que puedan utilizarse en la adopción de decisiones políticas continúa siendo un desafío. Existen una serie de factores que pueden ocasionar problemas. La determinación de la presencia de una especie o ecosistema en un lugar específico no es una tarea simple. Ni las especies ni los ecosistemas tienen límites distintivos y claros. Si bien se han identificado y se identifican continuamente numerosas especies,⁸ en algunas ocasiones, la definición de una especie en particular o del límite entre especies se debate y se somete a revisión (Gaston y Spicer, 1998). Los ecosistemas presentan problemas similares. Mientras que la identificación de ecosistemas ha mejorado con la tecnología de sistemas de información geográfica (World Resources Institute, 2009), efectuar distinciones entre ecosistemas puede ser difícil. Es más, los ecosistemas pueden ser un objetivo móvil debido a que el cambio climático puede tener efectos generalizados (UNEP, 2008).

41. Resumiendo, la medición de la biodiversidad es compleja. La biodiversidad es multidimensional en su escala (que va desde los genes hasta los ecosistemas) y tiene diferentes características o atributos. Con frecuencia se utilizan tres características para medir la biodiversidad: estructura, composición y función, cada una de ellas a diferente escala. La estructura es el patrón o la organización física de los componentes biológicos. La composición es su identidad o variedad. La función se refiere a los procesos ecológicos y evolutivos.

⁸ Se han identificado entre 1,5 y 1,75 millones de especies (Lecointre y Le Guyader, 2001). Los científicos calculan que las especies descritas científicamente representan sólo una parte del número total de especies de la Tierra. Todavía quedan por descubrir muchas especies, muchas son conocidas por los científicos pero no han sido descritas formalmente. Los científicos calculan que el número total de especies en la Tierra podría variar desde alrededor de 3,6 millones hasta 117,7 millones, siendo de 13 a 20 millones el rango citado más frecuentemente (Hammond, 1995; Cracraft, 2002).

Recuadro 8-1 Enfoques de medición de la diversidad biológica en diferentes escalas

(adaptado de Putz, y otros, 2000)

Escala	Enfoque de medición		
	Estructura	Composición	Función
Paisaje Mosaicos regionales de usos de la tierra, tipos de ecosistema	Áreas de diferentes secciones de hábitats; vinculaciones entre secciones; relaciones perímetro-área	Identidad, proporciones y distribución de diferentes tipos de hábitats	Persistencia de las secciones (o movimiento); flujos entre secciones de especies, energía y otros recursos
Ecosistema Interacciones entre los miembros de una comunidad biótica y el medio ambiente	Biomasa vegetativa, propiedades estructurales de la tierra	Reservas bio-geoquímicas	Procesos, inclusive , bio-geoquímicos y ciclos hidrológicos
Comunidad Grupos funcionales (por ejemplo, colonias) y tipos de conexiones que tienen lugar en el mismo área, y que interactúan fuertemente a través de relaciones bióticas	Vegetación y estructura trófica*	Abundancia relativa de especies y de grupos funcionales	Flujos entre tipos de secciones, perturbaciones (tales como incendios e inundaciones), procesos en serie, interacciones de especies
Especies/población Variedad de especies vivas y las poblaciones que las integran a escala local, regional o mundial	Estructura de la edad de la población o distribuciones de la abundancia de especies	Especies particulares **	Procesos demográficos tales como la muerte y el reclutamiento.
Gen Variabilidad dentro de una especie: variación en los genes dentro de una especie, subespecie o población en particular.	Heterocigosidad o distancias genéticas entre las poblaciones	Alelos y sus proporciones	Flujo de genes, desviación genética o pérdida de diversidad alélica.

* posición que ocupa un organismo en la cadena alimentaria.

** puede referirse a aspectos de niveles mínimos de seguridad.

Índices de medición

42. La riqueza de especies y la uniformidad de especies se utilizan comúnmente como medidas de diversidad (Magurran, 1988). Ambos índices se basan en la identificación y el recuento de especies. Además de las desventajas de la identificación mencionadas anteriormente, el uso del índice se basa en la presunción de que todas las especies presentes en una parcela pueden contarse. El número total de especies, no obstante, es demasiado alto y no hay certeza de que cada una de ellas haya sido encontrada. Para ejemplificar la dificultad, un centímetro cúbico de suelo contiene tantos microbios que se requerirían años de análisis para describirlos exhaustivamente.

43. Debido a que no es posible medir integralmente la biodiversidad, existe un debate permanente en relación con la pregunta sobre qué grupos de organismos se deben muestrear. Se considera que estos subgrupos de biodiversidad sustituyen la biodiversidad general. Las plantas son importantes, ya que son los principales productores en un ecosistema y los animales dependen de ellas para obtener comida, refugio, etc. A las

especies de plantas vasculares ⁹ se las conoce bastante bien (por ejemplo, comparadas con los hongos).

44. Ciertos grupos de animales (por ejemplo, las aves y las mariposas) han sido bien estudiados y normalmente se los utiliza como taxón indicador. La elección de estos animales, no obstante, por lo general ha respondido a consideraciones prácticas como su visibilidad (y su audibilidad, en el caso de las aves), y al hecho de que su taxonomía y biología han sido relativamente bien estudiadas. El recuento del número de especies animales dentro de una parcela debería efectuarse cuidadosamente, cualquiera sea el grupo que se haya elegido. Es posible que algunos ejemplares sean visitantes temporarios, y no residentes permanentes en una parcela. Asimismo, los usos de la tierra con diferente vegetación pueden afectar la visibilidad (por ejemplo, pueden verse más aves en una pradera abierta que en un sistema agroforestal complejo con vegetación densa).

Diversidad de la composición

45. La riqueza de las especies es la medida más simple de la biodiversidad. La riqueza (o la diversidad) se refiere a la presencia o la ausencia de especies en una parcela y el número total de especies para un grupo en particular. El Recuadro 8.2 presenta análisis de la riqueza de especies para tres sitios de ASB. El Índice Simpson es una medida que determina la riqueza y el porcentaje de cada subespecie de una muestra de biodiversidad dentro de un área. El índice asume que la proporción de individuos en un área indica su importancia para la diversidad.

⁹ Plantas superiores que tienen tejidos lignificados (por ejemplo, helechos, arbustos, árboles).

Recuadro 8-2 Riqueza de las especies de plantas en los márgenes de los bosques tropicales.

Los científicos de ASB utilizaron un nivel mínimo de datos recolectados en todos los sitios: el número de especies de plantas por parcela estándar (40 x 5 m). En la Tabla 8.3 se exhiben los resultados de las coberturas terrestres forestales y derivadas del bosque en tres continentes.

Tabla 8.3. Riqueza de especies de plantas en los usos de la tierra en tres sitios ASB

Uso de la tierra	<u>Número de especies de plantas dentro de una parcela de 200 m²</u>		
	Brasil	Camerún	Indonesia
Bosques forestales	63	103	111
Bosques administrados	-	-	100
Bosques talados	66	93	108
Explotación forestal extensiva	47	71	112
Explotación forestal intensiva	-	63	66
Sistemas forestales simples	25	40	30
Agricultura de tumba y roza	36	54	43
Agricultura de barbecho	26	14	39
Cultivos anuales continuos	33	51	15
Pastizales/pradera	23	25	11
Pastizal intensivo	12	-	-

46. Los bosques normalmente tienen niveles significativamente más altos de riqueza de especies vegetales. No obstante, las perturbaciones a los bosques pueden aumentar la diversidad. Luego de la tala, las especies nuevas pueden hacer que los cálculos de biodiversidad sean mayores que los cálculos de los bosques vírgenes (Cannon, y otros, 1998).

Diversidad estructural

47. La uniformidad de las especies es una medida de la estructura. La uniformidad es la abundancia relativa con la cual se representa a cada especie dentro de un área determinada. El índice Shannon-Wiener considera la riqueza de subespecies y la proporción de cada subespecie. El índice aumenta tanto al tener especies únicas adicionales, o una mayor uniformidad de especies. El índice también se denomina índice Shannon o Shannon-Weaver.

48. Un índice de riqueza de especies explica las diferencias evolutivas entre las especies mediante la asignación de pesos a taxones de especies. Las diferencias en la composición

genética se determinan mediante árboles genealógicos. No obstante, el análisis taxonómico requiere datos y puede que no sea un enfoque viable para la evaluación de la biodiversidad.

Diversidad funcional

49. La medición únicamente de especies con frecuencia se considera inadecuada para calcular la biodiversidad. El análisis de funciones, o la forma en que las plantas y los animales se han adaptado a su entorno, es un concepto útil para medir la biodiversidad. Las plantas y los animales son clasificados de acuerdo con sus funciones: lo que hacen y cómo lo hacen. Por ejemplo, la clasificación de organismos subterráneos puede basarse en grupos de animales que cumplan funciones de descomposición dentro de un ecosistema, convirtiendo las hojas caídas en otra sustancia orgánica del suelo. Las aves pueden clasificarse en grupos funcionales (colonias) según sus hábitos alimenticios (interacciones tróficas). Las especies pertenecen a ciertas “colonias de dieta” según lo que comen (por ejemplo, frutos, néctar, insectos o semillas), o a ciertas “colonias de búsqueda”, según dónde se alimenten (por ejemplo, en la copa de los árboles, en la vegetación de monte bajo, o en el suelo). Los usos del suelo pueden compararse según el porcentaje de especies que entren dentro de cada colonia.

50. Las plantas también pueden clasificarse en grupos funcionales. Los rasgos adaptativos (es decir, las características que han desarrollado las plantas para explotar o hacer frente a las condiciones de un ambiente en particular) probablemente sean semejantes dentro de ecosistemas similares – en cualquier continente. Por ello, es probable que los tipos funcionales similares realicen las mismas actividades (y ocupen el mismo tipo de nicho) en los bosques de África, Asia o América Latina. Por ejemplo, en todos los continentes, los primeros árboles (pioneros), que crecen en un terreno abierto y tienen hojas de gran tamaño, pertenecen a diferentes familias de plantas. No obstante, los tipos funcionales de plantas son comparables en los continentes en diferentes partes de los trópicos de las llanuras.

Un enfoque compuesto para calcular la biodiversidad

51. El índice V calcula la similitud entre un uso de la tierra y el bosque natural. Es un índice de vegetación calculado utilizando un conjunto de variables basadas en las plantas que tienen una alta correlación con los usos de la tierra, la riqueza de plantas y animal y la disponibilidad de nutrientes del suelo (Gillison, 2000b). El índice también puede usarse como un indicador del impacto del uso de la tierra sobre la biodiversidad y se basa en tipos taxonómicos y funcionales de las plantas (TFPs) que son clave y estructurales de la vegetación. El índice no es una medida directa de la biodiversidad; sino en mayor medida, un indicador para caracterizar los hábitats o los lugares. Sin embargo, el índice V incluye medidas de la estructura de la vegetación, lo que es importante para la determinación de la biodiversidad. Las medidas constitutivas utilizadas para calcular el índice V son:

- Altura media de la cubierta de los árboles,
- Área basal (m² / ha),
- Número total de especies de plantas vasculares,
- Número total de TFP o de modos funcionales
- La proporción de riqueza de especies de plantas para la riqueza de TFP (especies/proporción de modos)

52. El índice se calcula utilizando una técnica denominada escala multidimensional. Los resultados se reducen a escala entre 0,1 y 1, siendo 1 el valor del bosque natural. Por ello, cada valor del índice que representa un uso de la tierra indica en qué medida dicha cobertura terrestre difiere del bosque natural local, lo que sirve como punto de referencia. Una ventaja del enfoque del índice V- es que las mediciones en el campo son fáciles de realizar (sin equipo de alta tecnología). Sin embargo, se necesita un ordenador para convertir las mediciones individuales a una medida de índice. Las instrucciones por etapas relativas a la selección de los datos a recolectar, y cómo efectuar el análisis con el software, se encuentran en el manual VegClass (Gillison, 2000b).

53. El índice V fue calculado para un espectro de usos de la tierra de márgenes forestales en Camerún, Indonesia y Brasil. El índice se corresponde estrechamente con los impactos observados del uso de la tierra sobre la biodiversidad, la producción de cultivos y el tiempo relacionado desde la tala de árboles. Por ejemplo, en todas las unidades de superficie, el índice V tiende a ser el máximo para bosques primarios, decrece a través de bosques secundarios y talados, luego los sistemas de explotación forestal compleja, las plantaciones forestales y los sistemas de barbecho, y alcanza el mínimo en los sistemas de cultivos agrícolas anuales, praderas y pastizales. Los sistemas de explotación forestal compleja basados en cultivos forestales económicamente rentables presentan una similitud mucho mayor con los bosques que las plantaciones de monocultivo de los mismos cultivos forestales. En Camerún, el cacao de la jungla tiene un valor de índice V mayor que la plantación de cacao (Figura 8.1). De manera similar, en Indonesia, el valor del índice V- del caucho de la jungla es mayor que el de la plantación de caucho (Figura 8.2).

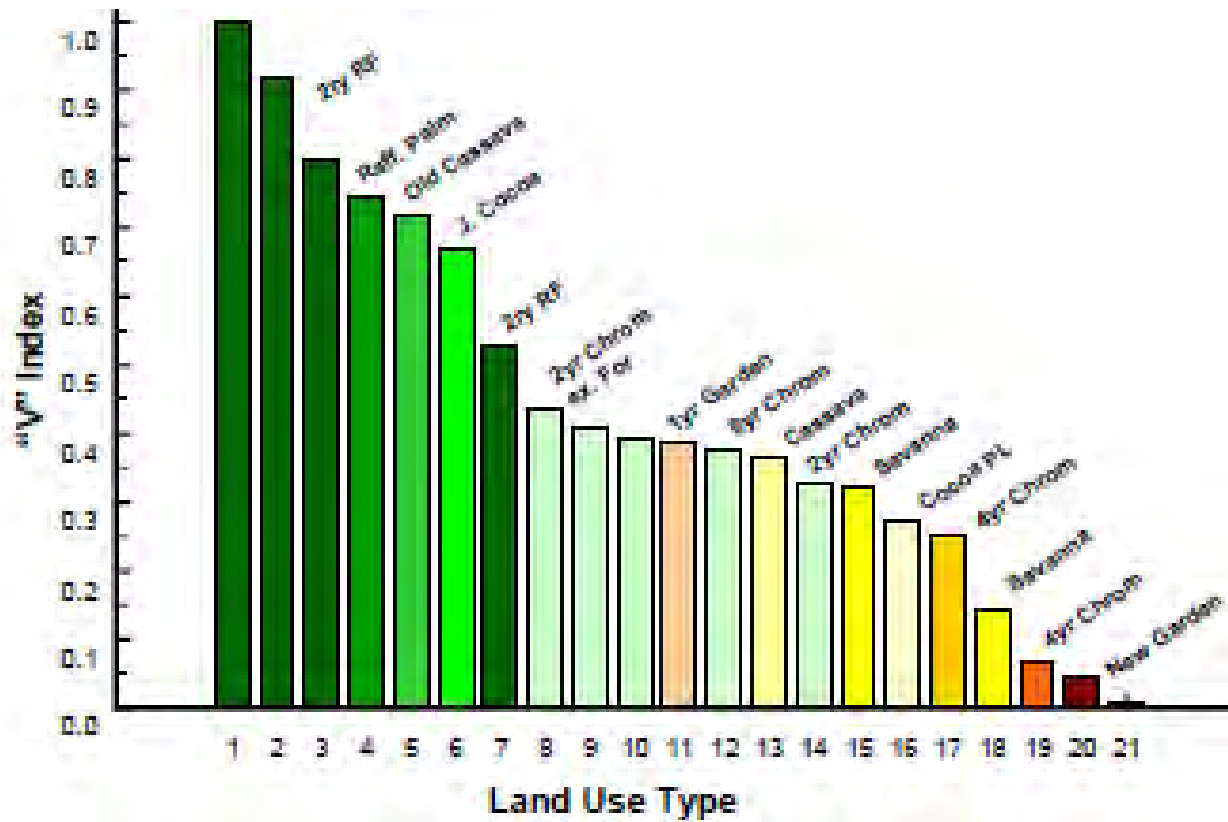


Figura 8-1 Valores del índice V para los usos de la tierra en Camerún.

RF: selva tropical; Raff. palm: palma de rafia; J. cocoa: cacao de jungla; Chrom: *Chromolaena odorata* (barbecho); Cocoa PL: plantación de cacao (monocultivo).

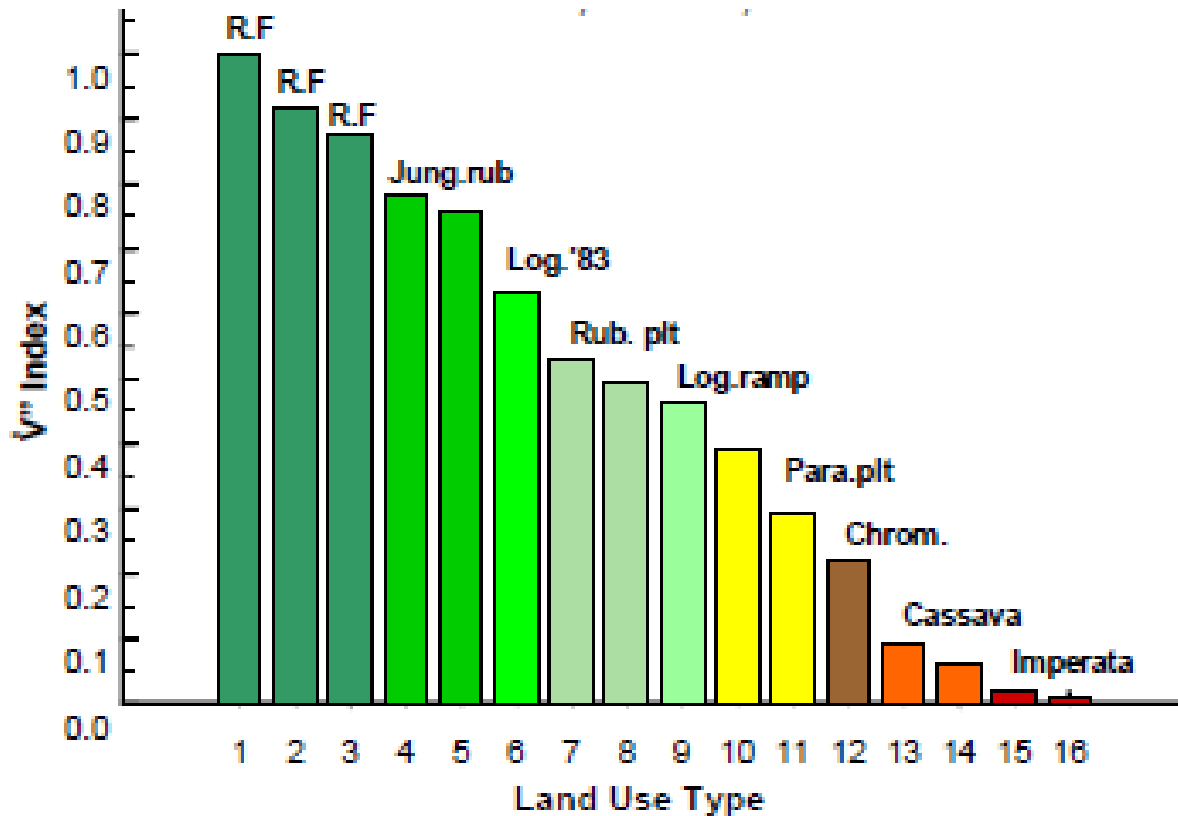


Figura 8-2 Valores del índice V para los usos de la tierra en Indonesia.

RF: selva tropical; Jung.rub: caucho de la jungla; Log.'83: selva tropical talada en 1983; Rub. plt.: plantación de caucho; Log. ramp: rampa de carga; Para. plt: plantación de *Paraserianthes falcataria*; Chrom.: *Chromolaena odorata*.

54. En síntesis, el índice V es una medida de la complejidad de la vegetación. La biodiversidad está relacionada efectivamente con la complejidad estructural y la cantidad de nichos ecológicos disponibles para plantas y animales.

Comparación de cálculos de biodiversidad en diferentes escalas

55. Si bien las mediciones de la diversidad pueden expresarse por unidad de superficie, no son fáciles de convertir a otras unidades de superficie (Rosenzweig, 1995). Dicho de otro modo, los cálculos de biodiversidad a nivel de paisaje no pueden estimarse simplemente mediante la suma de una serie de cálculos de parcelas. Es posible que la misma especie se encuentre en una cantidad de parcelas, y tal procedimiento conduciría a una contabilización múltiple. Debido a que la biodiversidad se muestrea en áreas cada vez más extensas de un ecosistema en particular, la cantidad de especies adicionales observadas aumentará, pero a una tasa decreciente (Figura 8.3). Eventualmente, la curva se nivela, lo que significa que si bien el área puede aumentar, no se encontrará ninguna especie nueva.

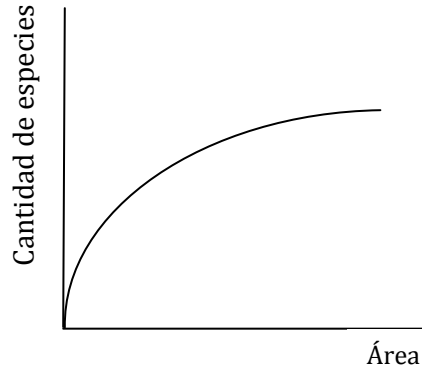


Figura 8-3 Curva especies-área

Recuadro 8-3 Advertencia acerca de las especies y las curvas

El escalamiento de las relaciones (la forma de la curva especie-área) puede diferir entre tipos de vegetación (Figura 8.4) o entre tipos de especies. Ello puede deberse a diferencias fundamentales en la ecología de las especies o en el tipo de vegetación. Por ello, la comparación de la riqueza de especies por parcela es válida sólo para parcelas del mismo tamaño en dos usos diferentes de la tierra.

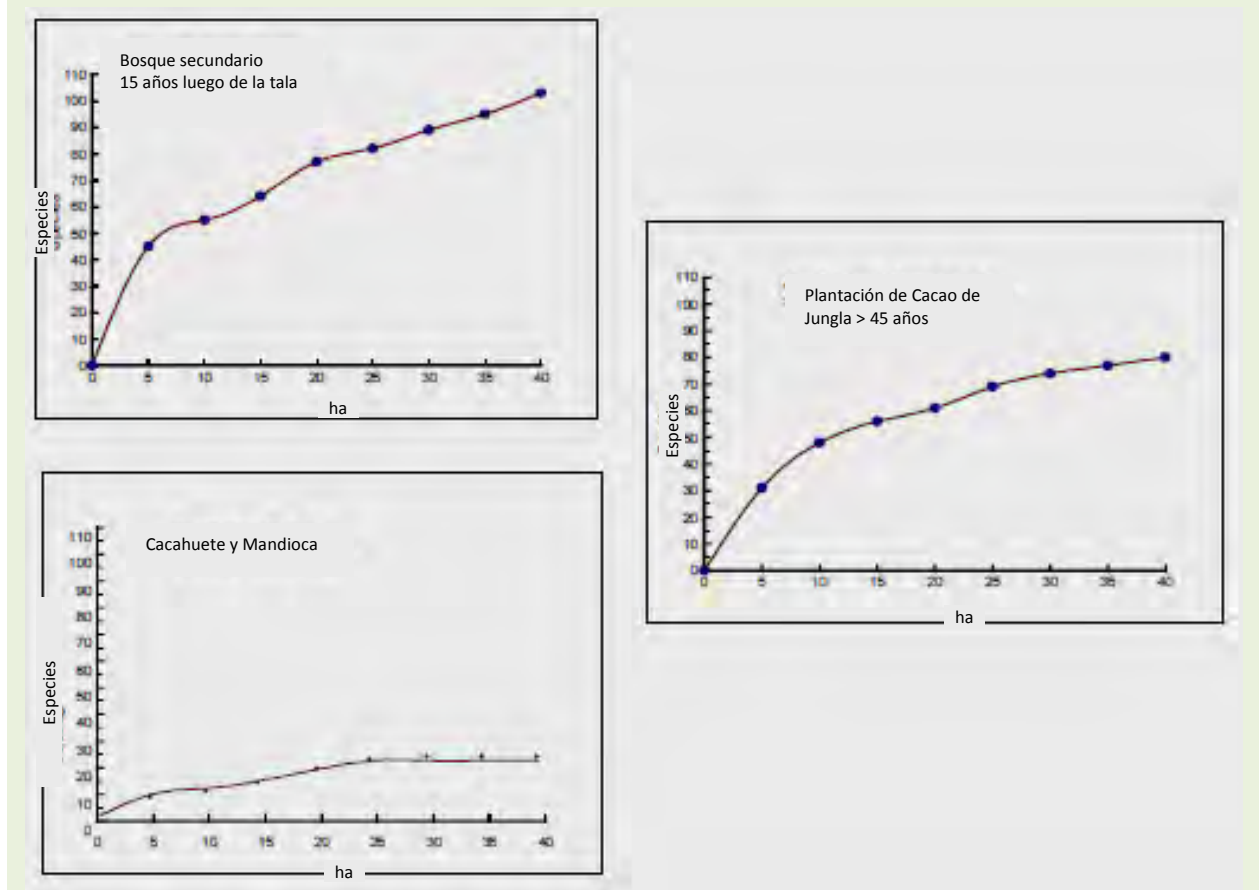


Figura 8-4 Curvas de especies y área para tres usos de la tierra en Camerún

Fuente: Gillison (2000a)

56. Otra forma de evaluar las relaciones de escala de la biodiversidad es asociar tres tipos de diversidad (Figura 8.5).

- Diversidad alfa – es la riqueza de especies dentro de un área, una comunidad o un ecosistema en particular, medida mediante el conteo del número de taxones dentro del ecosistema (típicamente, especies).
- Diversidad beta – es diversidad de especie a través de ecosistemas, comparando el número de taxones que son únicos para cada uno de los ecosistemas.
- Diversidad gamma - es la riqueza de especies de diferentes ecosistemas dentro de una región.

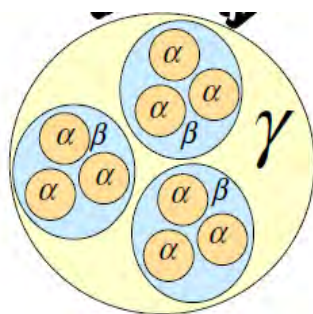


Figura 8-5 Biodiversidad en diferentes escalas

57. Para el análisis de los márgenes de bosques tropicales, la ASB comparó la biodiversidad de los usos de la tierra. Para obtener resultados comparables entre los lugares, se utilizaron protocolos estándares. La metodología para elegir parcelas puede encontrarse en Gillison (2000b). Los análisis se complementaron con un estudio detallado de línea de base en Indonesia, que reunió información detallada sobre la vegetación, las aves, los insectos, los animales de la tierra y animales que habitan en las cubiertas forestales (Gillison, 2000a).

Recursos biológicos y prioridades de conservación

58. Considerando los requisitos de datos y la dificultad de medir la biodiversidad, los recursos biológicos (por ejemplo, especies y ecosistemas) se utilizan con frecuencia como sustitutos en el desarrollo de prioridades y estrategias de conservación. La relación especies-área en regiones de alta riqueza de especies constituye un enfoque rápido para identificar las prioridades de conservación (Brooks, y otros 2006). Cuando tales zonas de singular riqueza se encuentran bajo amenaza de conversión de la tierra, las prioridades pueden convertirse en urgencias. Sin embargo, los costos de las iniciativas de conservación

pueden ser altos y las posibilidades de éxito, bajas, frustrando con ello los desafíos de la conservación de la biodiversidad.

59. El análisis de deficiencias constituye otro método para identificar la biodiversidad (es decir, especies, ecosistemas y procesos ecológicos) inadecuadamente conservada dentro de una red de área protegida o a través de otras medidas de conservación de largo plazo. Si bien la cantidad y la extensión de las áreas protegidas continúan creciendo, una gran cantidad de especies, ecosistemas y procesos ecológicos no están adecuadamente protegidos. Las deficiencias se manifiestan en tres formas básicas:

- Deficiencias de representación: una especie o un ecosistema en particular no existe dentro de un área protegida, o los especímenes de la especie/el ecosistema son insuficientes para asegurar la protección a largo plazo.
- Deficiencias ecológicas: si bien la especie/el ecosistema está representado en un área, su presencia se encuentra en una condición ecológica inadecuada, o las áreas protegidas no abordan los cambios o las condiciones específicas necesarias para la supervivencia de las especies o el funcionamiento del ecosistema a largo plazo.
- Deficiencias de gestión: las áreas protegidas existen pero su administración (objetivos, gobierno o eficacia) no proporcionan seguridad adecuada para determinadas especies o ecosistemas.

60. El análisis de deficiencias es un procedimiento que comienza con el establecimiento de objetivos de conservación. Luego, se evalúan la distribución y el estado de la biodiversidad y se los compara con la distribución y el estado de las áreas protegidas. El análisis de deficiencias del Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas de la CDB (PdTAP) puede proporcionar datos y herramientas cartográficos para REDD. Para obtener más información sobre análisis de deficiencias y sobre resultados de investigaciones recientes, sírvase referirse a Dudley y Parish (2006), Langhammer, y otros (2007) y a las publicaciones de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

Valor de la biodiversidad

61. A pesar de la importancia de la biodiversidad, las valuaciones económicas a menudo son complejas, costosas y probablemente imprecisas. Para abordar estos inconvenientes, existen métodos no económicos que ayudan a analizar la preocupación pública por la biodiversidad. Las perspectivas ganadas a partir de la participación pública pueden complementar los enfoques de costo-beneficio para las decisiones políticas. El **Anexo E** incluye detalles sobre el cálculo del valor de la biodiversidad, y las referencias a continuación incluyen numerosas fuentes.

Co-beneficios y costos de oportunidad

62. Los beneficios de los bosques pueden dividirse en tres categorías:

- Beneficios *in situ* (por ejemplo, leña, madera, productos forestales no madereros, turismo)
- Beneficios en otro lugar
 - Dentro del país (por ejemplo, protección de los servicios hidrológicos).
 - Fuera del país (por ejemplo, secuestros de carbono y hábitat de la biodiversidad).

63. Dentro de las consideraciones sobre REDD+, los beneficios en otro lugar, dentro del país son normalmente denominados: co-beneficios de conservación, mejoramiento, o establecimiento de bosques.

64. A continuación, se presentan dos ejemplos de estudios de “Nivel 2”. Pagiola, y otros (2006) identifican áreas dentro de la altiplanicie de Guatemala, de importancia para los servicios hidrológicos y de la biodiversidad. Dicha información puede utilizarse junto con las estimaciones de costos de oportunidad para determinar si debería asignarse prioridad a determinadas áreas dentro de un programa de REDD+ (Recuadro 8.4). El segundo ejemplo de mapas de co-beneficios viene Tanzania (Recuadro 8.5).

Recuadro 8-4 Análisis nacional de los beneficios hidrológicos y de la biodiversidad

El análisis espacial del agua y la biodiversidad ayuda a identificar las conservaciones prioritarias. Por ejemplo, Pagiola y otros (2007) desarrolló mapas de abastecimiento de agua y de áreas de prioridad de conservación de la biodiversidad en Guatemala. Los mapas incluyen una cierta cuantificación simple pero útil, y podrían tornarse más complejos a medida que nueva información se encuentre disponible. El Figura 8.6 muestra una relación entre los sistemas de abastecimiento municipal de agua y los sistemas de abastecimiento relacionados. Las áreas sombreadas en rojo más intenso señalan áreas que abastecen a más hogares por zona de influencia. Este cálculo puede servir como indicador potencial de los co-beneficios hidrológicos.

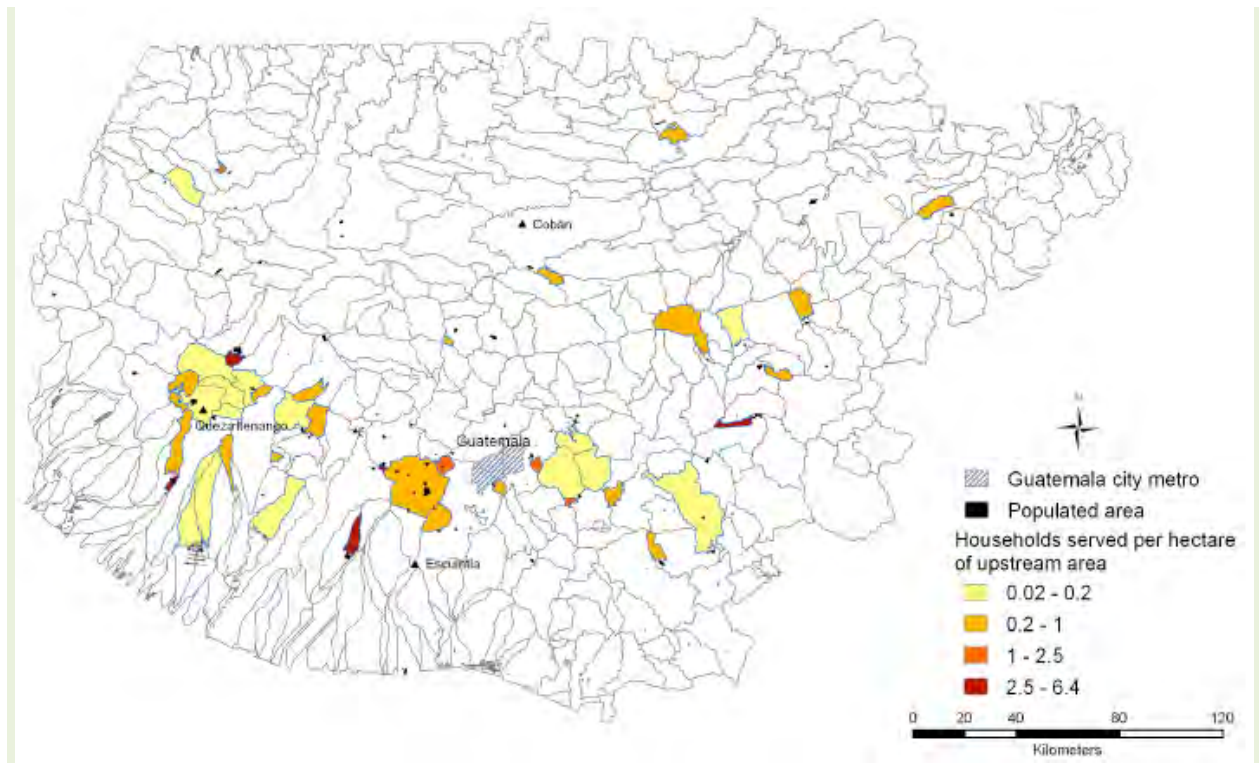


Figura 8-6 Sistemas municipales de agua y áreas de abastecimiento, Guatemala.

Fuente: Pagiola, y otros 2007.

Recuadro 8-5 Análisis nacional de beneficios múltiples: un ejemplo de UN-REDD

Una forma efectiva de identificar y documentar los co-beneficios, es a través de mapas. Un ejemplo de una iniciativa reciente es el del Programa UN-REDD+ del Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (WCMC, por sus siglas en inglés) del PNUMA y el Ministerio de Recursos Naturales y Turismo de Tanzania. Se llevó a cabo un análisis a nivel nacional de los co-beneficios y de otros factores, incluyendo la densidad de población, la producción de miel-cera de abejas-goma, y de la riqueza de especies de mamíferos y anfibios (Figura 8.7). Adicionalmente, se realizó un mapa revisado y combinado de la tierra y de la biomasa de Tanzania (Programa UN-REDD+, 2009).

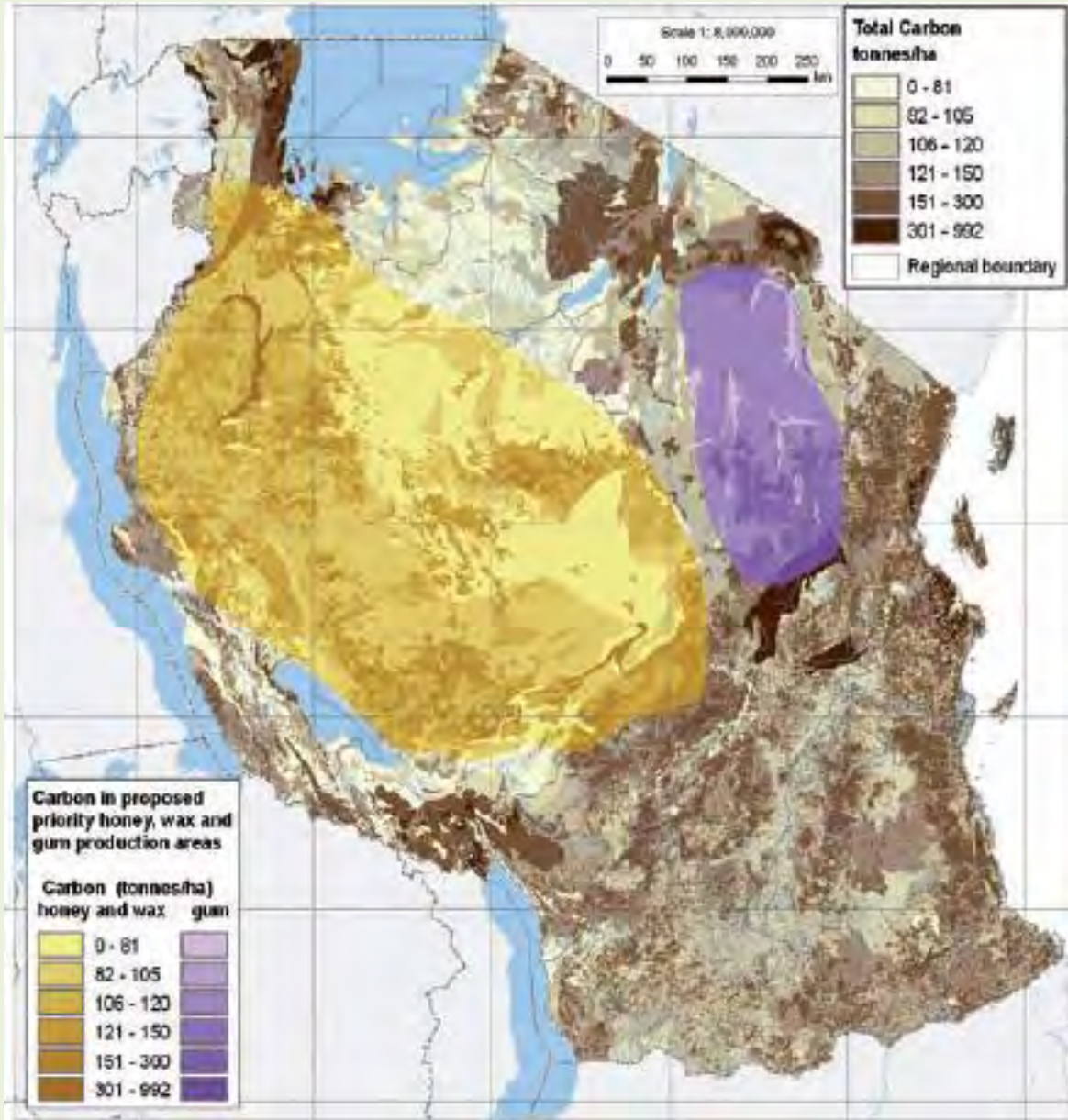


Figura 8-7 Mapa combinado de áreas prioritarias de PFM y de carbono de la tierra-biomasa de Tanzania. Fuente: Miles, y otros 2009.

65. Naidoo y otros (2008) evaluaron las teorías, los datos y los análisis necesarios para producir mapas de servicios ambientales. La disponibilidad de datos permitió la cuantificación de sustitutos mundiales imperfectos de cuatro servicios de ecosistemas: secuestro de carbono, ¹⁰ almacenamiento de carbono,¹¹ la provisión de los pastizales para el ganado y el abastecimiento de agua. Utilizando este grupo incompleto como ejemplo, se compararon los mapas de servicios ambientales con las distribuciones mundiales de objetivos convencionales para la conservación de la biodiversidad.

66. Los resultados preliminares muestran que las regiones seleccionadas para maximizar la biodiversidad no proporcionan más servicios ambientales, que las regiones elegidas aleatoriamente. Adicionalmente, la concordancia espacial difiere ampliamente entre los diferentes servicios, y entre los servicios ambientales y las prioridades de conservación establecidas. No obstante, pueden identificarse en los servicios de los ecosistemas y en la biodiversidad áreas en las que todos obtienen beneficios, tanto entre eco-regiones como a escalas más detalladas. Se requiere una iniciativa de investigación interdisciplinaria ambiciosa para evaluar integralmente las sinergias y *trade-offs* en la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales. Las comparaciones de estos atributos de los cambios en el uso de la tierra pueden evidenciar *trade-offs* y sinergias útiles para comprender el rol potencial de la política de REDD+ para promover los resultados deseados.

Un ejemplo de análisis de co-beneficios

67. Si bien es muy difícil calcular el valor de los co-beneficios e inclusive es más complejo convertirlo en valores por hectárea, el análisis del costo de oportunidad puede ser una guía en los siguientes supuestos:

- a. La cuantificación y posiblemente las iniciativas de valuación, constituyen una prioridad,
- b. Identificación de los usos de la tierra para su inclusión en un programa de REDD+.

68. La Figura 8.8 compara cinco situaciones de reducciones de emisión con cinco costos de reducción y co-beneficios hidrológicos diferentes. A modo de ejemplo, estas situaciones se refieren al cambio del uso de la tierra de forestal a agrícola con co-beneficios a partir de la calidad y disponibilidad del agua en niveles inferiores. Para comparar directamente tanto los beneficios del carbono como los del agua, debe utilizarse la misma unidad de análisis. Este ejemplo convierte el cálculo típico de US\$/ha de los co-beneficios hidrológicos a la medida US\$/tCO₂e (requiere dividir los co-beneficios hidrológicos por el tCO₂e relacionado del uso de la tierra). Los co-beneficios hidrológicos pueden considerarse

¹⁰ Índice anual neto de carbono atmosférico sumado a los reservorios de carbono de la biomasa existentes.

¹¹ Cantidad de carbono almacenada en la vegetación tanto aérea como subterránea.

reducciones de costos de REDD+, según lo representan las áreas sombreadas en verde más claro.

69. Las opciones A, B, y C tienen costos de REDD+ menores que el precio del carbono (Pc). En cambio, la opción E tiene costos de REDD+ mayores que el Pc. Únicamente las opciones A, B, D y E tienen co-beneficios hidrológicos. Incluso sin los co-beneficios hidrológicos, las opciones A, B y C serían prioridades para la inclusión en un programa de REDD+, considerando sus bajos costos de REDD+. Con los amplios co-beneficios hidrológicos, las opciones B y D serían más prioritarias que la opción A.

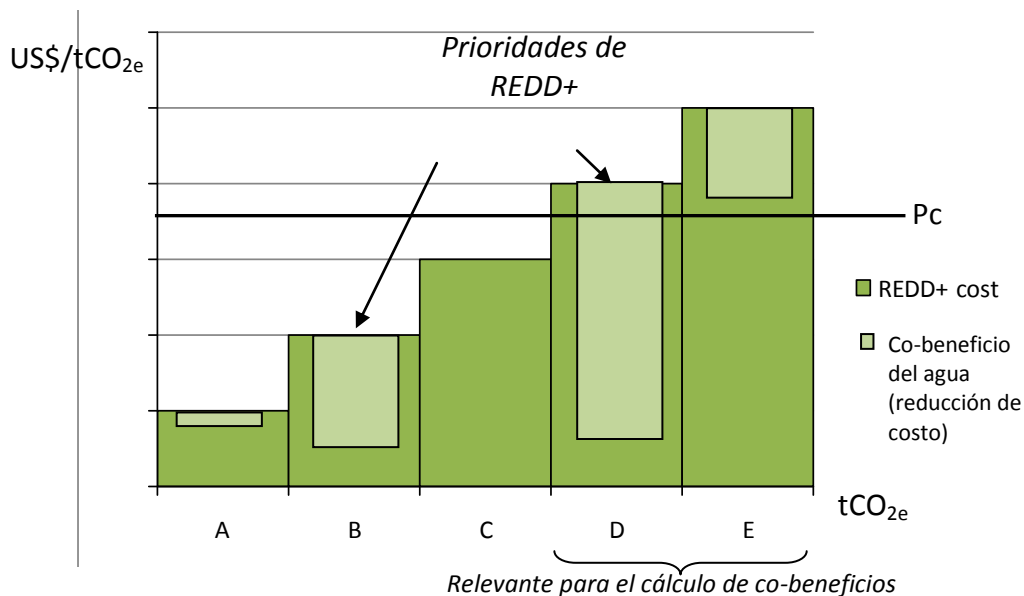


Figura 8-8 Identificación de los análisis de co-beneficios prioritarios

Adaptado de: Pagiola, 2010 comunicación personal.

70. Las opciones D y E tienen costos de REDD+ mayores que el precio del carbono y normalmente no estarían incluidas en un programa de REDD+. No obstante, considerando los co-beneficios hidrológicos, la opción D sería viable. Calcular los beneficios es más importante para el supuesto en que los costos de REDD+ superen el precio del carbono. En los casos en que los costos del carbono sean menores al precio del carbón (Opciones A, B, C, D), el cálculo de los co-beneficios no es tan prioritario.

71. Con respecto a los co-beneficios de la biodiversidad, el análisis sería similar – excepto que los beneficios raramente pueden ser percibidos por un país. La protección de zonas con alta biodiversidad normalmente genera beneficios fuera del país (especialmente si el turismo no está ligado a la biodiversidad). Dentro del Figura 8.8, es posible que evitar la deforestación en el Área E sobre la base de pagos por carbono y co-beneficios no favorezca los intereses del país. El uso alternativo de la tierra plantea mayores beneficios. Sin embargo, el país podría intentar atraer un donante orientado a la biodiversidad para complementar los pagos por carbono a fin de volver viable la conservación.

Conclusión

72. El valor de los co-beneficios puede ser sustancial y puede afectar en gran medida los cálculos del costo de oportunidad de los proyectos de REDD+. Todavía analiza si se deben reconocer los beneficios hidrológicos y de la biodiversidad dentro de las políticas de REDD+, y cómo hacerlo (Ebeling y Fehse 2009; Pagiola y Bosquet, 2009). Si bien un mecanismo de REDD+ ofrece oportunidades para alcanzar co-beneficios de carbono y otros, las limitaciones del mismo para actuar como una panacea para la pérdida de biodiversidad o para los problemas del agua necesitan ser superadas. El énfasis excesivo en los objetivos de cambio no climático dentro de un mecanismo de REDD+ conlleva el riesgo de que los costos de la operación aumenten, reduciendo potencialmente la capacidad de conservación forestal.

73. Entre las sugerencias específicas para los generadores de políticas se incluyen las siguientes:

- *Biodiversidad*¹²
 - Desarrollar una base nacional de información sobre la biodiversidad nacional para aumentar la probabilidad de alcanzar y maximizar una variedad de co-beneficios de biodiversidad en REDD. De esta forma, la financiación orientada a la biodiversidad puede contar con una mayor comprensión de la biodiversidad y tener como objetivo complementar el financiamiento de REDD+, como por ejemplo, centrarse en áreas con alta biodiversidad y bajos beneficios de carbono.
 - Vincular las actividades de demostración REDD+ en curso con las evaluaciones de control, informe y verificación del rendimiento de la biodiversidad. Ello permitirá el análisis, la comparación y la evaluación de diferentes enfoques y métodos usados para promover los co-beneficios de la biodiversidad en un contexto de REDD+. Las lecciones aprendidas durante la implementación de estas actividades de demostración de REDD+ en definitiva podrán tenerse en cuenta en los procesos de generación de políticas a nivel internacional y nacional.
 - Establecer un grupo de trabajo técnico sobre los co-beneficios de la biodiversidad de REDD+ para desarrollar directrices y principios de las mejores prácticas, incluyendo indicadores de biodiversidad. Tal grupo podría asimismo ayudar a guiar las decisiones de política y la implementación de actividades de REDD+ a nivel nacional, regional y/o local.

¹² Adaptado de Karousakis (2009).

- *Agua*

- Establecer una base de información nacional (por ejemplo, inventarios, mapas) de recursos hidrológicos para incrementar la probabilidad de alcanzar y maximizar los co-beneficios hidrológicos en REDD. El financiamiento orientado hacia el agua podrá funcionar entonces dentro de un contexto de REDD+, a fin de centrarse en áreas de servicios importantes del agua (por ejemplo, cuencas superiores).
- Apoyar y evaluar las iniciativas de modelado de servicios de ecosistemas del agua y vincular las decisiones gubernamentales con el desarrollo de políticas nacionales de REDD+ y su implementación. La dilucidación de diversos servicios hidrológicos (por ejemplo, regulación de flujo, calidad del agua, etc.) ayudará a los generadores de políticas a priorizar las inversiones y las acciones gubernamentales.
- Establecer un grupo técnico de trabajo sobre los co-beneficios hidrológicos de REDD+ para desarrollar directivas y principios de las mejores prácticas, incluyendo indicadores de los servicios hidrológicos. Tal grupo podría ayudar también a guiar las decisiones políticas y la implementación de actividades de REDD+ a nivel nacional, regional y/o local.

Referencias y lectura complementaria

- Anderson, J., P. Hazell. 1989. *Variability in Grain Yields*. Johns Hopkins University Press: Baltimore.
- Arrow, K., R. Solow, P.R. Portney, E.E. Leamer, R. Radner, H. Schuman. 1993. *Report of the NOAA panel on contingent valuations*. US Federal Register, 15 de enero, (58)10: 4602-4614.
- Barton. D.N., G.M. Rusch. 2009. *Environmental Service Payments: Evaluating Biodiversity Conservation Trade-Offs and Cost-Efficiency in the Osa Conservation Area, Costa Rica*. Norwegian Institute for Nature Research (NINA).
http://www.katoombagroup.org/documents/newsletters/sea/sa_edition3en.htm
- Bengtsson, J. 1998. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. In: Wolters (ed.) *Functional aspects of animal diversity in soil. Applied Soil Ecology* 10: 191-199.
- Blom, M., G. Bergsma, M. Korteland. 2008. *Economic instruments for biodiversity: Setting up a Biodiversity Trading System in Europe*. Delft, CE Delft: Holanda. 77p.
http://www.landecon.cam.ac.uk/research/eeprg/ceed/pdf/Blom_et_al.pdf
- Bosque, B. 2009. Comunicación Personal. World Bank. Washington D.C.
- Brauman, K.A., G.C. Daily, T.K. Duarte, H.A. Mooney. 2007. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services *Annual Review of Environment and Resources*. 32:67-98
- Brooks, T.M., R. A. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, J. Grlach, M. Hoffmann, J. F. Lamoreux, C. G. Mittermeier, J. D. Pilgrim, A. S. L. Rodrigues. 2006. Global Biodiversity Conservation Priorities. *Science* 313 (5783), 58-61.
- Brown, D., F. Seymour, L. Peskett. 2008. How do we achieve REDD+ co-benefits and avoid doing harm? In: A. Angelsen. (ed.) *Moving Ahead with REDD: Issues, Option and Implications*. CIFOR: Bogor, Indonesia.
- Bruijnzeel, L. A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104:185-228.
- Calder, I.R. 2005. *The Blue Revolution – integrated land and water resources Management* 2nd edition. Earthscan Publications, Londres.
- Cannon, C.H., D.R. Peart, M. Leighton. 1998. Tree species diversity in commercially logged Bornean rainforest. *Science* 281: 1366-68.
- Chomitz, K., K. Kumari. 1998. The domestic benefits of tropical forests: a critical review. *World Bank Res. Obs.* 13:13-35.
- Convention on Biological Diversity (CBD). 2009. *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation*. Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Montreal, Technical Series No. 41, 126p. www.cbd.int

Convention on Biological Diversity (CBD). 2010. *Global Expert Workshop on Biodiversity Benefits of Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries (REDD-PLUS)*. Nairobi, 20-23 de septiembre. UNEP/CBD/WS-REDD/1/1/Add.1. 7 septiembre de 2010. 9 p.

Cracraft, C. 2002. The seven great questions of systematic biology: an essential foundation for conservation and the sustainable use of biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* (89) 127-144.

Douglas, E.M., S. Wood, K. Sebastian, C.J. Vörösmarty, K.M. Chomitz, T.P. Tomich. 2007. Policy implications of a pan-tropic assessment of the simultaneous hydrological and biodiversity impacts of deforestation. *Water Resources Management* 21:211–232.

Dudley, N., J. Parish. 2006. *Closing the Gap. Creating Ecologically Representative Protected Area Systems: A Guide to Conducting the Gap Assessments of Protected Area Systems for the Convention on Biological Diversity*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series no. 24, 108 p.

Ebeling, J., J. Fehse 2009. *Challenges for a business case for high-biodiversity REDD+ projects and schemes*. A Report for the Secretariat of the Convention for Biological Diversity. Ecorescurities. Versión 1.2 Febrero.

Ebeling, J., M. Yasué, 2008. Generating carbon finance through avoided deforestation and its potential to create climatic, conservation and human development benefits. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Londres Ser. B 363, 1917-1924.

Ecorescurities 2009. *The forest carbon offsetting survey 2009*. Ecorescurities, Conservation International, the Climate, Community & Biodiversity Alliance, and ClimateBiz. 33p. <http://www.ecorescurities.com/Registered/ECOForestrySurvey2009.pdf>

FAO. 2008. FAOSTAT – Production - ForesSTAT <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=381&lang=en>

Gassman, P.W., Williams, J.R., Benson, V.R., Izaurralde, R.C., Hauck, L.M., Jones, C.A., Altwood, J.D., Kiniry, J.R., & Flowers, J.D. 2004. *Historical development and applications of the EPIC and APEX models* (ASAE paper no. 042097). PSt. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers. <http://asae.frymulti.com>

Giller K.E., M.H. Beare, P. Lavelle, A.M.N. Izac, M.J. Swift. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. In: M.J. Swift (ed.), *Soil biodiversity, agricultural intensification and agroecosystem function*. *Applied Soil Ecology* 6 (1): 3-16.

Gillison, A.N., G. Carpenter. 1997. A plant functional attribute set and grammar for dynamic vegetation description and analysis. *Functional Ecology*. 11:775-783.

Gillison, A.N. 2000a. Alternatives to Slash and Burn Project: Phase II Aboveground biodiversity assessment working group summary report. ICRAF: Nairobi.

Gillison, A.N. 2000b. *VegClass Manual: A Field Manual for Rapid Vegetation Classification and Survey for General Purposes*. CIFOR: Bogor, Indonesia.

- Greenhalgh, S., A. Sauer. 2003. *Awakening the dead zone: An investment for agriculture, water quality, and climate change*. Washington, DC: World Resources Institute.
http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3803
- Hammond, P. 1995. The current magnitude of biodiversity. In V.H. Heywood, R.T. Watson (Eds.), *Global Biodiversity Assessment*. p. 113-138. Cambridge, U.K: Cambridge University Press.
- Harmon, D. 1992. *Indicators of the World's Cultural Diversity*. The George Wright Society, Michigan, USA
- IUFRO. 1995. *Forest work study. Nomenclature. Test Edition valid 1995-2000*. International Union of Forestry Research Organizations Working Party 3.04.02. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, Garpenberg, Suecia. 16p.
- James, A., K. J. Gaston, A. Balmford. 2001. Can we afford to conserve biodiversity? *Bioscience* 51: 43-52.
- Jeanes, K., M. van Noordwijk, L. Joshi, , A. Widayati Farida, B. Leimona. 2006. *Rapid Hydrological Appraisal in the Context of Environmental Service Rewards*. World Agroforestry Centre, ICRAF Southeast Asia Regional Office, Bogor, Indonesia.
- Kapos, V., C. Ravilious, A. Campbell, B. Dickson, H. Gibbs, M. Hansen, I. Lysenko, L. Miles, J. Price, J.P.W. Scharlemann, K. Trumper. 2008. *Carbon and Biodiversity: A Demonstration Atlas*. UNEP World Conservation Monitoring Centre: Cambridge, Reino Unido.
- Karousakis, K. 2009. *Promoting Biodiversity Co-Benefits in REDD+* OECD Environment Working Papers, No. 11, OECD Publishing. doi:10.1787/220188577008
- Kenny, A. 2010. *Theory and Practice Collide in Efforts to Stack Multiple Ecosystem Values on One Piece of Land*. Ecosystem Marketplace, 2 May. Katoomba Group.
http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/article.page.php?page_id=7544§ion=news_articles&eod=1#close
- Kiss, A. 2002. *Making Biodiversity Conservation A Land Use Priority*. World Bank, Africa Environment and Social Development Unit. Columbia University Press.
- Lecointre, G., H. Le Guyader. 2001. *Classification phylogenetique du vivant*. París, Francia: Belin.
- Langhammer, P.F., M. I. Bakarr, L. Bennun, T. M. Brooks., y otros 2007. Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for Comprehensive Protected Area Systems (Best Practice Protected Area Guidelines. Gland Switzerland: IUCN. 117p.
- Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and it Measurement*. Princeton University Press.
- Matthews, S., R. O'Connor, A.J. Plantinga. 2002. Quantifying the impacts on biodiversity of policies for carbon sequestration in forests. *Ecological Economics* 40(1), 71-87.
- McCarl, B.A., U.A. Schneider. 2001. Greenhouse gas mitigation in U.S. agriculture and forestry. *Science*, 294(5551), 2481-82.

- Meridian Institute. 2009. *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation (REDD): An Options Assessment Report*. Prepared for the Government of Norway, by A. Angelsen, S. Brown, C. Loisel, L. Peskett, C. Streck, D. Zarin. Disponible en www.REDD-OAR.org
- Miles, L., V. Kapos. 2008. Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Global Land-Use Implications. *Science* 320, 1454. DOI: 10.1126/science.1155358
- Miles, L., K. Kabalimu, B. Bahane, C. Ravilious, E. Dunning, M. Bertzky, V. Kapos, B. Dickson. 2009. *Carbon, biodiversity and ecosystem services: exploring co-benefits. Tanzania*. Prepared by UNEP-WCMC, Cambridge, UK & Forestry and Beekeeping Division, Ministry of Natural Resources and Tourism, Dar es Salaam. UN-REDD+ Programme, Tanzania. 16p. http://www.unep-wcmc.org/climate/pdf/copenhagen/Tanzania%20brochure%20final%20091208_finalfinal.pdf
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2003. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. World Resources Institute. Island Press: Washington, D.C.
- Mitchell, P.D., P.G. Lakshminarayan, B.A. Babcock, T. Otake. 1998. The impact of soil conservation policies on carbon sequestration in agricultural soils of Central U.S. 125-142. *En: R. Lal y otros (ed.) Management of Carbon Sequestration in Soil*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Myers, N. R. A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca, J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- Naidoo, R., T. Iwamura. 2007. Global-scale mapping of economic benefits from agricultural lands: Implications for conservation. *Biological Conservation* 140(1-2): 40-49.
- Naidoo, R., A. Balmford, R. Costanza, B. Fisher, R.E. Green, B. Lehner, T.R. Malcolm, T.H. Ricketts. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. *PNAS*. 105 (28):9495-9500.
- OECD. 2002. *Handbook of Biodiversity Valuation: A Guide for Policymakers*. Paris, France.
- Nelson, A., K. Chomitz. 2009. *Protected Area Effectiveness in Reducing Tropical Deforestation: A Global Analysis of the Impact of Protection Status*. Independent Evaluation Group. Evaluation Brief 7. World Bank. Washington, D.C. 40p.
- Pagiola, S., J. Bishop, N. Landell-Mills. 2002. Market-based mechanisms for conservation and development. In S. Pagiola, J. Bishop, N. Landell-Mills, (eds.). *Selling Forest Environmental Services Market-Based Mechanisms for Conservation and Development*. Earthscan Publications, Londres.
- Pagiola, S., P. Agostini, J. Gobbi, C. de Haan, M. Ibrahim, E. Murgueitio, E. Ramirez, M. Rosales, J.P. Ruiz. 2004a. *Paying for Biodiversity Conservation Services in Agricultural Landscapes*. Environmental Economics Series Paper No. 96. World Bank: Washington D.C.
- Pagiola, S., K. von Ritter, J. Bishop. 2004b. *Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation*. Environment Department Paper No. 101. World Bank in collaboration with The Nature Conservancy and IUCN: Washington, D.C.

- Pagiola, S., A. Colom, W. Zhang. 2007. *Mapping Environmental Services in Guatemala*. Environment Department, World Bank, Washington DC. 40p.
- Pagiola, S., B. Bosquet. 2009. *Estimating the Costs of REDD+ at the Country Level*. Version 2.2, 24 February. Forest Carbon Partnership Facility World Bank. Washington D.C.
- Pagiola, S. K. von Ritter, J. Bishop. 2004. *How Much is an Ecosystem Worth? Assessing the Economic Value of Conservation* The World Bank: Washington, DC.
- Pattanayak, S.K., A. Sommer, B.C. Murray, T. Bondelid, B.A. McCarl, D. Gillig. 2002. *Water quality co-benefits of greenhouse gas reduction incentives in U.S. agriculture* (final report). Environmental Protection Agency: Washington, DC.
<http://foragforum.rti.org/documents/Pattanayak-paper.pdf>
- Pearce, D.W. 1993. *Economic values and the natural world*. The MIT Press: Cambridge, Massachusetts.
- Pearce, D., D. Moran. 1994. *The Economic Value of Biodiversity*. IUCN The World Conservation Union and Earthscan Publications Ltd: Londres
- Perrings, C., K.G. Maler, C. Folke, C.S. Holling, B.O. Janssen. 1995. *Biodiversity Loss: Economic and Ecological Issues* Cambridge University Press: Cambridge. 332 pp.
- A.L.Peterson, L.A. Gallagher, D. Huberman, I. Mulder. 2007. *Seeing REDD: Reducing Emissions and Conserving Biodiversity by Avoiding Deforestation*. Draft version, intended as basis for further discussion during BIOECON IX conference, September 20-21, in Cambridge, Reino Unido
- Plantinga, A.J., J. Wu. 2003. Co-benefits from carbon sequestration in forests: Evaluating reductions in agricultural externalities from an afforestation policy in Wisconsin. *Land Economics* 79(1), 74-85.
- Porrás I., M. Grieg-Gran, N. Neves. 2008. *All that glitters: A review of payments for watershed services in developing countries*. Natural Resource Issues No. 11. International Institute for Environment and Development. Londres, Reino Unido.
- Putz, F.E., Redford, K.H., Robinson, J.G., Fimbel, R. and Blate, G.M. 2000. *Biodiversity conservation in the context of tropical forest management*. Paper No. 75, Biodiversity Series-Impact Studies, World Bank Environment Department: Washington DC.
- Ramírez, M.C. 2007. *Environmental services application: The CPWF projects evidence in the Andean Catchments* Andean System of Basins Coordination. Challenge Program on Water and Food. Contribution for the Sustainable Development of the Andes Issue 8, 28p.
- Reid, W., S.A. Laird, C.A. Meyer, R. Gámez, A. Sittenfeld, D.H. Janzen, M.A. Gollin, C. Juma 1993. *Biodiversity Prospecting: Using Genetic Resources for Sustainable Development*. World Resources Institute: Washington DC
- Research Triangle Institute (RTI). 2000. *National Water Pollution Control Assessment Model (NWPCAM)* Version 1.1. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Office of Policy, Economics and Innovation: Washington, DC.
- Rosenzweig, M. 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press. 460p.

- Rubiano, J., M. Quintero, R.D. Estrada, A. Moreno. 2006. Multiscale Analysis for Promoting Integrated Watershed Management. *Water International* 31(3):398-411.
- Sadoff C. W., D. Grey. 2005. Cooperation on International Rivers: A Continuum for Securing and Sharing Benefits. *Water International* 30(4)1-8.
- Schneider, S.H., W.E. Easterling, L.O. Mearns. 2004. Adaptation: Sensitivity to Natural Variability, Agent Assumptions and Dynamic Climate Changes. *Climate Change* 45(1):203-221.
- Scoones, I. 2005. *Sustainable rural livelihoods: a framework for analysis*. IDS Working Paper 72. Institute of Development Studies (IDS): Sussex, Reino Unido www.ids.ac.uk
- Searle, B., S. Cox. 2009. *The State of Ecosystem Services*. The Bridgespan Group: Boston. 32p. <http://www.bridgespan.org/state-of-ecosystem-services.aspx>
- Ingolf Steffan-Dewente, I., M. Kessler, J. Barkmann, M.M. Bos, D. Buchori, S. Erasmi, H. Faust, G. Gerold, K. Glenk, S. R. Gradstein, E. Guhardja, M. Harteveld, D. Hertel, P.Höhn, M. Kappas, S. Köhler, C. Leuschner, M. Maertens, R. Marggraf, S. Migge-Kleian, J. Mogeia, R. Pitopang, M. Schaefer, S. Schwarze, S.G. Sporn, A. Steingrebe, S.S. Tjitrosoedirdjo, S. Tjitrosoemito, A. Twele, R. Weber, L. Woltmann, M. Zeller, T. Tschardtke. 2007. Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *PNAS*. March 20. 104 (12):4973-4978.
- Stickler, C.M., D.C. Nepstad, M.T. Coe, D.G. McGrath, H. Rodrigues, W.S. Walker, B.S. Soares-Filho, E. Davidson. 2009. The potential ecological costs and co-benefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. *Global Change Biology* 15:2803-2824.
- Swift, M.J., A.M.N. Izac, M. van Noordwijk. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes - are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 113–134.
- Tomich, T. P., K. Chomitz, H. Francisco, A.M.N. Izac, D. Murdiyarso, B. D. Ratner, D. E. Thomas, M. van Noordwijk. 2004. Policy analysis and environmental problems at different scales: asking the right questions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 104:5–18.
- UNEP. 2008. *Africa: Atlas of Our Changing Environment*. www.unep.org/dewa/africa/AfricaAtlas
- UNEP-WCMC. 2008. *Carbon and Biodiversity. A Demonstration Atlas*. (eds.) V. Kapos, C. Ravilious, A. Campbell, B. Dickson, H. Gibbs, M. Hansen, I. Lysenko, L. Miles, J. Price, J.P.W. Scharlemann, K. Trumper. UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido.
- UNEP. 2009. *Ecosystem Management*. 4 p. Accessed 20 de mayo de 2010. <http://www.unep.org/ecosystemmanagement/LinkClick.aspx?fileticket=D7j0r1iBuwg%3D&tabid=163&language=en-US>
- UN-REDD+ Programme. 2009. *Year in Review*. UN-REDD+ Programme Secretariat: Geneva, Switzerland. 24p. <http://cdn.www.cbd.int/doc/meetings/for/wscb-fbdcc-01/other/wscb-fbdcc-01-oth-03-en.pdf>

- Vandermeer, J., M. Van Noordwijk, C. Ong, J. Anderson, Y. Perfecto. 1998. Global change and multi-species agro-ecosystems: concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67: 1-22.
- van Noordwijk, M. 2005. *RUPES typology of environmental service worthy of reward*. World Agroforestry Centre. Southeast Asia Regional Office, Bogor, Indonesia.
- van Noordwijk, M. 2006. Rapid Hydrological Appraisal (RHA) of potential for Environmental Service Rewards: procedure and application in Lake Singkarak, West Sumatra, Indonesia. *ETFRN- European Tropical Forest Research Network Newsletter Forests, Water and Livelihoods*, 45-46 Winter 2005/06
www.etfrn.org/etfrn/newsletter/news4546/index.html
- Venter, O., E. Meijaard, H. Possingham, R. Dennis, D. Sheil, S. Wich, L. Hovani, K. Wilson. 2009. Carbon payments as a safeguard for threatened tropical mammals. *Conservation Letters* 2:123–129.
- Von Kooten, . 1998. The Economics of Conservation Biology: A Critical Review. *Environmental Science and Policy*. (1)13-25.
- Wendland, K.J., M. Honzák, R. Portela, B. Vitale, S. Rubinoff, J. Randrianarisoa. 2009. Targeting and implementing payments for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar. *Ecological Economics* (in press) doi:10.1016/j.ecolecon.2009.01.002
- Wünscher, T., S. Engel, S. Wunder. 2008. Spatial targeting of payments for environmental services: a tool for boosting conservation benefits *Ecological Economics* 65 (4) (2) 822–833.
- White, D., F. Wester, A. Huber-Lee, C.T. Hoanh, F. Gichuki. 2008. *Water Benefits Sharing for Poverty Alleviation and Conflict Management: Topic 3 Synthesis Paper*. CGIAR Challenge Program on Water and Food, Colombo, 15 pp.
- Williams, S., A. Gillison, M. van Noordwijk. 2001. Biodiversity: issues relevant to integrated natural resource management in the humid tropics. ASB Lecture Note 5. 35p. In: van Noordwijk, M., S. Williams and B. Verbist (Eds.) *Towards integrated natural resource management in the humid tropics: local action and global concerns to stabilize forest margins*. Alternatives to Slash-and-Burn: Nairobi.
- Wilson, K. A., M. F. McBride, M. Bode, H. P. Possingham. 2006. Prioritizing global conservation efforts. *Nature* 440, 337-340.
- World Bank, 2002. Biodiversity Conservation in Forest Ecosystems: World Bank Assistance 1992–2002. World Bank, Washington, DC.
- World Resources Institute, 2009. *Ecosystem data, maps, and tools*. Sitio de Internet: <http://www.wri.org/ecosystems/data-maps-and-tools>

Capítulo 9. Tradeoffs y escenarios

Objetivos

1. Analizar los *tradeoffs/intercambios* y sinergias asociados a programas REDD+
2. Presentar métodos para el análisis de escenarios con el fin de evaluar el impacto de futuros inciertos en materia económica y de políticas.

Contenido

Tradeoffs/ <i>intercambios</i>	9-2
Escenarios.....	9-5



Tradeoffs/intercambios

1. Un “*tradeoff*” es una situación que implica la pérdida de una cosa y la ganancia de otra. Las situaciones de ganancia-pérdida son *tradeoffs*. Se las suele representar con gráficos bidimensionales, mediante una relación inversa (o curva de puntos descendiente) que representa el *tradeoff*. Los ejes del gráfico suelen expresarse en unidades físicas del producto o servicio en cuestión.

2. La relación entre la rentabilidad y el carbono de diversos usos de la tierra es un ejemplo de *tradeoff* (Figura 9.1). El eje horizontal representa el contenido de carbono de un uso de la tierra (t/ha); el eje vertical corresponde a la rentabilidad del uso de la tierra (US\$/ha). Los bosques naturales, en la parte inferior derecha, tienen grandes reservas de carbono pero baja rentabilidad. Los cultivos agrícolas, en cambio, tienen bajo carbono y alta rentabilidad. Algunos usos de la tierra, como cultivos intensivos y ganadería en este ejemplo, no representan un *tradeoff* porque ambos tienen bajo carbono y baja rentabilidad. Además, lo fundamental es que no hay usos de la tierra que representen una situación de “ganancia-ganancia” con alto contenido de carbono y altos niveles de rentabilidad, tal como lo demuestra la ausencia de ejemplos en la parte superior derecha del gráfico.

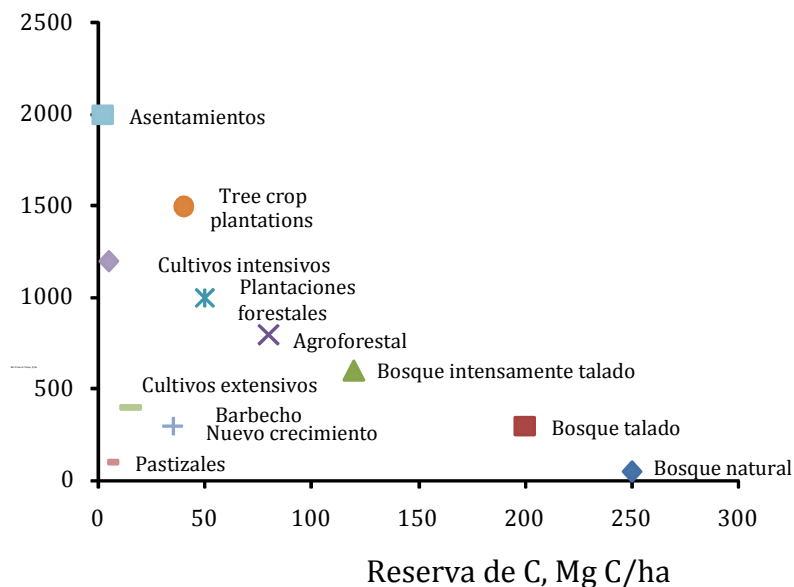


Figura 9-1 Ejemplo de tradeoff de usos de la tierra: rentabilidad VPN vs. reserva de carbono

3. Existen muchos otros *tradeoffs* relacionados con REDD, por ejemplo, entre la rentabilidad y los co-beneficios de la biodiversidad, y la rentabilidad y los co-beneficios hidrológicos.

4. sintetiza las relaciones probables, *tradeoffs* (-) o complementariedades (+), entre rentabilidad, empleo, carbono, biodiversidad y agua. Las relaciones entre el carbono, el agua y la biodiversidad no son *tradeoffs* ya que suelen ser positivas; lo mismo ocurre entre la rentabilidad y el empleo. Una cantidad mayor de cualquiera de estos productos y servicios posiblemente se vincule con una cantidad mayor de los otros. En general, los productos /servicios humanos de la rentabilidad se relacionan de manera inversa con los productos /servicios naturales del carbono, de la biodiversidad y del agua.

Tabla 9-1 Probables *tradeoffs* y complementariedades de productos y servicios de los usos de la tierra

	Empleo	Carbono	Biodiversidad	Agua
Rentabilidad	+	-	-	-
Empleo		-	-	-
Carbono			+	+
Biodiversidad				+

5. Existe un conocido *tradeoff* entre la rentabilidad y la conservación de la biodiversidad. Los esfuerzos de los productores agrícolas para incrementar la rentabilidad de los cultivos suelen disminuir la biodiversidad. En consecuencia, es posible que los productores agrícolas no deseen tolerar la diversidad vegetal y eliminen árboles y malezas para aumentar los márgenes de rentabilidad. Dichos aumentos de rentabilidad suelen ocurrir tanto en monocultivos agrícolas como en sistemas mixtos de uso de la tierra. En las explotaciones agroforestales de caucho de Indonesia, por ejemplo, la cantidad de árboles de caucho por unidad de superficie aumentó la producción de caucho. En forma simultánea, se produjo una correspondiente disminución en la cantidad de otras especies de árboles (Lawrence, 1996). Como ejemplo de casos extremos, aunque frecuentes, pueden mencionarse las situaciones donde se establecen monocultivos de cultivos agrícolas o especies arbóreas económicamente importantes.

6. A nivel de paisaje, las metas de conservación y desarrollo pueden tornarse confusas. La organización espacial de los tipos de usos de la tierra puede plantear el interrogante de cómo lograr niveles óptimos de biodiversidad dentro del paisaje. A continuación se expondrá un ejemplo representativo de esta situación. Un paisaje completo de monocultivo de palma aceitera tiene menos biodiversidad que un paisaje que contenga una

combinación de bosques de diferentes edades de especies autóctonas dentro de un mosaico de pequeñas explotaciones agrícolas.

7. Una opción de “segregación” es mantener la agricultura y los bosques completamente separados: el bosque sin intervenir (con gran biodiversidad), y producción agrícola intensiva mediante monocultivos como palma aceitera, caucho, cultivos alimenticios con alta intensidad de insumos (muy baja biodiversidad). Por el contrario, una opción de “integración” incorpora/conserva la mayor biodiversidad posible en las granjas dentro del paisaje, por ejemplo, en humedales, explotaciones agroforestales complejas de cacao, o sistemas agroforestales de múltiples estratos (incluyendo nuez de Brasil, caoba, *bactris gasipaes*, etc.).

8. La elección entre segregación o integración tiene diversas consecuencias para la biodiversidad (Tabla 9.2). Desde el punto de vista agrícola de un paisaje “segregado”, los principales beneficios de la biodiversidad se centran en la prevención o control de brotes de plagas y enfermedades junto con la polinización. Sin embargo, al mismo tiempo, los animales de los bosques pueden dañar las cosechas de cultivos.

Tabla 9-2 Beneficios de la biodiversidad: paisajes segregados versus integrados

Segregado - agricultura	Segregado – bosque natural	Paisaje segregado con Ag + Bosque	Integrado – Mosaico agroforestal
Agro-biodiversidad principalmente relevante para control de plagas y malezas	Grandes reservas deseables para mantener poblaciones viables	Las demarcaciones rígidas (cercos) reducen el conflicto pero aíslan las poblaciones y las tornan potencialmente inviables	La agro-diversidad proporciona beneficios o tiene impactos negativos relativamente escasos en las actividades humanas

Adaptado de: Williams, y otros 2001.

9. Si bien pueden existir *tradeoffs* económico-ambientales, la magnitud de las pérdidas versus las ganancias puede evidenciar oportunidades para compromisos beneficiosos e incluso tal vez óptimos. En cierta instancia, es posible lograr una ganancia sustancial con una pequeña pérdida. Estos análisis sobre las relaciones ayudan a descubrir las consecuencias de diferentes opciones en materia de políticas.

Ejercicio de análisis mediante una hoja de cálculo

10. A continuación se analizarán una serie de *tradeoffs* y complementariedades. La hoja de trabajo titulada **Tradeoffs** (en el archivo **SpreadsheetExercisesREDDplusOppCosts.xlsm**, o consulte el **Apéndice F** para verlo) es una versión simplificada que contiene cuatro usos de la tierra y que compara tres atributos de usos de la tierra: rentabilidad, carbono y empleo. El contexto de estudio es el Amazonas

Peruano. Los datos ingresados corresponden a cálculos por ha de carbono, rendimiento neto y jornada laboral por uso de la tierra. Los resultados son tres gráficos de *tradeoffs*: rentabilidad vs. carbono, rentabilidad vs. empleo y empleo vs. carbono. Si se realizan ajustes en los datos dentro de la leyenda de usos de la tierra, se modificarán los gráficos relacionados.

11. Si bien la rentabilidad y el empleo revelan una relación complementaria, ambas comparaciones de rentabilidad vs. carbono y empleo vs. carbono constituyen *tradeoffs*. Los usos agrícola y agroforestal de la tierra generan más rentabilidad y tienen menos carbono que los bosques talados y naturales. En este ejemplo la explotación agroforestal genera mayor rentabilidad y tiene mayor contenido de carbono que los usos agrícolas de la tierra. Por lo tanto, conforme a estos criterios, la agroforestación sería una mejor alternativa de política. Sin embargo, estas conclusiones generales se basan en dos criterios específicos. Existen muchos otros criterios que hacen de la agricultura un valioso uso de la tierra, como la importancia de los alimentos básicos y la capacidad de generar rentabilidad sin desfases de tiempo. (Sírvese consultar el Capítulo 6 para una explicación más completa.)

Escenarios

12. En términos simples, los escenarios son historias que guardan coherencia entre sí, que son lógicas y realistas sobre el futuro. Los escenarios pueden representar diversos futuros posibles y sus correspondientes incertidumbres. Los escenarios ayudan a tener un pensamiento amplio que considere los diversos cambios o eventos inesperados que podrían ocurrir en el futuro y evaluar sus impactos (Evans et al, 2006). Superan el enfoque denominado “prácticas habituales”, por cual es posible anticipar el futuro mediante el estudio del pasado. Por lo tanto, los escenarios pueden ayudar a los responsables de tomar decisiones a entender las posibles consecuencias de las decisiones tomadas en el presente.

13. Si bien el análisis de sensibilidad (Capítulo 7) considera los efectos de los cambios marginales sobre parámetros específicos de usos de la tierra, tanto biofísicos (ej., contenido de carbono) como económicos (ej., precio de los productos, eficiencia productiva, costo de los insumos y valor presente neto), el análisis sobre escenarios considera los cambios en conjuntos de parámetros ocasionados por cambios generales en la economía, la introducción o prohibición de usos de la tierra específicos, o normas alternativas sobre la elegibilidad de los usos de la tierra y cambios en el uso de la tierra para los pagos por mitigación. Los siguientes son algunos de los escenarios posibles:

- **Cambios significativos en los precios relativos de los productos, debido a cambios en los mercados mundiales..** Un ejemplo de dos situaciones opuestas es un escenario de incremento de precios (2008) y un escenario de caída de precios (2006). Dichos escenarios deben traducirse en una serie de parámetros de precios ajustados.

- **Cambios en los precios relativos debido a políticas nacionales o internacionales.** Por ejemplo, las políticas en materia de biocombustibles pueden modificar los precios de la palma aceitera o de la caña de azúcar.
- **Cambios en los derechos de propiedad.** La incertidumbre sobre los derechos de propiedad puede reflejarse en el análisis de VPN mediante ajustes específicos en dicho valor, por la posibilidad de que un usuario de la tierra pudiera invertir y obtener ingresos mayores en el futuro. En la zona de Sumberjaya en Indonesia, por ejemplo, los agricultores tienen pocas certezas acerca de poder beneficiarse mediante inversiones en tierras.
- **Cambios en el rendimiento de usos de la tierra alternativos, inducidos por políticas.** Las políticas pueden incentivar cambios en la tecnología e incidir de este modo en la eficiencia productiva, como en el caso del acceso a fertilizantes en África, impuestos a las exportaciones (cacao en Ghana) y subsidios (programas de subsidios para insumos agrícolas en Malawi).
- **Escenarios del mercado de carbono.** Los agricultores tienen la posibilidad de recibir una compensación por el valor del carbono de todos o algunos tipos de usos de la tierra (ej. AFOLU).
- **Diversas políticas nacionales sobre uso de la tierra y de los bosques.** Las políticas destinadas a impedir la deforestación pueden ordenar y hacer cumplir medidas de protección de ciertos tipos de suelos (ej., bosques primarios), lo cual puede reflejarse en cambios en la matriz de transición en los usos de la tierra.
- **Diversos cálculos sobre el carbono.** Una mayor precisión o la eliminación de errores sistemáticos en las mediciones del carbono (ej., LIDAR, mejoras en las ecuaciones alométricas o en los cálculos de densidad de la madera).
- **Diferentes precios del carbono.** El riesgo de permanencia puede afectar el precio del carbono y los precios del mercado pueden fluctuar.

14. Los escenarios ofrecen un pensamiento creativo sobre las fuerzas impulsoras de cambios en el uso de la tierra y su posible impacto. Los escenarios pueden crear conciencia sobre el uso actual y futuro de la tierra y servir además como una herramienta de síntesis, donde diversos tipos de conocimiento se combinan en diferentes formatos, utilizando información/métodos tanto cualitativos como cuantitativos. Por ejemplo, el conocimiento local sobre las fuerzas impulsoras de la deforestación es clave para que los escenarios sean creíbles y realistas. Los escenarios pueden además ayudar a identificar posibles amenazas, incertidumbres, conflictos y también oportunidades que se le podrían presentar a la comunidad en el futuro. Los siguientes son pasos fundamentales del análisis de escenarios:

1. Identificación de los actores involucrados (grupos de interés) y selección de participantes en el ejercicio participativo sobre escenarios.
2. Iniciar el proceso participativo de escenarios: identificación de cuestiones focales que incluyen la meta / objetivos del análisis.
3. Identificación del contexto y de las fuerzas impulsoras del cambio.
4. Desarrollo de los escenarios (argumentos)
5. Descripción del escenario, posibles causas e implicancias para los valores parámetro (cambios en C, P, o elementos de la matriz de transición de uso de la tierra)
6. Análisis de diversos escenarios
 - Derivación de la estimación de costo de oportunidad con base en diversos escenarios
 - Comparación de los resultados con el escenario de base
7. Representación cartográfica de los resultados del escenario y comparación de los resultados del mapa del caso tomado como base
8. Interpretación de los resultados e implicancias

15. Puede utilizarse una combinación de herramientas y métodos, cuantitativos y cualitativos, en cualquiera de las etapas mencionadas del desarrollo de escenarios. El proceso puede basarse en conocimiento experto o puede desarrollarse como un proceso participativo donde intervengan todos los actores. Si bien es probable que en el Nivel 1 resulte más fácil, menos costoso y más rápido trabajar con conocimiento experto de los parámetros, en el Nivel 3 podría resultar más apropiado generar modelos de escenarios más costosos y completos. En algunos casos, el mejor modo de determinar los parámetros de prioridades y su rango probable es mediante un proceso participativo. La elección de los métodos depende de cada país, teniendo en cuenta las habilidades, capacidades y recursos disponibles.

Ejercicio: los efectos de diversas normas de elegibilidad de REDD+

16. La hoja de cálculo **Eligibility filter** (Filtro de elegibilidad) expone un breve análisis sobre el modo en que las normas de REDD afectarán la elegibilidad de diversos cambios en el uso de la tierra (en **SpreadsheetExercisesREDDplusOppCosts.xlsm**). Los cambios en las celdas resaltadas en amarillo revelan los efectos de las políticas de REDD+ en 11 categorías de uso de la tierra.

17. Debido a la inexistencia de normas claras sobre REDD+, para la planificación de políticas nacionales es útil analizar su posible efecto. Si bien las discusiones apuntan a acordar que la conservación, el manejo sostenible de los bosques y el aumento de las reservas de carbono forestales se incluyan dentro de REDD+, aún resta aclarar la elegibilidad de ciertos usos de la tierra.

18. Además resta decidir si REDD+ será parte de las Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA). Si REDD+ se incluyera en las NAMA, entonces la política de REDD+

equivaldría a REDD++, AFOLU (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra) o REALU (Reducción de Emisiones de todos los Usos de la Tierra), según lo indicado en la bibliografía.

19. Por lo tanto, un acuerdo de la CMNUCC podría dar como resultado cuatro tipos de enfoques: RED, REDD, REDD+ y REALU. La implicancia o condiciones de elegibilidad bajo estas cuatro versiones puede apreciarse identificando las partes que correspondan de la matriz de cambios en la cobertura terrestre (Figura 9.2).

- RED = Reducción de emisiones de la deforestación (bruta): sólo incluye tipos de cambios de cobertura terrestre de “bosque” a “no bosque”; los detalles dependen de la definición vigente de “bosque”.
- REDD = RED + degradación (forestal), o el cambio a densidades inferiores de reserva de C dentro del bosque; los detalles dependen de la definición vigente de “bosque”.
- REDD+ = REDD, + repoblación dentro del “bosque” y establecimiento de un “bosque”; en algunos casos RED+ también incluye turberas, sin importar su estatus de bosque; aún así los detalles dependen de la definición vigente de “bosque”.
- REDD++ = REALU = AFOLU, todas las transiciones en la cobertura terrestre que afectan las reservas de C, se trate de turbera o suelo mineral, árboles fuera de bosques, explotación agroforestal, plantaciones o bosques naturales. No depende de la definición vigente de “bosque”.

20. El enfoque para determinar los costos de oportunidad de este manual podría aplicarse de modo selectivo a cualquiera de las cuatro versiones. El filtro de elegibilidad funciona de manera conjunta con la matriz de cambios en la cobertura terrestre utilizada en el cálculo de costos de oportunidad.

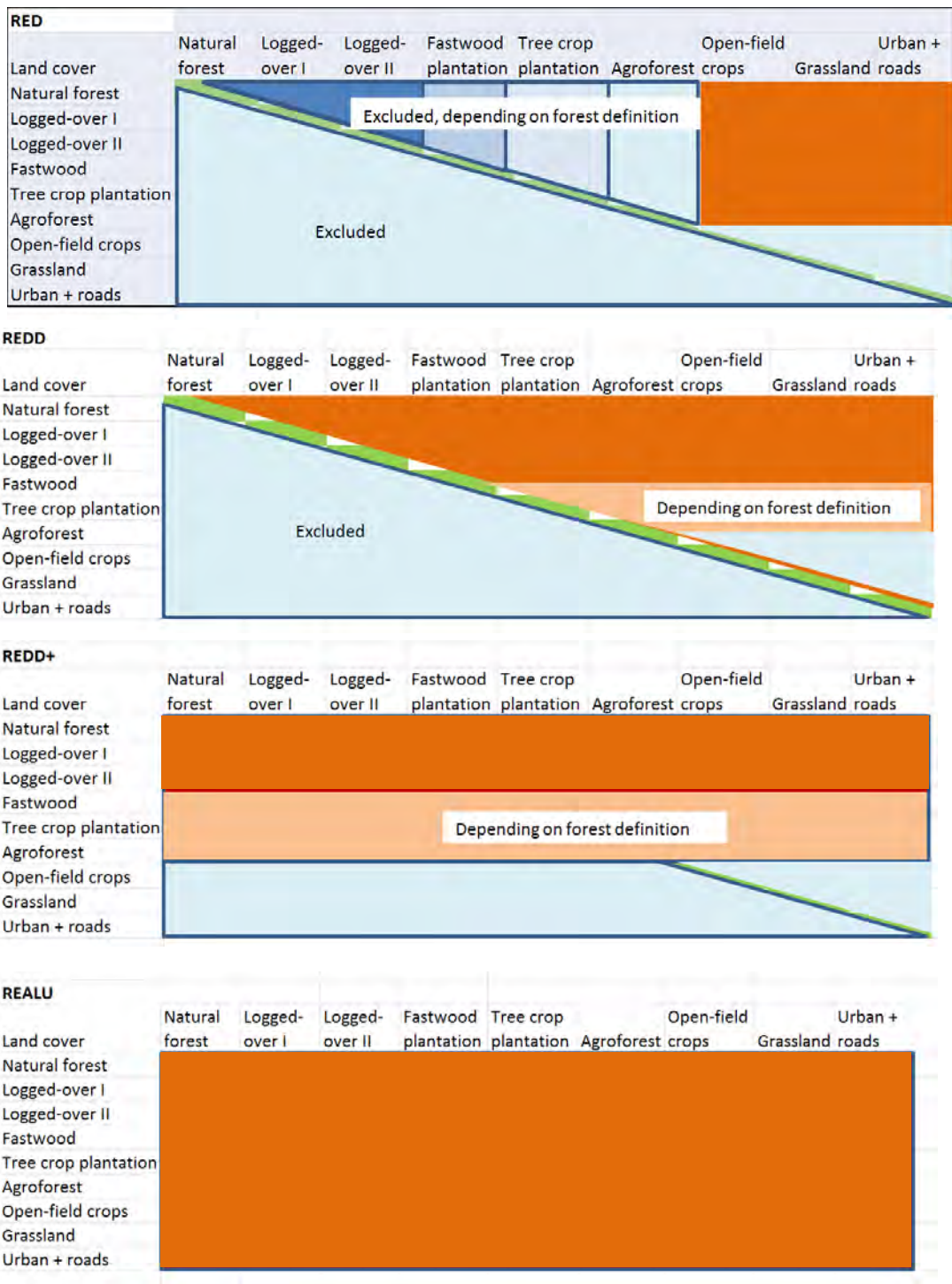


Figura 9-2 Comparaciones de cambios en el uso de la tierra elegibles según normas RED a REALU

Nota: El cambio en el uso de la tierra va desde el estado inicial en la primera columna hasta el uso de la tierra en una de las otras columnas. La elegibilidad de los cambios se indica con los colores (naranja=permitido, azul=excluido)

Referencias y lectura complementaria

Evans, K., Velarde, S.J., Prieto, R., Rao, S.N., Sertzen, S., Dávila, K., Cronkleton P. and de Jong, W. 2006. *Field guide to the future: Four ways for communities to think ahead*. E. Bennett and M. Zurek (eds.). Nairobi: Center for International Forestry Research (CIFOR), ASB, World Agroforestry Centre. p.87.
<http://www.asb.cgiar.org/ma/scenarios>

Williams, S., A. Gillison, M. van Noordwijk. 2001. Biodiversity: issues relevant to integrated natural resource management in the humid tropics. ASB Lecture Note 5. 35p. In: van Noordwijk, M., S. Williams and B. Verbist (Eds.) *Towards integrated natural resource management in the humid tropics: local action and global concerns to stabilize forest margins*. Alternatives to Slash-and-Burn: Nairobi.

Capítulo 10. Conclusiones y próximos pasos

Objetivos

- Identificar y discutir la forma de evaluar y actualizar los análisis de costo de oportunidad,
- Considerar la forma mas apropiada de comunicar los resultados,
- Presentar los próximos pasos de análisis de costo de oportunidad y de REDD+.

Contenidos

Objetivos	10-1
¿Qué es lo que revelan y lo que no revelan los costos de oportunidad?	10-2
Próximos pasos	10-4



World Bank
Institute



1. Este manual ha presentado un enfoque ascendente (bottom-up) de la estimación de los costos de oportunidad de REDD+. Los pasos incluyen:

- Análisis del cambio del uso de la tierra y la generación de matrices de cambio del uso de la tierra,
- Cálculo de reservas de carbono de los usos de la tierra promediadas en el tiempo
- Cálculo de la rentabilidad de los usos de la tierra,
- Cálculo de los costos de oportunidad y generación de curvas de costos de oportunidad
- Interpretación de curvas de costos y análisis de sensibilidad

2. Adicionalmente, el manual ha explicado cómo:

- Evaluar los co-beneficios hidrológicos y de la biodiversidad,
- Identificar y priorizar las opciones específicas de eliminación (contextos de cambio en el uso de la tierra) donde los co-beneficios pueden afectar sustancialmente las estimaciones de costo de oportunidad,
- Calcular el valor económico de los co-beneficios,
- Evaluar *tradeoffs* posibles entre el secuestro de carbono, la biodiversidad y las prioridades del agua.
- Desarrollar escenarios de desarrollo nacional futuro y caminos de conservación,
- Evaluar los efectos de diferentes reglas de idoneidad de REDD+.

3. En el presente capítulo, se explica la manera de evaluar y de actualizar las estimaciones de costos de oportunidad, de comunicar en forma efectiva los resultados y de identificar los pasos siguientes para el análisis de costo de oportunidad dentro de las iniciativas nacionales de REDD+.

¿Qué es lo que revelan y lo que no revelan los costos de oportunidad?

Los costos de oportunidad son sólo una parte de los costos de REDD+

4. Los costos de oportunidad constituyen sólo una parte de los costos de REDD+. Para muchos países, los costos de oportunidad podrían ser los mayores costos de REDD+ (ver Figura 1.1). Por ello, la obtención de un panorama general de los costos requiere calcular todos los demás costos asociados y desarrollar una curva de oferta de REDD+. No obstante, la estimación de los costos de oportunidad asociados a los cambios en el uso de la tierra descritos anteriormente constituyen un paso significativo para comprender las implicancias en materia de costos que conlleva la participación en REDD +.

El análisis es retrospectivo

5. La metodología presentada se basa en los usos reales de la tierra. Si bien es posible que estos usos de la tierra no representen en forma adecuada usos futuros de mayor valor, los cálculos de sus costos de oportunidad proporcionan una referencia inicial útil para

análisis y cálculos posteriores. La rentabilidad de los usos de la tierra depende en gran medida en la fertilidad de la tierra, las prácticas de administración y el acceso al mercado, cada uno de los cuales puede ajustarse a fin de reflejar las circunstancias futuras probables. Adicionalmente, también puede explorarse el efecto de nuevas tecnologías y de los usos de la tierra relacionados. Tal información estará disponible en la medida en que un número mayor de países calcule los costos de oportunidad. Los países pueden utilizar un tipo de información de Nivel 1 a fin de desarrollar trayectorias “nuevas” de uso de la tierra dentro de los análisis de escenario.

No se incluyen efectos de equilibrio general (o parcial)

6. El método de análisis de costo de oportunidad descrito anteriormente genera cálculos simples, manejables de los programas de REDD+ para los propietarios. No obstante, el enfoque no contempla la retroalimentación mundial de REDD+ que probablemente afecte los precios y los costos a través de un amplio espectro de usos de la tierra y de sectores económicos.

7. Como la REDD+ podría ser de largo alcance, es necesario un análisis adicional. Por ejemplo, los precios mundiales de los alimentos y de la energía podrían verse afectados a medida que el valor de la tierra aumenta. Tales vínculos intersectoriales entre la silvicultura, la agricultura y la energía (especialmente, con respecto a los biocombustibles) probablemente tengan un impacto sobre los costos de oportunidad. Si bien los modelos de equilibrio generales y parciales pueden explicar mejor dicho efecto indirecto y complejo, el método en este manual puede proporcionar primeras aproximaciones útiles a través de análisis de escenario, según los cuales se incrementan los precios de la madera y de los productos agrícolas, a fin de calcular su efecto sobre los costos de oportunidad.

Valuación cualitativa de los co-beneficios

8. Este estudio limita la valuación de los co-beneficios a medidas cualitativas dentro de un análisis de trade-offs. Potencialmente, las valuaciones sofisticadas y costosas del agua, la biodiversidad, la belleza paisajística, y otros co-beneficios, proporcionarían cálculos más precisos de los costos de oportunidad de REDD+. No obstante, los métodos para calcular cuantitativamente tales co-beneficios no están exentos de limitaciones y costos sustanciales. Las evaluaciones cualitativas de los co-beneficios pueden ayudar a los generadores de políticas a identificar áreas y usos de la tierra prioritarios para su tratamiento especial dentro de los programas de REDD+.

Próximos pasos

Actualización de un análisis de costo de oportunidad

9. Debido a que la información sobre costo de oportunidad puede ser sensible al tiempo, los análisis deberían actualizarse en forma periódica. Los equipos nacionales de análisis de

REDD+ deberían evaluar los cambios en el uso de la tierra, las tecnologías, las prácticas de administración, los cálculos de carbono, y los precios a fin de ayudar a asegurar la validez de las estimaciones de costos de oportunidad.

10. Una segunda razón para actualizar los costos de oportunidad se relaciona con la disponibilidad de métodos analíticos y de calidad de datos. Por ejemplo, los países pueden comenzar tanto en el Nivel 1, como en el 2 o en el 3. Según donde comience un país, podrán alcanzarse las actualizaciones y la precisión mejorada en forma concordante. Considere los siguientes ejemplos:

- Un país inicia un análisis de costo de oportunidad en el Nivel 1, utilizando valores por defecto y herramientas simples. Es probable que las incertezas de los cálculos sean mucho mayores, y que se requiera la recolección de más datos con el transcurso del tiempo para mejorar el nivel de precisión. Probablemente este sea el caso de la mayoría de los países en vías de desarrollo con datos escasos dentro del FCPF y del programa UN-REDD+.
- Un país comienza a calcular los costos de oportunidad utilizando una combinación de valores por defecto y datos representativos del área/país en cuestión, alcanzando con ello el Nivel 2. Tales países necesitarán continuar con la recolección de datos de campo a fin de mejorar la precisión y desarrollar modelos para alcanzar el Nivel 3.
- Un país más desarrollado calcula los costos de oportunidad en el Nivel 3 utilizando conjuntos de datos completos y detallados. Tales países todavía necesitarán actualizar los cálculos utilizando precios actualizados, cambios en el uso de la tierra y cambios de políticas.

11. Se plantea la siguiente pregunta: *¿en qué momento o con qué frecuencia deberían actualizarse los costos de oportunidad?* Una respuesta rápida sería que depende de la medida del cambio dentro del contexto de análisis (es decir, un paisaje o un país). Si bien es ciertos sectores probablemente apoyen las actualizaciones regulares, los gastos relacionados podrían ser prohibitivos. Además, tal procedimiento también podría conducir a revisiones de un único subgrupo de datos requeridos (por ejemplo, el uso de la tierra, el carbón, la rentabilidad). La mezcla de la información nueva y la más antigua podría volver tendenciosa la comparación de las estimaciones de costos de oportunidad. Por ello, las actualizaciones deberían ser más amplias.

12. La política de REDD+ y/o los mercados de carbono pueden recompensar o incluso solicitar actualizaciones de los factores que impulsan la deforestación y las estimaciones de costos de oportunidad. Tales análisis actualizados podrían ayudar a identificar las presiones sobre las áreas forestales potencialmente preocupantes, tales como aquellas donde los costos de oportunidad se vuelven significativamente más elevados. Estas áreas pueden requerir medidas políticas adicionales a fin de asegurar el cumplimiento.

Comunicación del resultado del análisis de costo de oportunidad

13. La comunicación efectiva de las tácticas puede ayudar a asegurar las estimaciones de costos de oportunidad dentro de la política y del área de adopción de decisiones. Debido a que los métodos analíticos e incluso el concepto de costos de oportunidad en sí mismo puede ser difícil de comprender, es posible que ciertos enfoques en particular dentro de una variedad de opciones, sean más efectivos. Tales opciones incluyen:

1. Redactar, imprimir y dar a conocer un resumen ejecutivo de un informe de costo de oportunidad;
2. Sintetizar el estudio en un resumen de la política, que se publique y se distribuya ampliamente;
3. Presentar resultados en diferentes foros de ciencia-política y multilaterales;
4. Dar a conocer los resultados y sus implicancias potenciales a los medios de comunicación populares (periódicos, revistas comerciales, radio, televisión)
5. Involucrar a los generadores de políticas en el análisis de costo de oportunidad. (Dentro de un contexto de Nivel 3, los enfoques de modelado de varios escenarios políticos pueden explorarse en colaboración. Para el enfoque de Nivel 1 o de Nivel 2, las demostraciones y las revisiones de los resultados analíticos mejoran la comprensión mutua y ayudan a identificar políticas prioritarias a desarrollar e implementar.)

14. En el proceso de comunicación, es importante identificar y abordar las preguntas clave, tales como:

- a. ¿Quiénes son los probables beneficiados y perjudicados con REDD+?
- b. ¿Cuán altos son los demás costos de REDD+? ¿Cómo difieren dentro del país y por cambio en el uso de la tierra?
- c. ¿A qué precio podría evitarse la mayoría de la deforestación en el área?
- d. ¿Qué áreas y usos de la tierra se verán más/menos afectados por REDD+?
- e. ¿Qué aspectos del medio ambiente o de la economía probablemente sufrirán un impacto mayor a raíz de REDD+?
- f. ¿Afectará REDD+ la producción de alimentos y de fibra a nivel nacional?
- g. ¿Cuál es el nivel de incrementos de productividad que debe alcanzarse para compensar la producción a la que se ha renunciado por no expandir el área cultivada?
- h. ¿Qué políticas nacionales se necesitan para alcanzar niveles de emisión de referencia en el futuro?

15. La comunicación de los resultados y la consideración de las implicancias pueden ayudar a los generadores de políticas y al público a comprender los beneficios potenciales y los costos de la participación en REDD+. La devolución de los involucrados también puede mejorar la exactitud, la precisión y la relevancia de los resultados.

Estimación de los costos de oportunidad de REDD+ Manual de capacitación

Versión 1.4

Capítulo 11. Anexos

Contenido

A. Glosario	2
B. Capacidades requeridas para un sistema nacional de monitoreo de emisiones.....	8
C. Ecuaciones alométricas	11
D. Pasos para calcular el tiempo medio de la reserva de carbono: de la parcela al uso de la tierra	13
E. Métodos para calcular el valor económico de la biodiversidad	15
F. Ejemplos de hojas de cálculo	19
G. Ejemplo de análisis utilizando REDD Abacus	22



A. Glosario

Definiciones de términos y palabras importantes:

Biomasa aérea. Biomasa sobre la superficie de la tierra: árboles y otro tipo de vegetación.

Perspectiva de contabilización. La perspectiva conforme a la cual se calculan los costos y los beneficios. Las perspectivas de contabilización más frecuentes para analizar las iniciativas de REDD+ son: un país en su totalidad, grupos individuales dentro de un país, el gobierno y la comunidad global.

Adicionalidad. La reducción de emisiones de fuentes o el aumento de la remoción de carbono por parte de los sumideros, atribuible a una actividad de un proyecto/programa. (Modificado de Cambio Climático 2001: Mitigación. http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg3/454.htm).

Ecuación alométrica. Parámetro de medición o ecuación que relaciona la biomasa de los árboles (o propiedades similares) con el diámetro del tronco y/o la altura del árbol.

Tabla de atributos. Una base de datos o archivo en forma de tabla con información relacionada con características determinadas mostradas en un mapa; pueden referirse a puntos, líneas o polígonos en un SIG vectorial o en cuadrículas en un SIG ráster. Sistema de referencia basado en una malla cuadrada, que se utiliza reglamentariamente en la cartografía oficial de un país.

Área basal. El área de la sección transversal del tronco de un árbol en cm^2 incluyendo la corteza, comúnmente medida a la altura del pecho ($3,14 \times \text{radio}^2$)

Línea de base. Un escenario de referencia, la base para una comparación, respecto de la cual se mide un cambio en la reserva de carbono/en la emisión o secuestro de gases de efecto invernadero (Informe Especial del IPCC sobre Uso de la tierra, Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura. <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/srl-en.pdf>).

Biomasa subterránea Biomasa ubicada debajo de la superficie del suelo: raíces de plantas y biota del suelo.

Biomasa. La masa total de organismos vivos incluyendo plantas y animales de un área determinada usualmente expresada como peso seco en g m^{-2} o kg ha^{-1} . Materia orgánica que consiste en organismos vivos (especialmente los que se consideran combustible) excluyendo la turba o que se originó recientemente a partir de dichos organismos. Incluye los productos, subproductos y desechos generados a partir de dicho material.

Para la mayor parte de las investigaciones ecológicas y a los fines del presente manual, "biomasa" es un atributo de la vegetación que se refiere al peso de material vegetal dentro de un área determinada. Otro término comúnmente utilizado para referirse a la biomasa es "producción", que se refiere a la cantidad de vegetación que se produce en un área.

Capital. También conocido como capital financiero. Dinero y ahorros.

Balance de carbono. El saldo de los intercambios de carbono entre los reservorios de carbono o dentro de un circuito específico (ej., atmósfera –biósfera) del ciclo del carbono.

Dióxido de carbono equivalente. Una medida utilizada para comparar diferentes gases de efecto invernadero con base en su aporte al forzamiento radiactivo. La CMNUCC (2005) utiliza potenciales de calentamiento global (GWP, por su sigla en inglés) como factores para calcular el dióxido de carbono equivalente.

Reserva de carbono. El total del carbono almacenado (cantidad absoluta) en ecosistemas terrestres en un momento específico como biomasa de plantas vivas o muertas (aérea y subterránea), junto con cantidades generalmente insignificantes como biomasa animal. Las unidades utilizadas son Mg ha^{-1} .

Reservorio de carbono. Un reservorio o subsistema que tiene la capacidad de acumular o liberar carbono. Algunos ejemplos de reservorios de carbono son la biomasa forestal, los productos de la madera, los suelos y la atmósfera. Se utilizan unidades de masa (kg ha^{-1} o Mg ha^{-1}). Reservorio, depósito o almacenamiento son conceptos equiparables para los fines de este documento. Depósito de carbono es una cantidad acumulada a través del tiempo. Sumidero de carbono es una tasa de captura expresada por unidad de tiempo (Russo, 2002). En términos genéricos, el depósito o almacenamiento de Carbono (t C/ha) en bosques primarios puede ser de 60 a 230 t C/ha , mientras que en bosques secundarios puede ser de 25 a 190 (Kanninen, 2000 con datos de Brown y Lugo, 1992 y Brown et al. 1989).

Secuestro de carbono. El proceso de aumentar el contenido de carbono de un reservorio de carbono distinto de la atmósfera.

Carbón. Residuo negro, poroso, que consiste en carbono impuro (aprox. 85-90% de C) que se obtiene al eliminar el agua y otros componentes volátiles de sustancias animales y vegetales. Se suele producir calentando madera en ausencia (o a bajos niveles) de oxígeno.

Sistema de clasificación. Un parámetro para ordenar objetos en grupos, denominados clases, en base a sus características. Las clasificaciones se basan en criterios utilizados para distinguir clases y la relación entre las mismas. La definición de los límites de las clases debe ser clara, precisa, cuantificable y basada en criterios objetivos (Manual de LCCS de la FAO, 2000).

Datos específicos del país. Datos sobre actividades o emisiones basados en investigaciones realizadas en sitios ubicados en el país o bien en otro lugar representativo de dicho país.

Tasa de descuento. Una tasa que refleja una preferencia de tiempo conforme a la cual el valor de rentabilidad futura se reduce en un análisis que abarca múltiples periodos.

Emisiones. La liberación de gases de efecto invernadero y/o sus precursores en la atmósfera sobre un área y en un periodo de tiempo determinados (CMNUCC Artículo 1.4).

Presupuesto empresarial. La contabilización detallada de ingresos y gastos relacionados con una actividad comercial (ej. uso de la tierra).

Buena Práctica. Una serie de procedimientos que tienen por finalidad asegurar que los inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) sean precisos en el sentido de que no contengan en forma sistemática estimaciones por encima o por debajo de los niveles reales dentro de lo que es posible medir, y que las incertidumbres se cuantifiquen y reduzcan dentro de lo posible. *Buena Práctica* incluye los métodos de estimación adecuados para circunstancias nacionales, garantía de calidad y control de calidad a nivel nacional, cuantificación de incertidumbres y archivo y divulgación de datos para promover la transparencia.

Verificación de campo. Un término de teledetección que se refiere a las condiciones reales de la superficie terrestre determinadas mediante visitas al campo.

Cobertura terrestre. La clasificación de la superficie biofísica de la superficie terrestre, que abarca la vegetación, los suelos, las rocas, cuerpos de agua y áreas construidas por los humanos.

Uso de la tierra (LU, por su sigla en inglés). La clasificación de actividades humanas, ocupación y asentamientos en la superficie del terreno; por ej. cultivos anuales, cultivos arbóreos, plantaciones, área urbana, zona de conservación, etc.

Leyenda del uso de la tierra. La explicación de las características de un sistema de clasificación que aparecen en un mapa, donde cada clase se expresa con diferentes colores, tramas o descripciones. En este manual, las clases y las subclases de una leyenda de la cubierta terrestre corresponden con usos de la tierra (LU).

Sistema de clasificación del uso de la tierra. Un sistema para organizar los usos de la tierra según las características que los diferencian y los hacen únicos (bosques, agricultura, pasturas, urbano, etc)

Sistema del uso de la tierra (LUS, por su sigla en inglés). Características e interacciones dinámicas en actividades que se extienden en espacio y tiempo en la superficie terrestre. La palabra *sistema* se refiere a cambios cíclicos secuenciales que son parte de un uso de la tierra, como la rotación de cultivo/barbecho en sistemas de migración de cultivos. Para simplificar, en el manual se utiliza el término *uso de la tierra*.

Paisaje. Un área no definida de terreno. Una porción de tierra o territorio que el ojo puede abarcar en una sola mirada, incluyendo todos los objetos que contiene.

Desplazamiento. Cambios en las emisiones y eliminación de gases de efecto invernadero fuera del sistema de contabilización como resultado de actividades que ocasionan cambios dentro de los límites del sistema de contabilización. Hay cuatro tipos de fugas: desplazamiento de actividades, desplazamiento de la demanda, desplazamiento de la oferta y desplazamiento de la inversión. Cuando ocurre una fuga, el sistema de contabilización no podrá ofrecer una evaluación completa de los verdaderos cambios globales inducidos por la actividad. (Informe Especial del IPCC sobre Uso de la tierra, Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura. <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/srl-en.pdf>)

Unidad mínima de mapeo (UMM). El área o unidad homogénea más pequeña que puede distinguirse a partir de datos de reconocimiento a distancia y del mapa asociado. La UMM

depende de la resolución de la imagen. Una mayor resolución de imagen posibilita que las UMM sean más pequeñas y precisas.

Unidad mixta de mapeo. Una unidad de mapeo que representa una combinación de unidades de LUS. Debido a una resolución espacial insuficiente, las unidades se combinan en una clase que representa dos o más cubiertas terrestres o usos de la tierra.

Mortalidad/ Mortalidad de los árboles. Árboles muertos por unidad de superficie.

Necromasa o Materia orgánica muerta. El peso de los organismos muertos, generalmente expresado como g m^{-2} o kg ha^{-1} . La necromasa consiste principalmente en desechos vegetales. Suele encontrarse en la superficie del suelo o en el suelo, pero puede tomar la forma de materia muerta en pie o adherida. El desfase o la demora en la respuesta a los cambios climáticos rápidos por parte de los ecosistemas forestales pueden determinarse en gran medida mediante la diferencia entre la regeneración forestal (natalidad forestal) y la mortalidad forestal. Los incrementos anuales de la necromasa son el resultado de la mortalidad de árboles individuales dentro de rodales y de acontecimientos disruptivos y de extinción paulatina de mayor escala (incendios, plagas, infestaciones por enfermedades, derribamientos por el viento). Una porción significativa de las reservas de carbono que comprenden reservas de carbono terrestre de comunidades forestales y no forestales se encuentra en forma de necromasa.

Valor presente neto (VPN). El valor presente de los flujos de caja netos futuros de una inversión menos la inversión inicial.

Rendimiento neto. Ver rentabilidad.

Materia orgánica (o material orgánico). Materia originada por un organismo que en su momento estuvo vivo; es capaz de descomponerse o es el producto de la descomposición o está conformada por compuestos orgánicos.

Turbera. Turbera es la tierra rica en restos vegetales parcialmente en descomposición, con C orgánico $>18\%$ y grosor >50 cm. La turbera es característica de los humedales en todo el mundo. La turba tropical tiene un espesor de 1 a 7 m y en ciertos lugares puede alcanzar los 20 m de espesor. El musgo, el pasto, las malas hierbas, los arbustos y los árboles pueden contribuir a la formación de restos orgánicos, incluyendo troncos, hojas, flores, semillas, frutos secos, piñas, raíces, corteza y madera. La turba se forma en los humedales o en las turberas, también llamados ciénagas, llanuras anegadizas, mallines, bodonales y pantanos. Con el tiempo, la acumulación de turba crea una o más capas de sustrato, incide en las condiciones del agua subterránea y modifica la morfología de la superficie del humedal.

Permanencia. La longevidad de un reservorio de carbono y la estabilidad de sus reservas, dados el manejo y el entorno disruptivo en el que ocurre. <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/srl-en.pdf>

Rentabilidad. Rendimiento neto, o ingresos menos costos.

SIG ráster. Representa la superficie terrestre como una cuadrícula de área uniforme, donde cada celda contiene información sobre características de su área geográfica

correspondiente; es útil en el caso de datos continuos como imágenes satelitales o superficies orográficas y climáticas.

Remociones. Remoción de gases de efecto invernadero y/o sus precursores desde la atmósfera hacia o mediante un sumidero. La notación utilizada en las etapas finales de los informes es el signo positivo (-).

Renta. También denominada renta económica o superávit del productor. El valor que los productores obtienen cuando el precio real supera el precio mínimo que los vendedores están dispuestos a aceptar. En el contexto de REDD+, la renta es la diferencia entre el precio internacional del carbono y los costos de REDD+.

Resolución. Ver espectral y espacial.

Sumidero. Cualquier proceso, actividad o mecanismo que remueve un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera. (CMNUCC Artículo 1.8).. Cuando se habla de fijación de carbono, es importante tener claro el concepto de depósito que es una cantidad acumulada a través del tiempo y el de sumidero que es una tasa de captura expresada por unidad de tiempo (Russo, 2002).

Materia orgánica del suelo (MOS). Es la masa de materia orgánica del suelo en una unidad de masa seca de suelo. Suele expresarse en % del peso.

Carbono orgánico del suelo. Masa de carbono en una unidad de peso seco de suelo, comúnmente expresado en % del peso. Salvo que se lo mida en forma directa, se considera que el carbono orgánico del suelo es 1/1,724.

Densidad aparente del suelo. Masa de suelo anhidra en una unidad de volumen de suelo aparente (incluyendo los volúmenes de suelo sólido y poros del suelo).

Fuente. Cualquier proceso o actividad que libera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero a la atmósfera (CMNUCC Artículo 1.9). La notación utilizada en las etapas finales de los informes es el signo positivo (+).

Resolución espectral. Se refiere a la capacidad de los sistemas de reconocimiento aéreos o satelitales a distancia para detectar características de la superficie en un rango del espectro electromagnético. Una elevada resolución espectral generalmente mejora la capacidad de caracterizar la superficie.

Firma espectral. El modo propio en que un tipo determinado de cubierta terrestre refleja y absorbe la luz.

Resolución espacial. El tamaño de los píxeles o celdas de una cuadrícula que representan áreas en la superficie terrestre. Una elevada resolución espacial permite la identificación de objetos más detallados en la superficie.

Hojarasca en reposo. El peso de la hojarasca en un momento determinado. Suele referirse a la cantidad de hojarasca hallada en la superficie del suelo.

Sotobosque. Las plantas que crecen debajo de la cubierta formada por otras plantas, en particular la vegetación herbácea y arbustiva debajo de una cubierta de árboles.

SIG vectorial. Representa características geográficas en mapas digitales en forma de puntos, líneas o polígonos.

Densidad de la madera. La densidad de la madera es el peso anhidro de un volumen determinado de madera, comúnmente expresado como kg dm^{-3} .

Humedal. Superficie terrestre donde el exceso de humedad es el factor predominante que determina la naturaleza del desarrollo del suelo.

B. Capacidades requeridas para un sistema nacional de monitoreo de emisiones

Tabla 11-1 Capacidades requeridas por fase

Fase	Requisito	Capacidades
Planificación y diseño	1. Sistema de monitoreo forestal como parte de una estrategia nacional de implementación REDD +	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del proceso internacional de la CMNUCC sobre REDD+ y la orientación para el monitoreo y la implementación • Conocimiento de la estrategia nacional de implementación y los objetivos para REDD+
	2. Evaluación del marco y de las capacidades existentes de monitoreo nacional del carbono de los bosques e identificación de las deficiencias en fuentes de datos existentes	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de la orientación para la evaluación y la generación de informes provista en la <i>Guía de Buenas Prácticas (Good Practice Guide)</i> del IPCC y de cualquier otra orientación relevante conforme a la Convención • Síntesis de informes previos nacionales e internacionales, de existir (es decir, comunicaciones nacionales y la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas - Evaluación de los Recursos Forestales) • Especialización en la estimación de las reservas de carbono terrestres y cambios relacionados inducidos por el hombre; y enfoques de monitoreo • Especialización para estimar la utilidad y fiabilidad de las capacidades, las fuentes de datos y la información existentes
	3. Diseño de un sistema de monitoreo de carbono de los bosques regido por los requisitos de generación de informes de la CMNUCC, con objetivos de monitoreo futuro y por períodos históricos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento detallado de la aplicación de metodologías de la <i>Guía de Buenas Prácticas (Good Practice Guide)</i> IPCC y de cualquier otra orientación relevante conforme a la Convención • Acuerdo sobre las definiciones, las unidades de referencia y las variables y el marco de monitoreo • Marco institucional con especificación de roles y responsabilidades • Desarrollo de capacidades y planificación de mejoramientos a largo plazo • Estimación de costos para establecer y reforzar el marco institucional, el desarrollo de capacidades, y la planificación real de operaciones y presupuestos
Recopilación de datos y monitoreo	4. Evaluación de cambios en las áreas forestales (datos de la actividad)	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión, consolidación e integración de datos e información existentes • Comprensión de los motivos y factores que provocan la deforestación, y prácticas de administración • Si los registros históricos de datos no son suficientes, especialmente con el uso de la teledetección, se requieren las siguientes capacidades: <ul style="list-style-type: none"> - Pericia y recursos humanos para acceder, procesar e interpretar imágenes de teledetección en diversas fechas para los cambios en áreas forestales - Recursos técnicos (hardware/software, Internet, bases de datos de imágenes) - Enfoques para el manejo de desafíos técnicos (es decir, cobertura

- nubosa, datos insuficientes)
5. Cambios en las reservas de carbono (factores de emisión)
- Comprensión de los procesos inducidos por el hombre que influyen en las reservas de carbono terrestres
 - Consolidación e integración de observaciones e información existentes, es decir, inventarios forestales nacionales o parcelas de muestra permanentes que incluyan:
 - Cobertura nacional y estratificación de los bosques por la densidad de carbono y amenazas de cambio
 - Conversión a reservas de carbono y cálculos de los cambios en las reservas de carbono
 - Especialización técnica y recursos para monitorear los cambios en las reservas de carbono, incluyendo:
 - Recopilación *in situ* de datos de todos los parámetros requeridos y procesamiento de datos
 - Recursos humanos y equipos para realizar trabajos de campo (vehículos, mapas de escala apropiada, sistema de posicionamiento global, unidades de medición)
 - Inventario nacional y muestreo (muestra de diseño, configuración de parcelas)
 - Inventario detallado de las áreas con cambios forestales o acción de REDD+.
 - Uso de teledetección (estratificación, cálculo de biomasa)
 - Cálculo a un nivel IPCC suficiente para:
 - El cálculo de los cambios en la reserva de carbono debidos a cambios en el uso de la tierra
 - El cálculo de cambios en el suelo forestal que permanece en el suelo forestal
 - La consideración del impacto en cinco reservorios de carbono diferentes
6. Emisiones de la quema de la biomasa
- Comprensión del sistema nacional antiincendios y de las emisiones relacionadas de diferentes gases de efecto invernadero
 - Comprensión de las prácticas de cultivo de tala y quema, y conocimiento de las áreas donde se practican en la actualidad
 - Capacidades de monitoreo de incendios para calcular las áreas afectadas por incendios causados por el hombre y factores de emisión asociados
 - Uso de datos y productos satelitales para incendios activos y áreas incendiadas
 - Mediciones continuas *in situ* (en particular, factores de emisión)
 - Separación de incendios que conducen a la deforestación y a la degradación
7. Evaluación de la precisión de los datos de actividades y análisis de incertidumbres de factores de emisión
- Comprensión de las fuentes de error e incertidumbre en el proceso de evaluación de los datos de la actividad y factores de emisión, y cómo se propagan los errores
 - Conocimiento de la aplicación de los mejores esfuerzos mediante el uso de diseños apropiados, técnicas precisas de procesamiento de recopilación de datos, e interpretación y análisis de datos coherente y transparente
 - Especialización en la aplicación de métodos estadísticos para cuantificar, informar y analizar incertidumbres para toda la información relevante (es decir, cambio de área, cambio en las reservas de carbono,

Análisis de datos	<p>8. Sistema nacional de información sobre los gases de efecto invernadero</p> <p>9. Análisis de impulsores y factores que generan cambios forestales</p>	<p>etc.) empleando —idealmente— una muestra de mejor calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de las técnicas para recopilar, almacenar, archivar y analizar datos sobre bosques y otros datos, con énfasis en las emisiones de carbono y eliminaciones por cambios en el área forestal • Infraestructura de datos, tecnología de la información (hardware/software apropiados) y recursos humanos para mantener e intercambiar datos y control de calidad • Procedimientos de acceso a datos (explícitos espacialmente) para presentar la información en forma transparente • Comprensión y disponibilidad de datos para procesos espaciales-temporales que afectan los cambios forestales, impulsores socio-económicos, factores espaciales, prácticas de administración forestal y prácticas de usos de la tierra, y planificación espacial • Especialización en análisis espacial y temporal, y uso de herramientas de modelado
Niveles de emisión de referencia	<p>10. Definición de niveles de emisión de referencia regularmente actualizados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Datos y conocimiento de procesos relacionados con REDD+, emisiones asociadas de gases de efecto invernadero, impulsores y desarrollos futuros esperados • Especialización en análisis espacial y temporal, y herramientas de modelado • Especificaciones para un marco nacional de implementación de REDD+
Informes	<p>11. Informes y verificación nacionales e internacionales</p>	<p>Consideración de incertidumbres y comprensión de procedimientos para revisión y verificación independiente internacional</p>

Fuente: UNFCCC, 2009.

C. Ecuaciones alométricas

Tabla 11-2 Ecuaciones alométricas tropicales

Nota: AB= área basal

Clasificación general	Especies	Ecuación grupal	Fuente	Datos provenientes de	DAP máx.
Seco (precipitaciones 900-1500mm)	General	Biomasa = 0,2035 x dap ^{2.3196}	Brown (no publicado)		63cm
Seco (precipitaciones < 900mm)	General	Biomasa = 10 ^(-0.535+log10área basal)	Brown (1997)	México	30cm
Húmedo (precipitaciones 1500-4000mm)	General	Biomasa = exp(-2,289+2,649 x ln dap-0,021 x ln dap ²)	Brown (1997, actualizado)		148cm
Muy húmedo (precipitaciones > 4000mm)		Biomasa = 21,297 - 6,953 x dap + 0,740 x dap ²	Brown (1997)		112cm
Cecropia	Especies de <i>Cecropia</i>	Biomasa = 12,764 + 0,2588 x dap ^{2.0515}	Winrock	Bolivia	40cm
Palmas	Palmas (<i>motacu</i>)	Biomasa = 23,487 + 41,851 x (ln(altura)) ²	Winrock	Bolivia	11m height
Lianas	Lianas	Biomasa = exp(0,12+0,91 x log(AB a dap))	Putz (1983)	Venezuela	12cm

Fuente: Pearson, y otros, 2005.

Tabla 11-3 Ecuaciones alométricas de explotación forestal

Nota: AB = área basal.

Clasificación general	Especies	Ecuación grupal	Fuente	Datos provenientes de	DAP máx.
Árboles de sombra explotación forestal	Todas	$\text{Log}_{10}\text{Biomasa} = -0,834 + 2,223 (\text{log}_{10}\text{dap})$	Segura y otros	Nicaragua	44cm
Árboles de sombra explotación forestal	<i>Inga spp.</i>	$\text{Log}_{10}\text{Biomasa} = -0,889 + 2,317 (\text{log}_{10}\text{dap})$	Segura y otros	Nicaragua	44cm
Árboles de sombra explotación forestal	<i>Inga punctata</i>	$\text{Log}_{10}\text{Biomasa} = -0,559 + 2,067 (\text{log}_{10}\text{dap})$	Segura y otros	Nicaragua	44cm
Árboles de sombra explotación forestal	<i>Inga tonduzzi</i>	$\text{Log}_{10}\text{Biomasa} = -0,936 + 2,348 (\text{log}_{10}\text{dap})$	Segura y otros	Nicaragua	44cm
Explotación forestal	<i>Juglans olanchama</i>	$\text{Log}_{10}\text{Biomasa} = -1,417 + 2,755 (\text{log}_{10}\text{dap})$	Segura y otros	Nicaragua	44cm
Árboles de sombra explotación forestal	<i>Cordia alliodora</i>	$\text{Log}_{10}\text{Biomasa} = -0,755 + 2,072 (\text{log}_{10}\text{dap})$	Segura y otros	Nicaragua	44cm
Cultivos bajo sombra	<i>Coffea arabica</i>	$\text{Biomasa} = \exp(-2,719 + 1,991 (\ln(\text{dap}))) (\text{log}_{10}\text{dap})$	Segura y otros	Nicaragua	8cm
Café podado	<i>Coffea arabica</i>	$\text{Biomasa} = 0,281 \times \text{dap}^{2,06}$	van Noordwijk y otros (2002)	Java, Indonesia	10cm
Banana	<i>Musa X paradisiaca</i>	$\text{Biomasa} = 0,030 \times \text{dap}^{2,13}$	van Noordwijk y otros (2002)	Java, Indonesia	28cm
Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	$\text{Biomasa} = 0,97 + 0,078 \times \text{AB} - 0,00094 \times \text{AB}^2 + 0,0000065 \times \text{AB}^3$	Schroth y otros (2002)	Zona amazónica	2-12cm
Árboles del caucho	<i>Hevea brasiliensis</i>	$\text{Biomasa} = -3,84 + 0,528 \times \text{AB} + 0,001 \times \text{AB}^2$	Schroth y otros (2002)	Zona amazónica	6-20cm
Naranjos	<i>Citrus sinensis</i>	$\text{Biomasa} = -6,64 + 0,279 \times \text{AB} + 0,000514 \times \text{AB}^2$	Schroth y otros (2002)	Zona amazónica	8-17cm
Nuez del Brasil	<i>Bertholletia excelsa</i>	$\text{Biomasa} = -18,1 + 0,663 \times \text{AB} - 0,000384 \times \text{AB}^2$	Schroth y otros (2002)	Zona amazónica	8-26cm

Fuente: Pearson, y otros, 2005.

D. Pasos para calcular el tiempo medio de la reserva de carbono: de la parcela al uso de la tierra

Resultado principal: Reserva de C promediada en el tiempo para el uso de la tierra (Mg ha^{-1}).

Para sistemas de monocultivo

Seleccionar parcelas con edades diferentes de árboles.

- **Nivel de los árboles:** Medir los árboles siguiendo el protocolo/los métodos de muestreo en Hairah et al, 2010. Calcular la biomasa de los árboles usando la ecuación alométrica correcta por especie, si es posible, utilizando los criterios descritos en este módulo.
Resultado 1: Biomasa por árbol (Kg), extrapolar a Mg C ha^{-1}
Resultado 2: Biomasa de la raíz calculada usando el valor predeterminado de 4:1 (relación brote/raíz)
Resultado 3: C biomasa (Resultado 1 + Resultado 2) $\times 0,46 = C$ (Mg C ha^{-1})
- **Nivel de parcela:** Medir la necromasa y la materia orgánica del suelo como se explica en Hairah et al, 2010.
Resultado 4: C Necromasa (Mg ha^{-1}) $\times 0,46 = C$ (Mg C ha^{-1})
Resultado 5: C Materia orgánica del suelo (Mg ha^{-1}) $\times 0,47 = C$ (Mg C ha^{-1})
- Sumar los resultados 3, 4 y 5 para calcular la reserva de C total por hectárea. (Mg ha^{-1})
- **Uso de la tierra:** Desarrollar la ecuación de reserva de C total para el monocultivo por ciclo de vida (ver el Figura 2-1). Averiguar el valor de la reserva de C media. Esta es la reserva reserva de C promediada en el tiempo para la especie (en el monocultivo).

Para una plantación de caoba

Ejemplo: 20 árboles de caoba de diferentes edades (5, 15, 25 y 30 años) se encuentran en una parcela de 200m^2 de uso de la tierra tipo A. El agricultor informó que la caoba se tala cuando tiene una edad aproximada de 50 años. ¿Cuál es la reserva de C promediada en el tiempo para la caoba en este caso?

Paso 1. Usar la ecuación alométrica más apropiada para la caoba y calcular la biomasa (Mg ha^{-1}) para cada árbol.

Paso 2. Transformar la biomasa en C total multiplicándola por 0,46. Calcular el valor por hectárea.

Paso 3. Agregar las estimaciones de necromasa y de materia orgánica del suelo a la biomasa por hectárea. Transformarlas en C total multiplicándolas por 0,46.

Paso 4. Calcular el C total por edad (biomasa, necromasa y materia orgánica del suelo).

Paso 5. Calcular la curva de regresión del C total para el sistema de monocultivo de caoba-como se ilustra en el Figura 11.1. Obsérvese que incluye biomasa, necromasa y la materia orgánica del suelo para cada grupo de edad.

Paso 6. Si los árboles se talasen a la edad de 50 años, como indicó el agricultor, se considera el valor medio del total de C calculado con la ecuación a la edad de 25 años como la reserva de carbono promediada en el tiempo para este monocultivo. Este valor es de aproximadamente 150 Mg C ha^{-1} .

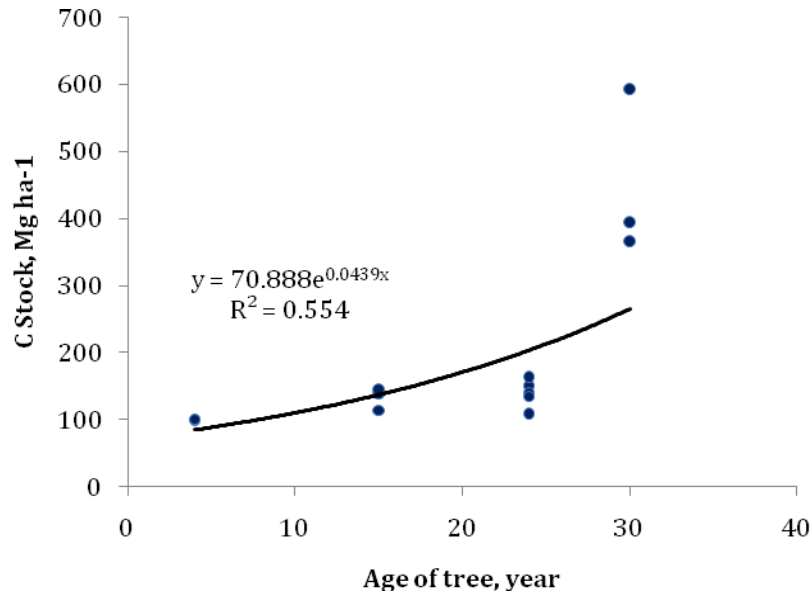


Figura 11-1 Cambios de la reserva de carbono en un sistema de monocultivo de caoba, Java Oriental.

Para sistemas mixtos tales como explotación forestal

Seleccionar parcelas de diferentes fases dentro del mismo uso de la tierra después de la conversión forestal.

Nivel de los árboles: Medir todos los árboles dentro de la parcela de muestra siguiendo el protocolo/los métodos de muestreo de Hairah et al, 2010. Calcular la biomasa de los árboles usando la ecuación alométrica correcta por especie, si es posible.

Resultado 1: Biomasa por árbol (Kg por árbol), extrapolar a (Kg ha⁻¹)

Resultado 2: Biomasa de la raíz calculada usando el valor predeterminado de 4:1 (relación brote/raíz), (Kg ha⁻¹)

Resultado 3: biomasa C (Resultado 1 + Resultado 2) x 0,46 = C (Mg C ha⁻¹)

- **Nivel de parcela:** Medir la necromasa y la materia orgánica del suelo como se explica en Hairah et al, 2010.

Resultado 4: Necromasa C (Mg ha⁻¹) x 0,46 = C (Mg C ha⁻¹)

Resultado 5: Materia orgánica del suelo C (Mg ha⁻¹) x 0,46 = C (Mg C ha⁻¹)

- **Nivel de uso de la tierra:** Sumar los resultados 3, 4 y 5 para calcular la reserva de C total por hectárea en los usos mixtos de suelo por edad de parcela después de la conversión forestal:

- 3 años
- 15 años
- 40 años

- Calcular el promedio de la reserva total de C de las tres edades. El resultado sería la reserva de carbono promediada en el tiempo de un uso mixto del suelo. La razón por la que no se utilizan las curvas de C totales como para el caso de monocultivos es la diversidad de especies y edades que existe en los sistemas mixtos.

Por ejemplo: El C total en un sistema de explotación forestal de 3 años es 15 Mg C ha⁻¹, para uno de 15 años es 40 Mg C ha⁻¹ y para uno de 40 años es 80 Mg C ha⁻¹. La reserva de C promediada en

el tiempo sería $(15+40+80)/3 = 45 \text{ Mg C ha}^{-1}$.

E. Métodos para calcular el valor económico de la biodiversidad

1. La Convención sobre Biodiversidad Biológica (CBD) reconoce la importancia de la valuación económica, y dispone que *la valuación económica de la biodiversidad y de los recursos biológicos es una herramienta importante para las medidas de incentivo económico bien dirigidas y calibradas* (CBD, 1998). La valuación económica, basada en sólidos fundamentos económicos, puede ayudar a clarificar los tradeoffs frente a las decisiones de política pública. Sin embargo, existen excepciones para priorizar valores económicos por sobre otros valores culturales, tradicionales y espirituales. Debido a que todavía persisten muchas limitaciones metodológicas y cuestiones morales relativas al rigor de la valuación económica, deben reconocerse y analizarse los valores no económicos.
2. Las visiones contradictorias relativas al concepto de valor se encuentran en el centro del debate. Las filosofías colisionan. Para algunos, los deseos de la gente están moralmente justificados – los costos pueden parecer bajos o ni siquiera ser considerados. Las prioridades deben identificarse a través de procesos políticos. Para otros, los costos son relevantes debido a que representan el uso alternativo de fondos. (La asignación de prioridades a usos alternativos también tiene implicancias morales). Para quienes adoptan tal perspectiva, la mejor manera de esclarecer las prioridades es a través de procedimientos tales como el análisis de costo-beneficio y el análisis de criterios múltiples a fin de fundamentar las decisiones. Cualquiera sea el punto de vista que se adopte, prevalece el consenso sobre la importancia de conservar la biodiversidad al considerar los costos asociados (OECD, 2002).
3. Lograr la eficacia de costos no es simple. Las políticas de conservación con frecuencia se sobrecargan con intentos de producir resultados múltiples. Comúnmente se utilizan dos enfoques para identificar prioridades: (a) el uso del dinero o la relevancia de los precios, que definen las relaciones costo-beneficio, o (b) el cálculo de resultados, normalmente derivados de los expertos o de la opinión pública.
4. Ambos tipos de análisis producen medidas para reflejar la importancia de la biodiversidad. No obstante, la determinación de los valores monetarios permite a la conservación de la biodiversidad competir sobre la misma base estandarizada contra otras demandas de financiamiento público. Más adelante, se describen numerosos enfoques para calcular el valor económico de la biodiversidad.
5. A pesar del rol de las medidas económicas importantes, la participación de numerosas partes involucradas con frecuencia es esencial en los procesos públicos de adopción de medidas. Los enfoques deliberativos e inclusivos que identifican las preferencias sociales son cada vez más populares debido a que los gobiernos responden a

las demandas de inclusión de los ciudadanos, las consultas y el reconocimiento en las decisiones políticas. La información científica se provee normalmente a fin de informar a las partes involucradas en los procesos de deliberación y decisión. La negociación resultante y/o el consenso pueden percibirse como un reflejo mejor o más justo de las preferencias sociales, que el análisis de costo-beneficio. Si bien los resultados de la participación pública pueden reflejar parcialidades, las perspectivas ganadas a partir de una discusión y una participación más amplias pueden permitir un análisis socioeconómico más completo para las decisiones políticas, cuando se combinan con los enfoques de costo-beneficio (OECD, 2002).

6. Se están desarrollando iniciativas para calcular los valores económicos de la biodiversidad en escala espacial (Wünsher, y otros 2008; Wendland, y otros 2009), incluyendo las de Conservation International (CI) y otras ONG. Los mapas futuros sobre los beneficios de la biodiversidad pueden incorporar el valor económico total, con una evaluación de los valores de uso directos e indirectos (concepto que se desarrollará a continuación). Los métodos de transferencia de beneficios, que comprenden tomar los valores económicos de un contexto y aplicarlos a otro, podrían usarse potencialmente como ayuda para establecer tales valores, en aquellos casos en los que no existan análisis específicos del lugar. No obstante, los análisis probablemente sean intensivos en términos de datos y tiempo de todas formas (Karousakis, 2009). Adicionalmente, la validez de los métodos de transferencia de beneficios podría ponerse en tela de duda.

7. Los valores económicos de la biodiversidad derivan de las preferencias de la gente en relación con las funciones de la biodiversidad. Debido a que los precios de mercado rara vez existen para la función de biodiversidad, las preferencias se calculan a través de la disposición al pago (DAP) a fin de asegurar o conservar funciones. Una ventaja de este enfoque es que los beneficios de la biodiversidad se expresan en unidades monetarias, permitiendo con ello la comparación directa con acciones alternativas.

8. La suma de las DAP de todas las personas pertinentes afectadas por una política o un proyecto, es el valor económico total que representa el cambio en el bienestar. El valor económico total consiste en valores de uso y de no-uso (Figura 11.2). El valor de uso se refiere al valor que surge del uso real de un recurso determinado. Ejemplos de ello incluyen el uso de los bosques para madera, o de un lago para usos recreativos o para la pesca, y etc. Los valores de uso se categorizan en tres tipos. El primero, el valor de uso directo, se refiere a los usos reales tales como la pesca, la extracción de madera, etc. El segundo, el valor indirecto del uso, representa los beneficios derivados de las funciones del ecosistema. Por ejemplo, la función de los bosques en la protección de las cuencas. El tercero, los valores de opciones futuras expresan la disposición de un individuo a pagar para asegurar un bien para tener la opción de utilizarlo en una fecha futura.

9. Los valores de no-uso son más difíciles de definir y de calcular. Éstos se componen de los valores de legado y los de existencia (ver Arrow et al, 1993). El valor de legado es el beneficio para un individuo que surge de la conciencia de que otros podrían verse beneficiados con un recurso en el futuro. El valor de existencia deriva de la simple existencia de cualquier bien en particular, y no se relaciona con el uso actual ni con los valores de opción. Un ejemplo lo constituye la preocupación de un individuo por proteger el leopardo de las nieves a pesar de no haber visto nunca un ejemplar y de que probablemente no vaya a hacerlo. La sola conciencia de que los leopardos existen es la fuente de valor. El valor altruista refleja la preocupación de que la biodiversidad esté disponible para otros.

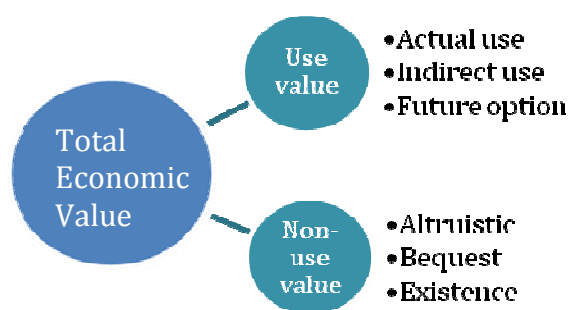


Figura 11-2 Valores económicos asignados a los bienes ambientales

10. La diferenciación entre valores de uso y no-uso es útil para calcular el valor de la biodiversidad. Los valores de no-uso pueden ser mucho más altos que los valores de uso, especialmente en el caso en que la especie o el ecosistema son poco comunes y se valoran ampliamente (por ejemplo, las especies y los ecosistemas carismáticos). Sin embargo, los cálculos de valores de no-uso pueden ser controvertidos; por ello, es beneficioso separar estos valores a los fines de presentación y estratégicos.

11. Se encuentra disponible una variedad de metodologías para generar y calcular valores económicos.¹ Pueden dividirse en tres enfoques amplios. Bajo el primero, de preferencias establecidas o enfoque directo, se incluyen técnicas dirigidas a obtener preferencias directamente mediante el empleo de investigaciones y experimentos, tales como la valuación contingente y los métodos de modelado de elecciones. A la gente se le solicita que determine directamente sus preferencias principales para un cambio propuesto.

¹ Si bien gran parte de la diversidad biológica mundial bajo amenaza se encuentra en las naciones en vías de desarrollo, la teoría y la práctica de la valuación económica se ha desarrollado y aplicado principalmente en el mundo industrializado. Consecuentemente, es importante valorar si las metodologías de los países ricos pueden aplicarse en contextos de países pobres (Pearce y Moran, 1994).

12. El segundo enfoque, de preferencias reveladas o enfoques indirectos, lo constituyen técnicas que tienen como propósito obtener preferencias a partir de información real, observada y basada en el mercado. Las preferencias de productos ambientales se revelan indirectamente cuando un individuo adquiere un producto comercializado con el cual se relaciona el producto ambiental. En otros términos, los métodos de preferencia revelados utilizan la conducta observada para inferir el valor. Debido a que estas técnicas no se basan en las respuestas directas de la gente a preguntas sobre cuánto estarían dispuestas a pagar por un cambio en la calidad ambiental, valoran los recursos biológicos en lugar de la biodiversidad.

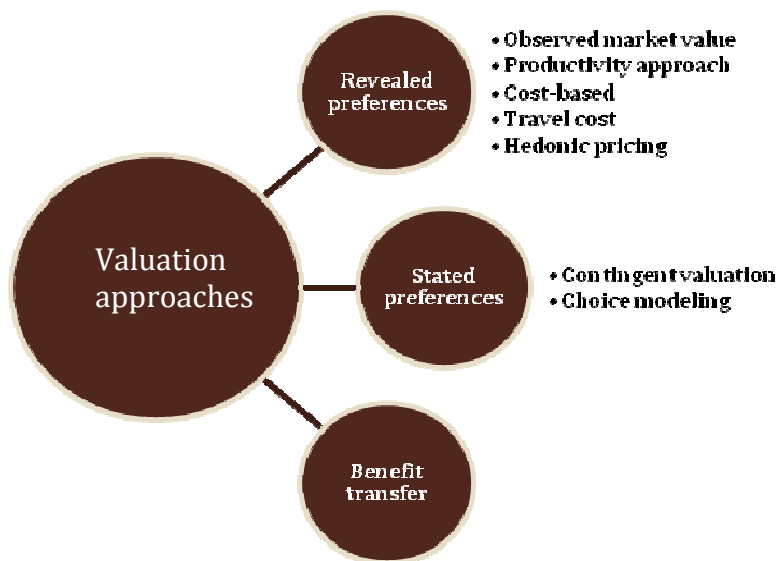


Figura 11-3 Métodos de valoración para la diversidad y los recursos biológicos

13. Bajo el tercer enfoque, la transferencia del beneficio toma prestado un cálculo de DAP de un lugar o de una especie, para utilizarlo en un contexto diferente. Si bien presenta dificultades metodológicas (por ejemplo, la confiabilidad y la validez), los cálculos de transferencia de beneficios son atractivos. Evitar un estudio detallado de beneficios puede ahorrar recursos considerables para los financiadores y las agencias que implementan proyectos ambientales. En los países desarrollados, tales ahorros están generando interés en un análisis de condiciones apropiadas para los cálculos de transferencia (Boyle y Bergstrom, 1992).

14. Numerosas publicaciones incluyen mayor información sobre las consideraciones anteriores. Para mayor información, sírvase referirse a OECD (2002), Arrow, 1993, Pearce y Moran (1994). Los temas de aplicabilidad y validez continúan desarrollándose en detalle en la bibliografía científica.

F. Ejemplos de hojas de cálculo

15. Este anexo incluye secciones pertinentes de hojas de cálculo descritas en los Capítulos 7 y 9.

Figura 11-4 Hoja de cálculo de costos de oportunidad (a): ejemplo de entradas y resultados (Capítulo 7)

Opportunity cost estimate worksheet (national level)				
Data inputs:			Outputs:	
1. Land uses (LU) initial & changes			1. Final land use estimates	
2. C stock per LU			2. Opportunity cost curve	
3. Profit per LU			3. National level summary	
4. Workdays per LU				
All numbers in yellow cells are parameters that you can change				
Land use legend	Time-averaged C stock (Mg C/ha)	Profit-ability (NPV, \$/ha)	Employment (workdays/year)	
Natural forest	250	30	5	
Logged forest	200	300	15	
Agro-forestry	80	800	120	
Extensive agriculture	10	600	100	
Period of analysis	30	years		
Size of country	2,000,000	km ²		
Total population	1,000,000			
Pop working age	60%			
Workdays / year	230	days		
Performance at national scale:				
Total LU-based emission, Pg CO ₂ e/yr	0.00			
Total C stock in land use, Pg C	34.00			
Total NPV of land uses (M\$)	60,400			
Total rural employment	0.56			
Emissions as percentage of C stock	0.0			
(vertical axis)				
Opportunity costs of land uses changes: \$ per tCO ₂				
Initial \ Final	Natural forest	Logged forest	Agro-forestry	Extensive agriculture
Natural forest	0.00	1.47	1.24	0.65
Logged forest	-1.47	0.00	1.14	0.43
Agro-forestry	-1.24	-1.14	0.00	0.78
Extensive agriculture	-0.65	-0.43	-0.78	0.00
Carbon	250	200	80	10
NPV Profits	30	300	800	600
(horizontal axis)				
Emissions, Tg CO ₂ e/yr				
Natural forest	0.0	305.6	0.0	0.0
Logged forest	0.0	0.0	293.3	928.9
Agro-forestry	0.0	0.0	0.0	0.0
Extensive agriculture	0.0	0.0	-171.1	0.0

Figura 11-5 Hoja de cálculo de costos de oportunidad (b): ejemplo de entradas y resultados (Capítulo 7)

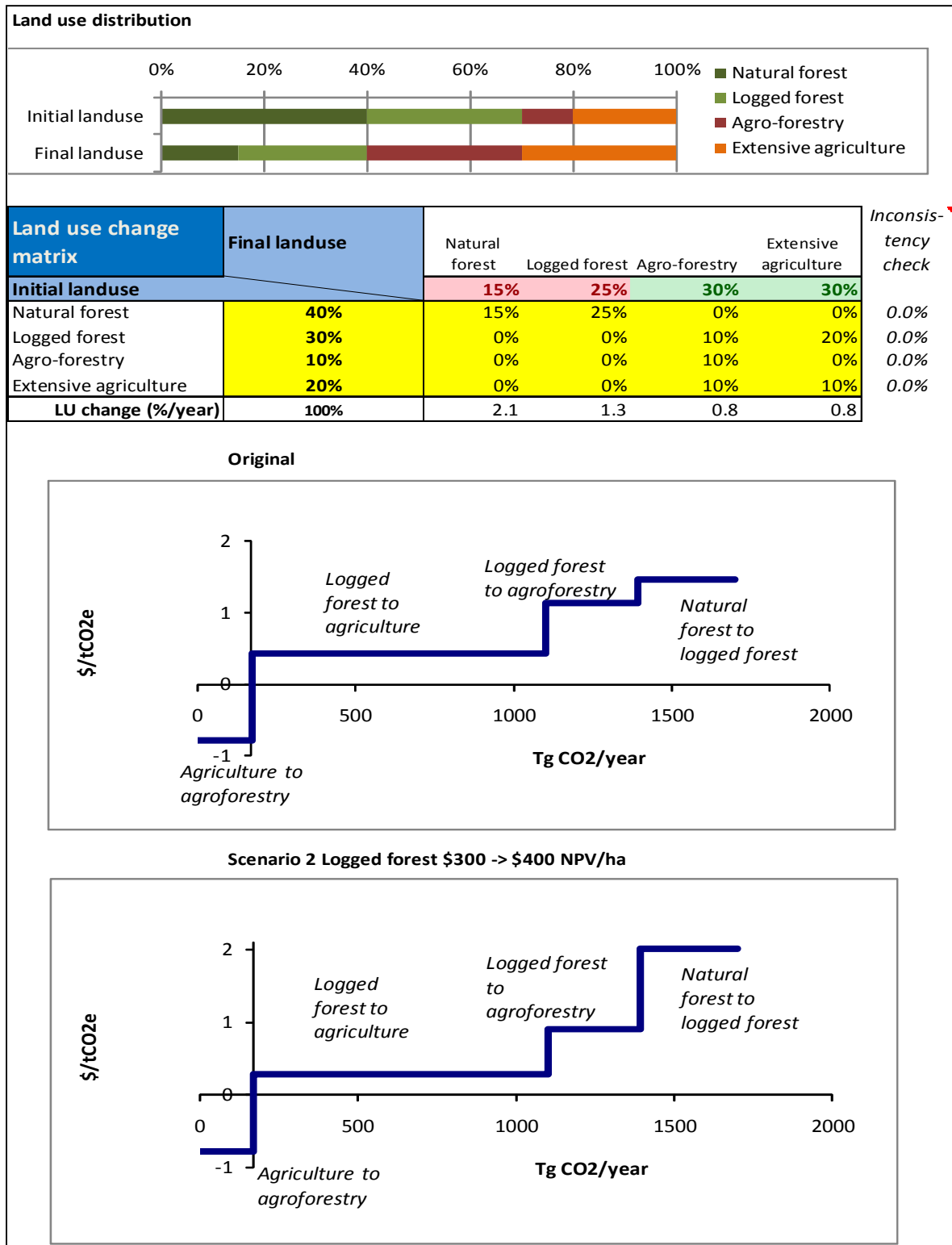
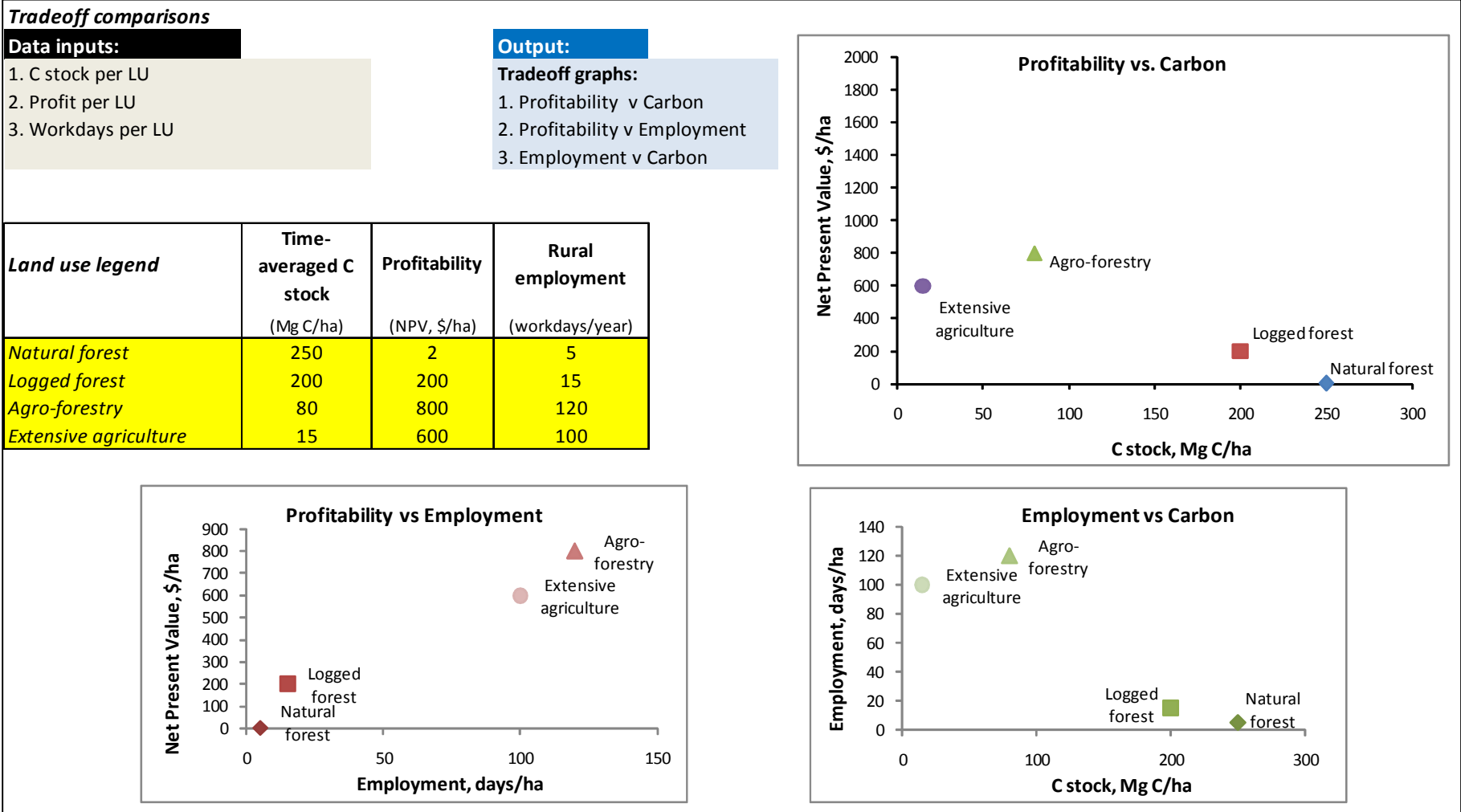


Figura 11-6 Tradeoffs (Capítulo 9)



G. Ejemplo de análisis utilizando REDD Abacus

16. En el sitio de Internet de REDD Abacus (www.worldagroforestry.org/sea/projects/allreddi/software), puede analizarse un archivo de muestra que representa un contexto en Indonesia (Ejemplos de Proyecto–archivo Project.car) dentro del programa de REDD Abacus (puede descargarse en el mismo sitio de Internet). Para abrirlo, presione **File (Archivo)** en la Barra de Herramientas, luego presione **Open Project (Abrir Proyecto)**. Se abrirá un cuadro de diálogo para los archivos guardados en el ordenador. El archivo se denomina: **sample_project.car**. Al abrirlo, en el costado izquierdo de la pantalla se encontrará un panel de revisiones, que exhibe la ubicación propia dentro del programa. En la sección derecha de la pantalla se encontrará un cuadro para ingreso de datos y de resultados.

Ingreso de datos

17. La primera pantalla (**test1**) es una descripción de contexto del análisis – que puede ser tanto un proyecto sub-nacional o un programa nacional. El cuadro a la derecha contiene subsecciones *Título del Proyecto*, *Descripción*, *Escala temporal (Año)* y una opción para incluir *emisiones subterráneas*. Otras dos subsecciones están asignadas a *Partición de Zona* y *Lista de Cobertura Terrestre*. La *Partición de Zona* contiene un cuadro para ingresar el *Tamaño del Área Total* (ha). Cada Zona identificada es una fracción del Área Total, en términos decimales, y puede clasificarse (mediante una marca de verificación) como elegible o no dentro de un escenario de políticas de REDD. La *Lista de Cobertura Terrestre* es donde se ingresan los nombres de las coberturas terrestres, junto con una breve descripción (si fuese necesaria). Cada una de las coberturas terrestres puede identificarse como elegible o no elegible dentro de un escenario de políticas de REDD. El (+) agrega una cobertura terrestre adicional a la lista, mientras que el (-) elimina la cobertura seleccionada. El ejemplo **sample_project** tiene 4 zonas y 20 coberturas terrestres.

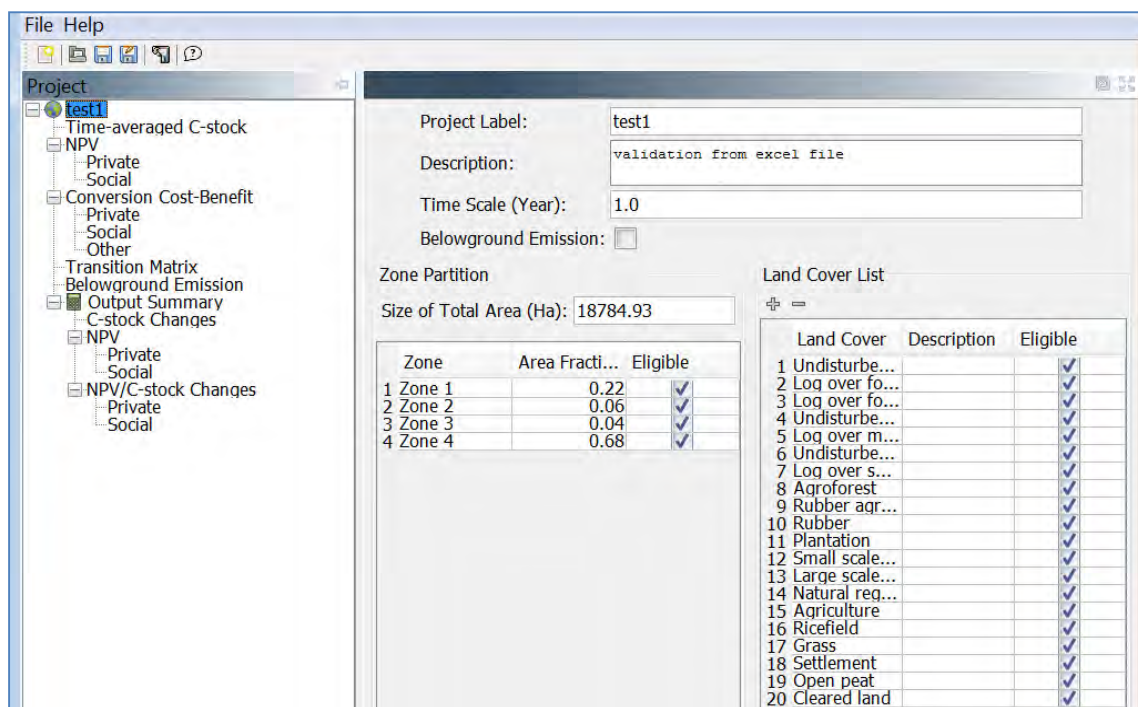


Figura 11-7 Pantalla de descripción de contexto de un ejemplo de REDD Abacus

18. Si se inicia un nuevo archivo, una serie de cuadros de diálogo requerirá al usuario información sobre:

- Título
- Descripción
- Número de zonas
- Área total

19. La segunda pantalla, *Reserva de carbono promediada en el tiempo*, acepta datos para cada uno de los usos de la tierra por zona (Figura 11.8). Para el ejemplo, los 20 usos de la tierra en las 4 zonas requieren datos de carbono (t/ha) para 80 contextos de uso de la tierra diferentes.

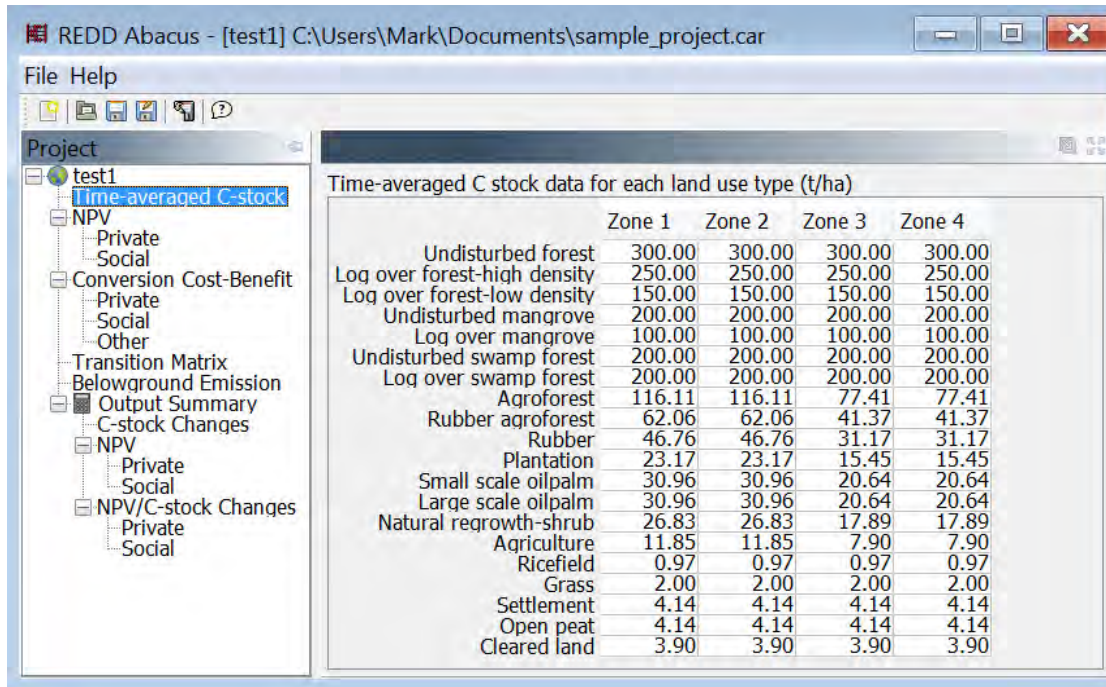


Figura 11-8 Ejemplo de reserva de carbono promediada en el tiempo de REDD Abacus

20. Los datos sobre rentabilidad de los usos de la tierra se ingresan en la tercera pantalla (en VPN – valor presente neto por hectárea). Los niveles de rentabilidad pueden diferir de acuerdo con la perspectiva de contabilización (siendo los sectores: privado o social) además de las zonas distintivas. Si bien la tasa de descuento normalmente constituye una diferencia sustancial entre dos perspectivas, el ejemplo emplea la misma tasa para ambos. (El sector privado normalmente tiene una tasa de descuento más elevada considerando el valor temporal del dinero correspondiente a una tasa de interés predominante.) En el ejemplo, todos los VPN son más altos que los VPN privados –excepto para la cobertura terrestre de arrozal. El menor VPN social de los arrozales es el resultado de una política de tarifa gubernamental del 30% sobre las importaciones de arroz, lo cual infla artificialmente el precio del productor agrícola del arroz. En cambio, los impuestos a las exportaciones sobre la palma aceitera y el caucho deprimen los precios que reciben los productores agrícolas; de este modo, los VPN sociales son mayores que los VPN privados (Figura 11.9).

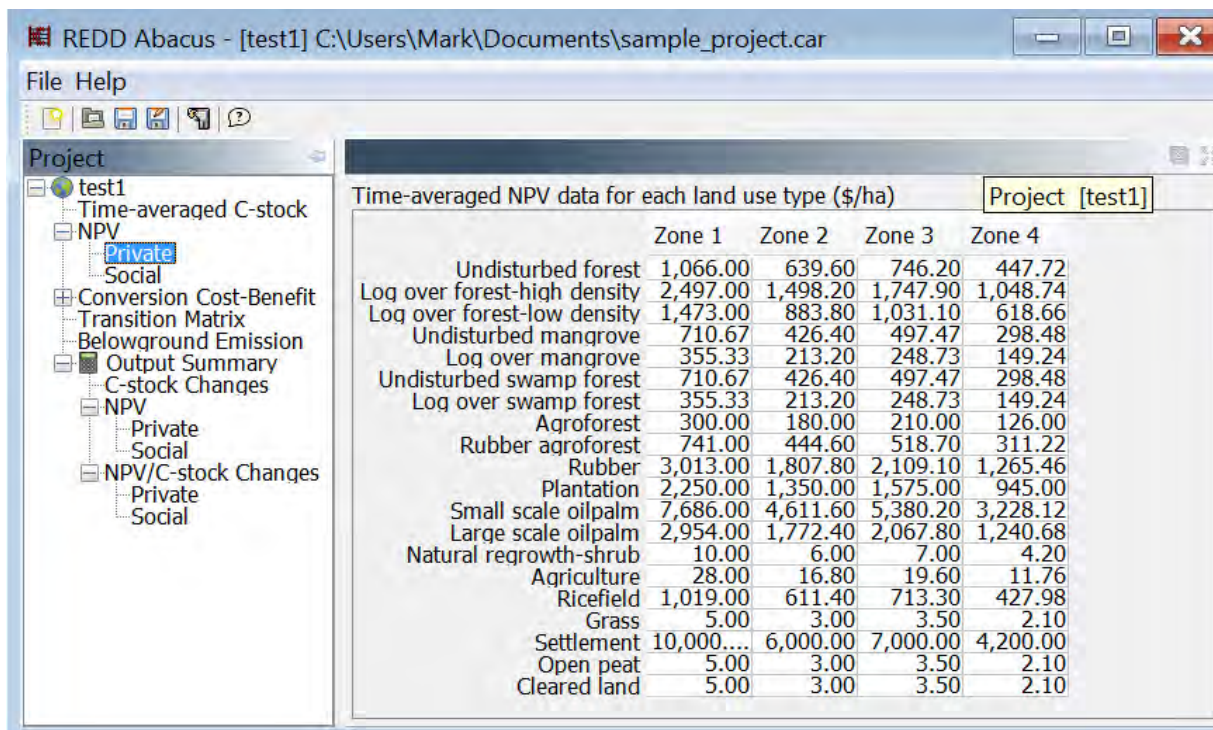


Figura 11-9 Cálculos del VPN para un ejemplo de REDD Abacus

21. La cuarta pantalla, *Conversión de costo-beneficio*, permite al usuario incluir el costo-beneficio por hectárea relacionado con cada cambio en el uso de la tierra. Dicho de otro modo, los VPNs resignados al convertir un uso específico de la tierra a otro; por ejemplo, la conversión (tala) de bosques vírgenes implica US\$ 1.066 US\$/ha de rentabilidad resignada.

22. La quinta pantalla, *Matriz de Transición*, es un resumen de cada tipo de cambio en el uso el suelo dentro del área de análisis (Figura 11.10). Esta es la misma que la **Matriz de cambio en el uso de la tierra**, mencionada en este Manual (en el Capítulo 4). Cada celda representa la fracción de cambio por Zona sub-nacional. (La suma de todas las celdas es igual a 1.) Como puede verse en el ejemplo, si bien son posibles 400 cambios en el uso de la tierra diferentes, éstos no ocurrieron para todas las coberturas de usos de la tierra.

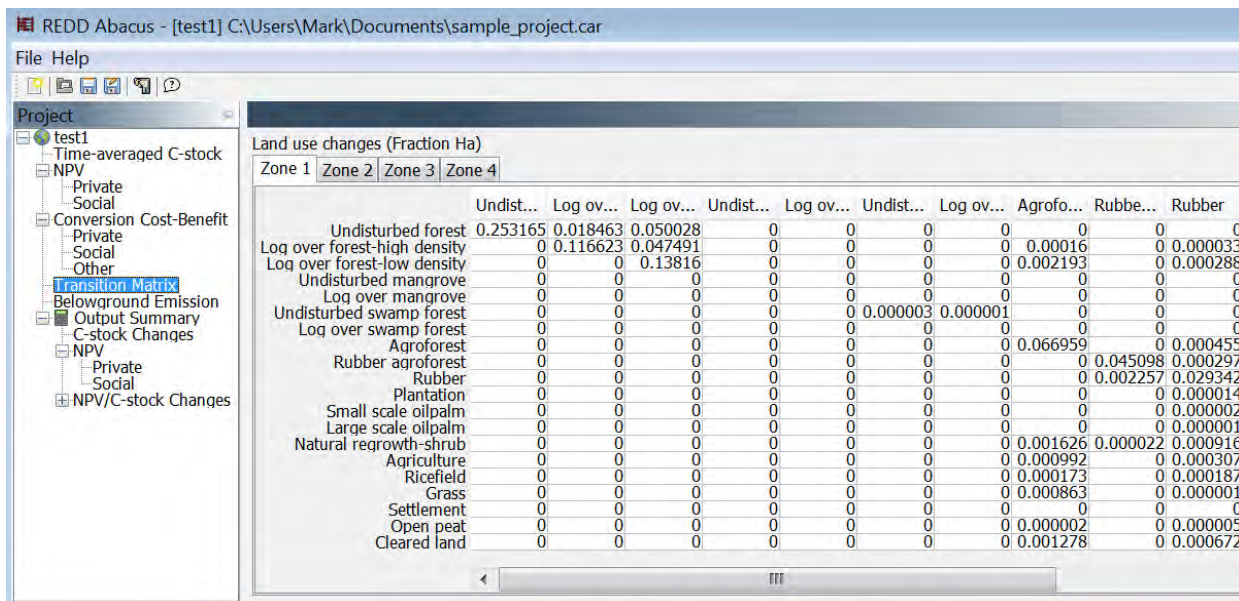


Figura 11-10 Matriz de transición para el ejemplo de REDD Abacus

23. Esta sexta pantalla, *Emisiones subterráneas*, exhibe una forma de analizar los efectos de incluir el reservorio subterráneo de carbono de diferentes usos de la tierra dentro de un análisis de costo de oportunidad. Las emisiones subterráneas o sumideros, que normalmente tienen lugar a una tasa menor, pueden ser sustanciales, especialmente en turberas.

Resultados del análisis

24. La pantalla de *Síntesis de resultados* expone los resultados del análisis de costo de oportunidad. El programa calcula las emisiones, el secuestro y la emisión elegible de carbono (de acuerdo con la política de REDD seleccionada). Los seis resultados sintetizados incluyen: *Emisión Promedio* por hectárea por año (Mg CO₂e/ha/año), *Emisión total por año* (Mg CO₂e/ha/año), *Secuestro promedio* por hectárea por año (Mg CO₂e/ha/año), *Secuestro total por año* (Mg CO₂e/año), *Emisión Elegible Promedio* por hectárea por año (Mg CO₂e/ha/año) y *Emisión Total Elegible* por año (Mg CO₂/año).

25. Además, es posible evaluar el efecto del umbral de costos, que puede representar un precio de carbono, para identificar qué opciones de reducción de emisión tienen un costo de oportunidad más bajo. Los umbrales pueden modificarse mediante la alteración del valor en el cuadro o arrastrando la línea correspondiente en el gráfico. El análisis también genera un indicador sintético de *Emisión Neta por Umbral*, que es el nivel acumulativo de las reducciones y los secuestros con costos de oportunidad menores que los umbrales de costos. Haciendo presionando **Detail (Detalle)**, se despliega el VPN asociado y la Emisión para cada una de las opciones de cambio en el uso de la tierra contribuyentes.

(representadas por el eje vertical bajo el título: Cambios en el VPN/reserva de C (US\$/Mg CO₂)). Las barras a la izquierda y debajo de las líneas de puntos contienen los costos de oportunidad de las reducciones en las emisiones, que son menores a los umbrales establecidos.

26. La etiqueta **Chart (Gráfico)** en la pantalla *Síntesis de resultado* exhibe una curva de costo de oportunidad. Todos los cambios en el uso de la tierra en cada una de las zonas subnacionales están representados. Los diferentes colores de las barras identifican las zonas, mientras que los cambios específicos en el uso de la tierra pueden resaltarse con el cursor. Pueden generarse tres gráficos diferentes: *Emisión, Secuestro, Mixto [Ambos]*. Para cualquiera de los gráficos, las etiquetas que corresponden a cada barra pueden resaltarse temporariamente moviendo el cursor sobre la barra, o pueden adicionarse al gráfico mediante un clic en el botón secundario sobre la barra deseada y luego haciendo clic en *Agregar Etiqueta* en el cuadro de diálogo.

27. En el Figura 11.11, un valor de umbral de costos de US\$5 corresponde a un nivel de emisión de 47,59 Mg CO₂e/ha/año. La mayoría de los cambios en el uso de la tierra tiene costos de oportunidad menores que el nivel del umbral. Por ejemplo, el cambio en el uso de la tierra de **Manglar virgen** a **Manglar talado** tiene un costo de oportunidad de -US\$0,9 y contribuye aproximadamente 11 Mg CO₂e/ha al nivel (total) de emisión. (Nota: algunas de las opciones de uso de la tierra pueden no resultar evidentes en el gráfico. Ello puede deberse a que:

- a) El costo de oportunidad es cercano a cero o igual a cero. En tal caso, la altura de la barra es la misma que el eje horizontal.
- b) La cantidad de reducciones de emisión es relativamente pequeña. Por ello, el ancho de la barra es muy angosto, exhibiendo únicamente el color gris de los bordes.

Agrandar el gráfico puede ayudar a mostrar las emisiones menos visibles de cambios en el uso de la tierra.

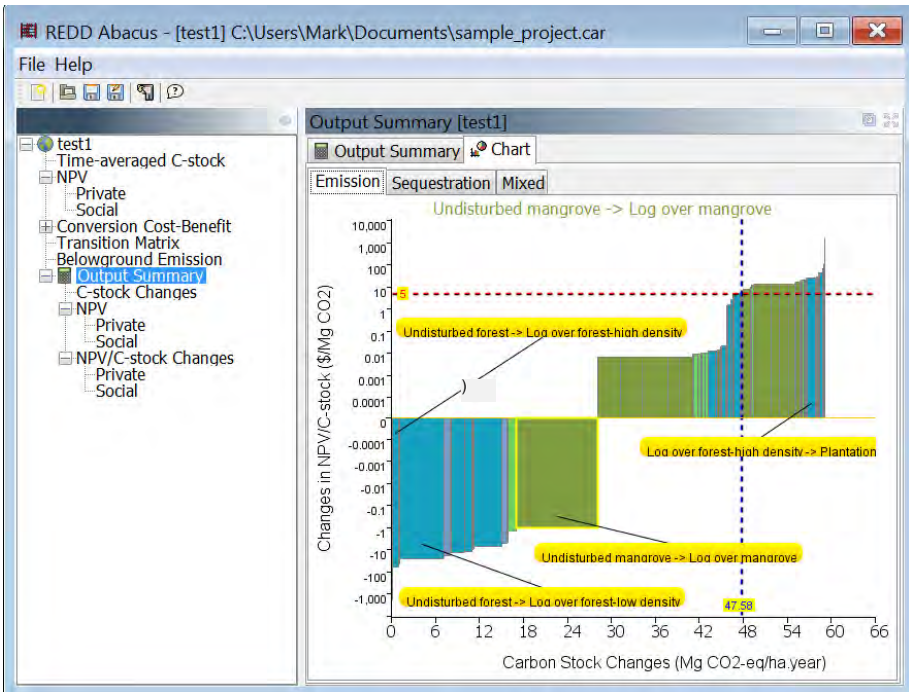
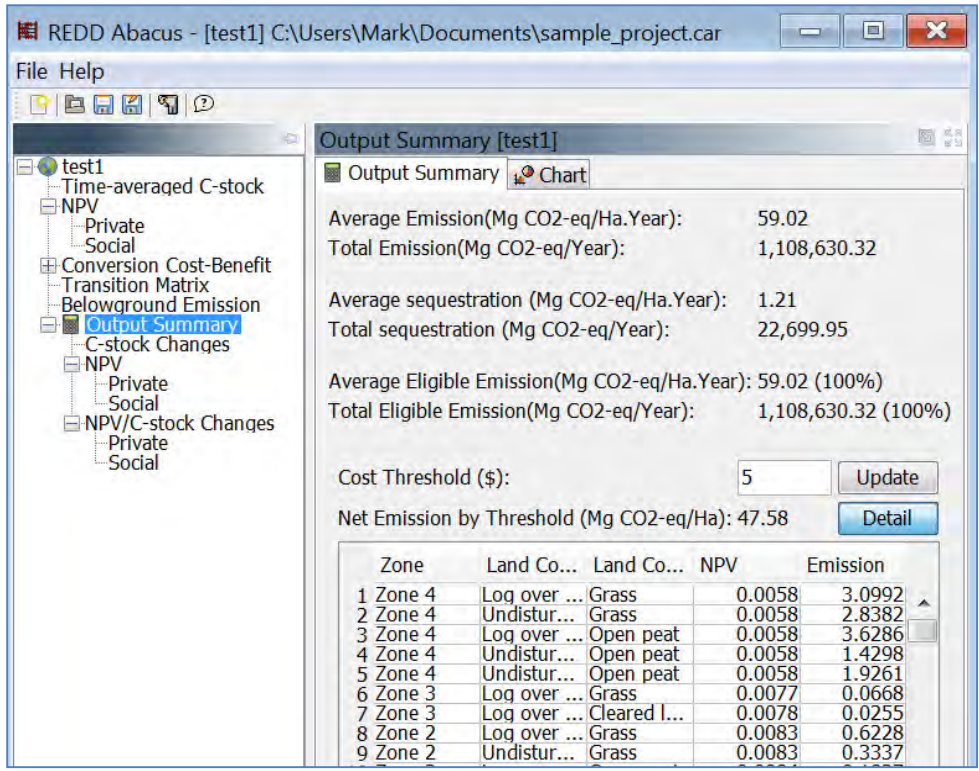
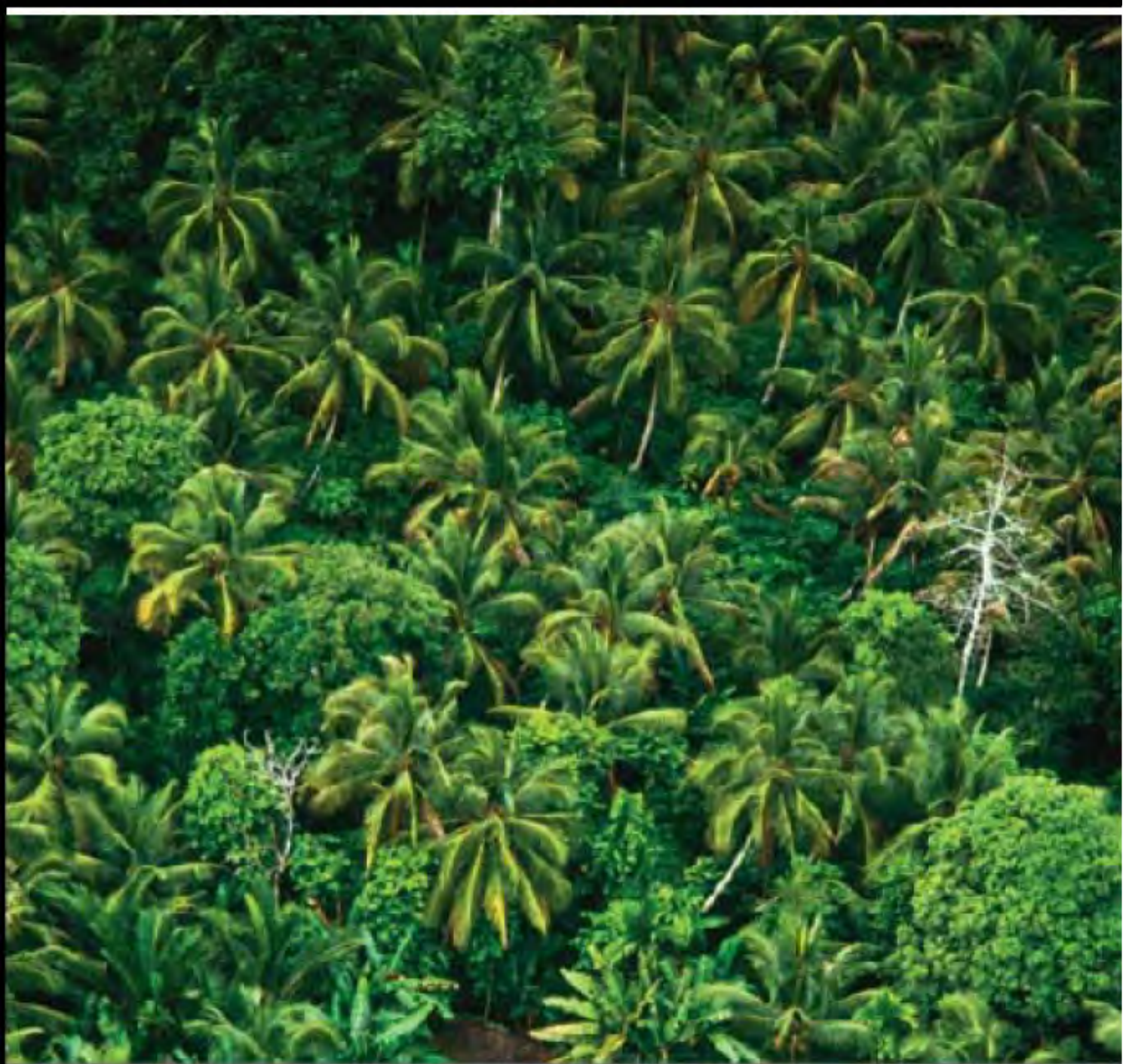


Figura 11-11 Síntesis de Producción y Gráfico relacionado del ejemplo de REDD Abacus



**World Bank
Institute**

Para más información, por favor contáctese con
Pablo Benítez – pbenitez@worldbank.org
Gerald Kapp – geraldkapp@worldbank.org

Para obtener información específica sobre el manual y los
talleres de capacitación, por favor contáctese con
fcpsecretariat@worldbank.org.

www.worldbank.org