

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Economía y Negocios



TEMA DE TESIS

**Conservación Sustentable de los Bosques de la
Hacienda Jubal en la provincia del Chimborazo**

ESPOL

Tesis de Postgrado

Previa la obtención del Título de:

Magister en Economía y Dirección de Empresas

Presentado por:

**Arq. Nelson Velasco Estrada
Econ. Raquel Espinoza Solís**

Guayaquil – Ecuador

JULIO 2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a quienes de una u otra manera me impulsaron a empezar la maestría y ayudaron a dar inicio a lo que hoy culmina.

Nelson Velasco

Agradezco a Dios y a mis padres por su apoyo incondicional en cada una de mis metas propuestas y cumplidas.

Raquel Espinoza.

DEDICATORIA

A mi esposa y mis hijos por su apoyo incondicional durante toda el Postgrado. A mis padres por la educación recibida y a mis amigos que siempre estuvieron pendientes de mis avances.

Nelson Velasco.

A mi familia, pilar fundamental de mi vida.

Raquel Espinoza.

Tribunal de Graduación

MS.c Daniela Landívar Ordeñana

Presidente de Tribunal

Econ. Gustavo Solórzano Andrade

Director de Tesis

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Postgrado, me corresponden Exclusivamente; y el patrimonio intelectual de La misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

ARQ. NELSON VELASCO ESTRADA

ECON. RAQUEL ESPINOZA SOLIS

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA.....	V
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE FOTOS.....	XII
INDICE DE CUADROS.....	XIII
INDICE DE GRAFICOS.....	XIV
INDICE DE MAPAS.....	XV
INDICE DE TABLAS.....	XVI

CAPÍTULO I.- INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTE.....	XVII
1.2 ALCANCE.....	XIX
1.3 HIPOTESIS.....	XX
1.4 OBJETIVOS.....	XX
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	XX
1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICOS.....	XXI
1.5 METODOLOGIA.....	XXI

2.5.2.1.1 Identificación de alternativas relevantes.....	LXIII
2.5.2.1.2 Diseño de un escenario de referencia o línea base.	LXIII
2.5.2.1.3 Identificación de los costos y beneficios.....	LXIV
2.5.2.1.4 Valoración de costos y beneficios.....	LXX
2.5.2.1.5 Actualización de acuerdo a la tasa de descuento.....	LXX
2.5.2.1.6 Análisis de riesgo e incertidumbre.....	LXXI
2.5.2.1.7 Criterios de selección.....	LXXI
2.5.2.1.7.1 Costo marginal de carbono capturado.....	LXXII
2.5.2.1.7.2 Valor Actual Neto.....	LXXIII
2.5.2.1.7.3 Tasa Interna de Retorno.....	LXXIV
2.5.2.1.7.4 Período real de recuperación.....	LXXIV
2.5.2.1.7.5 Relación costo beneficio.....	LXXIV
2.5.2.1.8 Análisis de sensibilidad.....	LXXV
2.5.2.1.9 Seguimiento y control.....	LXXVII
2.6 RESUMEN DEL MARCO TEORICO.....	LXXVII

CAPITULO III.- PROYECTO DE CONSERVACION SUSTENTABLE DE LA HACIENDA JUBAL

3.1 JUSTIFICACION PARA CONSERVAR LOS BOSQUES NATIVOS COMO SUMIDEROS DE CARBONO.....	LXXIX
3.2 DURACION DEL PROYECTO.....	LXXXII
3.3 CONSERVACION SUSTENTABLE DEL BOSQUE.....	LXXXIII
3.4 LINEA BASE AMBIENTAL.....	LXXXIV
3.5 RIEGOS E INCERTIDUMBRE.....	LXXXV
3.6 CAPACIDAD.....	LXXXVI

3.7 INVENTARIO FORESTAL.....	LXXXVIII
3.8 SERVICIOS AMBIENTALES.....	LXXXVIII
3.8.1 Bosques Nativos.....	LXXXVIII
3.8.2 Páramo.....	XCII
3.9 CAPTURA DE CARBONO.....	XCV
3.9.1 Medición de carbono.....	XCVI
3.9.2 Precisiones.....	XCVI
3.9.3 Biomasa del tronco.....	XCVI
3.9.4 Biomasa total y en la hojarasca.....	XCVII
3.9.5 Carbono de la biomasa.....	XCVII
3.9.6 Conclusiones.....	XCIX

CAPITULO 4.- ANALISIS DE COSTO

4.1 COSTO DEL PROYECTO DE CONSERVACION.....	CI
4.1.1 Costos directos de infraestructura	CI
4.1.2 Costos directos administrativos.....	CI
4.1.3 Costos de monitoreo.....	CII
4.1.4 Costos de transacción.....	CII
4.2 Valoración de la madera.....	CIII
4.2.1 Antecedentes.....	CIII
4.2.2 Estructura de costos y cadena comercial.....	CIV
4.2.3 Madera en pie.- Definición.....	CVI
4.2.3.1 Tipos de madera.....	CVI
4.2.3.2 Costos de una plantación forestal.....	CVII
4.2.3.3 Producción de madera por Hectárea.....	CIX

4.2.3.4	Precios por metro cúbico por hectárea.....	CIX
4.2.3.5	Costo total de la explotación de la madera del bosque.....	CX
4.2.3.5.1	Escenario optimista.....	CXI
4.2.3.5.2	Escenario conservador.....	CXI
4.2.3.5.3	Escenario pesimista.....	CXII
4.3	CARBONO: SECUESTRO Y VALORACION.....	CXIII
4.3.1	Secuestro de carbono en el bosque nativo.....	CXIII
4.3.1.1	Carbono en la biomasa.....	CXVI
4.3.1.2	Dióxido de carbono equivalente a carbono.....	CXVI
4.3.1.3	Estimación práctica del carbono (Jaakko Poyry)	CXVI
4.3.1.3.1	Escenario optimista.....	CXX
4.3.1.3.2	Escenario conservador.....	CXXI
4.3.1.3.3	Escenario pesimista.....	CXXI
4.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	CXXII
4.4.1	Análisis VAN y TIR de la madera.....	CXXII
4.4.2	Análisis VAN y TIR de la captura de carbono.....	CXXIII
4.4.3	Análisis comparativo VAN (explotación madera – captura de carbono)	CXXIII
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	CXXV
	BIBLIOGRAFIA.....	CXXX.
	ANEXOS.....	CXXXI

INDICE DE FOTOS

Foto 1 Bosque nativo.....	XXXIX
Foto 2 Páramo.....	XLIII
Foto 3 Convenio Marco de Cambio Climático.....	XLV

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Clasificación por tipo de madera.....	CVII
-----------------	---------------------------------------	------

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1	Terreno Hacienda Jubal “Pulpito”.....	XX
Gráfico 2	Ecosistemas representativos.....	XXIV
Gráfico 3	Cambio Climático.....	XXVII
Gráfico 4	Efecto invernadero.....	XXVIII
Gráfico 5	Temperatura 1954 - 2004.....	XXXVI
Gráfico 6	Deforestación anual del Amazonas y emisión de Co2.....	XLI

INDICE DE MAPAS

Mapa 1	Superficie Mundial Deforestada.....	XVII
Mapa 2	Sistema Nacional de Áreas protegidas del Ecuador.....	XX
Mapa 3	Participación de Países Protocolo de Kyoto 2009.....	XLVIII

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Costos de extracción de madera.....	CV
Tabla 2	Variación de precios y porcentajes por metro cuadrado de Madera.....	CVI
Tabla 3	Costos de una plantación forestal.....	CVIII
Tabla 4	Metros cuadrados por hectáreas para 4 tipos de madera.....	CIX
Tabla 5	Valor por metros cuadrados y por ha. por 4 tipos de madera..	CX
Tabla 6	Escenario optimista.....	CXI
Tabla 7	Escenario conservador.....	CXII
Tabla 8	Escenario pesimista.....	CXII
Tabla 9	Diversos escenarios de la valoración del carbono.....	CXXII
Tabla 10	VAN y TIR de la madera - escenario optimista.....	CXXIV
Tabla 10	VAN y TIR de la madera - escenario conservador.....	CXXIV
Tabla 11	VAN y TIR de la madera - escenario pesimista.....	CXXIV
Tabla 12	VAN y TIR de captura de carbono - escenario optimista...	CXXIV
Tabla 13	VAN y TIR de captura de carbono - escenario conservador.....	CXXIV
Tabla 14	VAN y TIR de captura de carbono - escenario pesimista..	CXXIV
Tabla 15	Comparativo explotación madera - captura de carbono.....	CXXIV

PROLOGO

La necesidad de proteger el medio ambiente ha originado que los países industrializados diseñen e implementen nuevos enfoques para la protección ambiental y la lucha contra el cambio climático.

Las áreas naturales, como los bosques nativos y páramos, tienen valores incalculables en base a los beneficios y servicios ambientales que otorga a la sociedad y a la economía nacional, beneficios que no han sido valorados por fallos en los mercados e inadecuadas políticas; y, sin embargo, crean incentivos perversos para la explotación y el mal manejo de los bosques. Otro punto negativo es la distribución desigual de los costos y beneficios: especialmente, el manejo sostenible de los bosques y páramos generan beneficios no comerciales, muy significativos, al ámbito global, nacional y local, que no tienen valor recuperable para los propietarios privados.

Debido a su ubicación geográfica, el Ecuador posee una gran biodiversidad de flora y fauna, existen grandes extensiones de bosque; el 42% de su territorio es bosque nativo, de los cuales, aproximadamente un 24% están en manos privadas. Como consecuencia de esto y por el poco valor que se atribuye a los beneficios ambientales que presta, corre el riesgo de deforestación y de cambios en el uso del suelo, lo que puede ocasionar la liberación de CO₂ fijado en él; esto hace necesario que se establezca un precio por los servicios ambientales que nos ofrecen bosques.

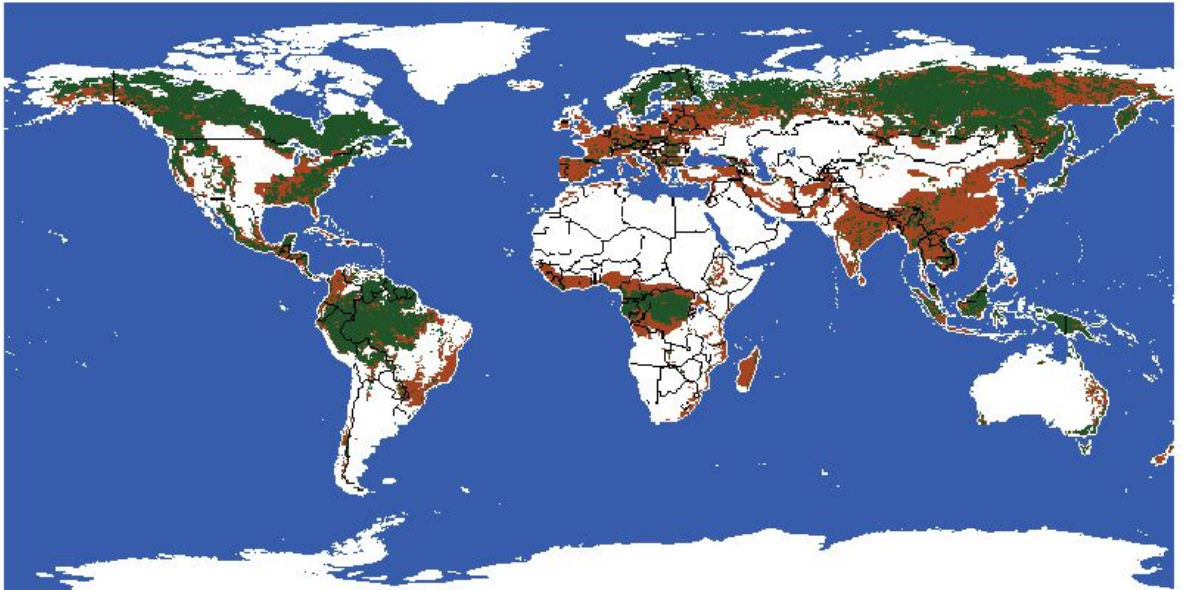
La madera es uno de los recursos más utilizados, nos brinda bienes que son difíciles de reemplazar. El recurso forestal es un bien renovable, es decir si se lo usa de forma racional será útil para siempre, es rentable económicamente y además tiene muchos beneficios para la sociedad.

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

La deforestación y degradación de los bosques (ver Mapa No.1) contribuyen en un 18% a 20% a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera ocasionadas por las actividades humanas produciendo un cambio climático, lo cual está afectando a todo el planeta sin que la comunidad global pueda detener este fenómeno, ante esta situación se creó el Convenio Marco de Cambio Climático cuyo objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efectos invernaderos en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

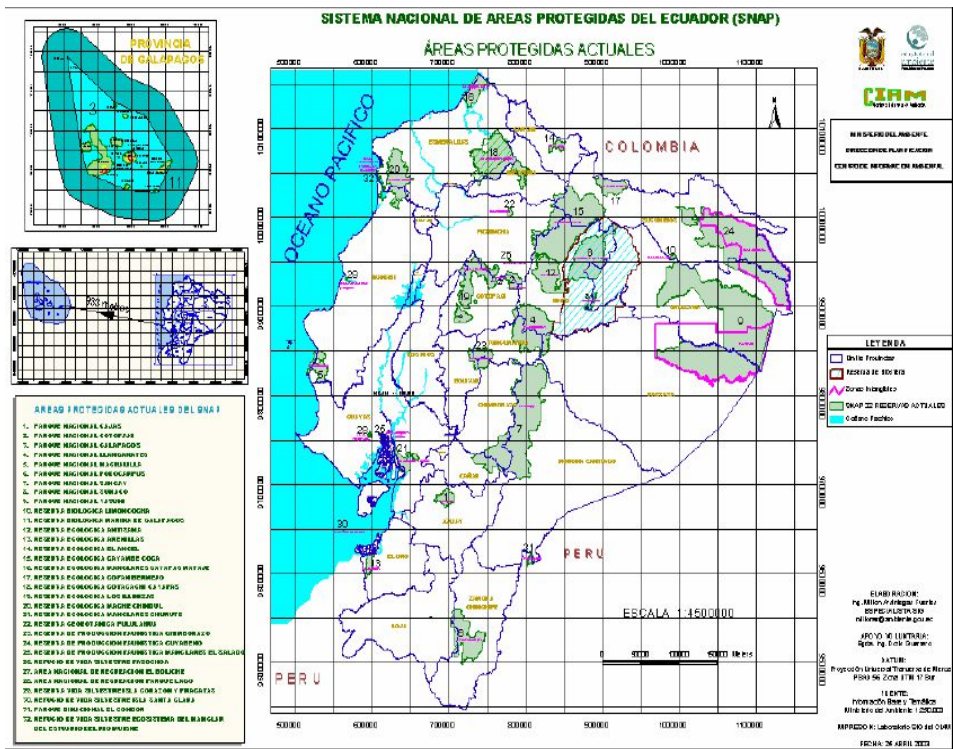
Mapa No.1 Superficie mundial deforestada



En rojo: superficie boscosa perdida
En verde: superficie boscosa que permanece

Entre los servicios que prestan los bosques está la captación del CO₂, función que realizan durante todo su ciclo de vida pero lamentablemente esto no ha sido valorado, aún cuando revierten beneficios locales, nacionales y globales. En el año 2000 en el Ecuador existían cerca de 11,000.000.00 de hectáreas de bosques húmedos, secos y manglares, de las cuales el 37.5% se encuentran bajo el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas, SNAP, (Ver Mapa No.2), sin embargo un 24% se encuentran en manos privadas con los consecuentes riesgos de ser deforestados liberando así grandes toneladas de carbono capturado a la atmósfera destruyendo los ecosistemas de la zona. Los datos de deforestación publicados por el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por sensores remotos (CLIRSEN), en el año 2000, según el cual la tasa de deforestación en el período comprendido entre 1991 y 2000 fue del 1.47% es decir 198,000 hectáreas por año, esta información no ha sido actualizada permanentemente por lo que perjudica para la toma de decisiones relacionadas al recurso forestal del país.

Mapa No. 2 SNAP



Ante esta situación surge la necesidad de valorar los servicios ambientales de los bosques y paramos para así generar el interés entre los propietarios privados en su conservación sustentable.

1.2 ALCANCE

El objeto de estudio se realizará en el terreno denominado “Pulpito” ubicado en la hacienda Jubal, parroquia Achupallas, cantón Alausí de la provincia de Chimborazo, (ver lindero norte: paramos de las laguna de Ozogoche; al sur el Río Paute, por el Este, el lindero que separa el cantón Macas, provincia de Morona Santiago, con el cantón Alausí, provincia de Chimborazo; y por el oeste el Río Pulpito, con una superficie aproximada de 14,000 hectáreas constituido por montaña, bosques y páramos.

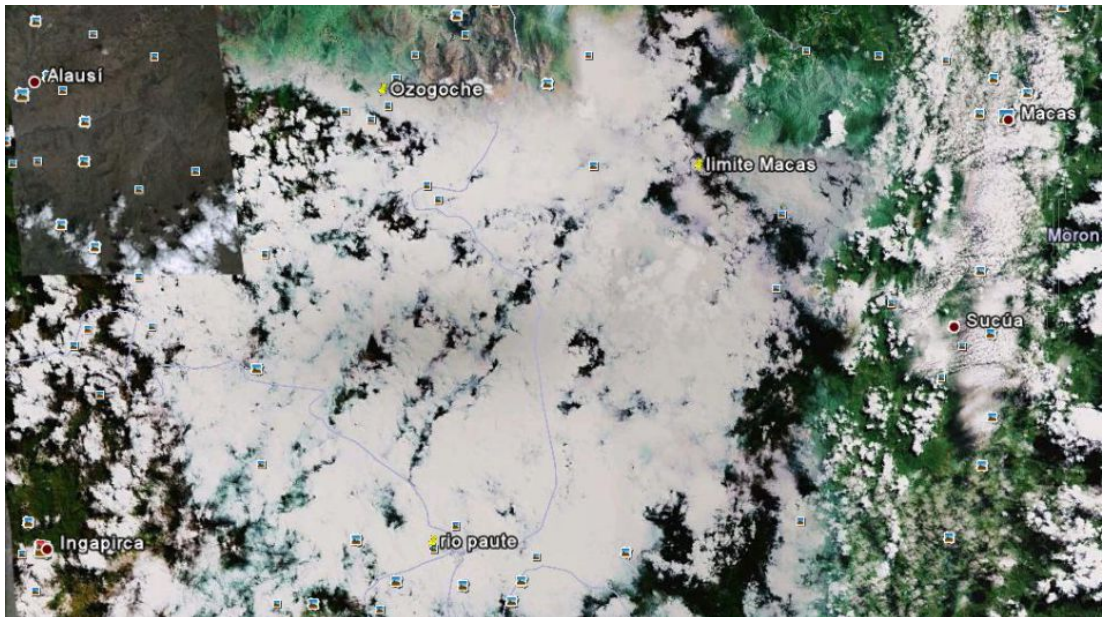


Gráfico No.1

1.3 HIPOTESIS

1.3.1 Existe una mayor rentabilidad por la conservación sustentable de los bosques de la hacienda Jubal sobre la explotación de la madera y el cambio del uso del suelo por la explotación agrícola del mismo.

1.3.2 Mayor beneficio ambiental por la preservación de los bosques y el páramo, conservando la diversidad de la flora y fauna, además no se libera el carbono que se mantiene en el suelo del bosque, mitigando así los efectos climáticos por el calentamiento global.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Demostrar que existe rentabilidad en la conservación de los bosques nativos y el páramo y su contribución para evitar el calentamiento global.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Valorar el volumen de carbono capturado en el bosque
- Enumerar los servicios ambientales que presta el bosque y el páramo ubicados en el terreno.
- Probar distintos escenarios de acuerdo a las características y calidad de la madera existente
- Valorar el volumen y precio de madera explotable
- Difundir la conservación de los bosques y el páramo.

1.5 METODOLOGIA

El estudio es de tipo recopilatorio y analítico, en donde la información es recogida de varias fuentes: Ministerio de Ambiente, FAO, COMAFORS y demás organismos dedicados al estudio y conservación del medio ambiente, en base a estos datos se elaborarán diversos escenarios con lo que obtendremos el valor de la madera en el bosque y el valor del carbono capturado a fin de tener un comparativo de costos – beneficios de los bosques.

- Valorar el volumen de carbono capturado en el bosque

Mediante datos de estudios realizados en el Ecuador, específicamente en la zona escogida se calculará la cantidad de carbono capturado y su precio en el mercado.

- Enumerar los servicios ambientales que presta el bosque y el páramo ubicados en el terreno

En base a información de trabajos ya realizados por distintas entidades de gestión ambiental se procederá con la descripción de cada uno de los servicios ambientales que ofrece el bosque y el páramo

- Probar distintos escenarios de acuerdo a las características y calidad de la madera existente

En base a documentos forestales y estudios botánicos se conocerán los datos exactos de especies de árboles que existen en la zona y sus respectivas características y valor

- Valorar el volumen y precio de madera explotable

Una vez que se han realizado los diferentes escenarios se procederá con la valoración de la madera, existen tres formas: a) cálculo de los costos que se incurren para su reposición b) el costo de oportunidad de uso del área broncosa y c) costo de oportunidad del uso de recursos económicos en la realización de la reposición de la zona, se utilizará la primera forma.

- Difundir la conservación de los bosques

Difusión del presente análisis demostrando la rentabilidad de los bosques y sus beneficios para la sociedad tales como: belleza escénica para la industria ecoturística, recurso hídrico beneficiando a sectores de la economía y sector doméstico; regulación de gases de efecto invernadero que beneficia a la comunidad nacional e internacional; la conservación de suelos que mantiene su productividad; todo esto agrega valor al bosque.

1.6 JUSTIFICACION

Los países desarrollados con el afán de industrializarse han perdido poco a poco sus bosques llegando a tener un mejor nivel de vida pero dejando de lado el medio ambiente y no respetando los bosques que capturan CO₂ emitido por sus industrias.

Una de las causas de la deforestación y degradación de los bosques es no reconocer el valor de los servicios ambientales en términos de

precios de mercado y de métodos para compensar a los propietarios de bosques privados.

Con el avance del deterioro ambiental también ha crecido la preocupación de los países desarrollados por hallar soluciones y herramientas para revertir esta tendencia, una de las cuales ha sido la captura de carbono en bosques nativos y los programas de pagos por servicios ambientales.

A través del tiempo se tiene mayor información del proceso del calentamiento global provocado por la emisión de gases causantes del llamado efecto invernadero provocado por actividades del hombre, reflejando un incremento de la temperatura, el aumento de la agricultura, deforestación, botaderos a cielo abierto, producción industrial y minería, apoyan con este tipo de emisiones.

El Ecuador es uno de los 17 países megadiversos del planeta y tiene importantes ecosistemas como: manglar, páramo, bosque húmedo tropical amazónico, bosque seco, bosque nublado entre otros, esta biodiversidad ha sido un recurso estratégico que ha sustentado el desarrollo de sus habitantes (Gráfico No.2)

Gráfico No.2 Ecosistemas representativos



Nuestro país es muy vulnerable al cambio climático, su capacidad de adaptación a los efectos es limitada a causa de su ubicación geográfica y la pobreza, fenómenos como el de El Niño, cuyo aumento de frecuencia e intensidad ahondan la situación socioeconómica, incremento del nivel del mar, retroceso de glaciares, la disminución de la escorrentía anual en las cuencas hidrográficas; el gobierno ha reconocido que el cambio climático es un desafío que puede afectar la seguridad y bienestar del país, todo esto ha motivado en tomar consciencia de implementar acciones para aplacar efectos directos del calentamiento global.

En el Ecuador existen más de 11`000.000 hectáreas de bosques según datos del Ministerio de Agricultura, de las cuales 37.5% se encuentran bajo el Sistema Nacional de Areas Protegidas (SNAP) y un 24% en manos privados con el riesgo de ser deforestadas, ante este riesgo se presenta una de las formas para disminuir los efectos del cambio climático mediante el pago por los servicios ambientales que

prestan estos bosques dando incentivos monetarios a los propietarios, además se probará que es más rentable conservar los bosques que proceder con su tala y posterior desarrollo de actividades agrícolas.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 CAMBIO CLIMATICO

Se le llama cambio climático a cualquier tipo de alteración en el clima promedio que se presenta en una región a partir de las características de esa zona climática y del nivel de variabilidad de ellas. El cambio climático ha sido un tema que desde hace varias décadas ha formado parte de las investigaciones del medio científico.

El cambio climático, es parte de la naturaleza misma del planeta, “la tierra tiende a experimentar dichos cambios en los patrones climáticos cada cien mil años, con los ciclos de avance y retroceso glacial. Esto se da junto con otros períodos menores de enfriamiento cada veinte mil a cuarenta mil años.” A pesar de este cambio de tipo natural, las acciones del hombre han tenido la capacidad de afectar al clima; en los últimos 150-200 años algunas actividades humanas han tenido influencia en la tasa de cambio del sistema climático.

Las actividades humanas intensificaron la utilización de combustibles fósiles en la industrialización, el transporte, la minería ,la deforestación, entre otros; el uso estos combustibles fósiles han hecho que se acumulen niveles de bióxido de carbono “que no se habían registrado en la tierra desde hace 200,000 años.” . También han aumentado en la atmósfera cantidades notables de gases como: el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los clorofluorocarbonos (CFC's), que forman parte del fenómeno conocido como: El Efecto Invernadero del cual se hablará más adelante, en el largo plazo, estos cambios en la atmósfera se traducirían en “un aumento entre 1 y 3.5 grados centígrados en la temperatura global promedio” de la tierra, mismo que desencadenará sustanciales modificaciones en los patrones de precipitación: aumento en el nivel del mar,

intensificación de temperaturas extremas en algunas regiones del planeta, así como incremento en la humedad del aire. (Ver gráfico No.3)

Con la finalidad de establecer acuerdos comunes, responsabilidades y compromisos para la mitigación y adaptación de estos fenómenos climáticos, la comunidad internacional estableció la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, cuyo resultado constituye el Protocolo de Kioto (Japón 1997). En él, un conjunto de 39 países desarrollados y de economías en transición, se comprometieron a reducir sus emisiones a un nivel inferior no menor de 5% a las de 1990, para el periodo entre los años 2008 y 2012.

Entre los compromisos generales que incluyen a todos los países participantes en la Convención, se encuentra el adoptar programas

Gráfico No.3 Cambio Climático



nacionales para controlar el ritmo de crecimiento de sus emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, por medio de las denominadas medidas y tecnologías de mitigación. Tales acciones se instrumentan a

través de estrategias diversas como el mejoramiento en la producción y uso de la energía o la conservación de los recursos naturales, entre otros.

El calentamiento global es el primer resultado del cambio climático, siendo su causa el aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. A medida que las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan, se incrementan sus concentraciones en la atmósfera; es este aumento el causante de un efecto invernadero más acentuado. (ver gráfico No.4)

Los principales gases de efecto invernadero son el bióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el ozono, el bióxido de azufre y los clorofluorocarbonos. Se pronostica que con una futura duplicación de la concentración de bióxido de carbono atmosférico, la temperatura promedio global aumentará“ entre 1 y 3.5 grados centígrados para el año 2100, sobrepasando las variaciones climáticas observadas en los últimos 10000 años.”

Gráfico No.4 Efecto invernadero

Presentación de algunos gases de efecto invernadero

Al tiempo que aumenta la temperatura global los regímenes de precipitación de la tierra se verán también afectados. En general, se esperaba que la energía adicional en la atmósfera acelerara el ciclo hidrológico, aumentando el promedio de precipitación. Esto a su vez, aumentaría el riesgo de inundaciones y de vientos de altura. También se esperaba que ocurrieran cambios en el patrón estacional y en la variabilidad de la precipitación. Se sabía de antemano que el aumento total en esta última no significaría un ambiente más húmedo, puesto que en muchas regiones el resultado sería la sequía.

Hoy en día sabemos, que todas estas predicciones que se hacían en el pasado respecto a las posibles repercusiones del cambio climático en el planeta se convierten día a día en una realidad irreversible.

Para poder comprender el cambio global climático y el aumento de la temperatura global se debe primero comprender el clima global y cómo opera. El clima es consecuencia del vínculo que existe entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielos (criosfera), los organismos vivientes (biosfera) y los suelos, sedimentos y rocas (geosfera). Sólo si se considera al sistema climático bajo esta visión, es posible entender los flujos de materia y energía en la atmósfera y finalmente comprender las causas del cambio global. Para ello es necesario analizar cada uno de los compartimentos interrelacionados, se comenzará con el más importante, la atmósfera.

La Atmósfera es una capa gaseosa que rodea al planeta Tierra, se divide teóricamente en varias capas concéntricas sucesivas. Estas son, desde la superficie hacia el espacio exterior: troposfera, tropopausa, estratosfera, estratopausa, mesosfera y termósfera.

La atmósfera es uno de los componentes más importantes del clima terrestre. Es el presupuesto energético de ella la que primordialmente determina el estado del clima global, por ello es esencial comprender su composición y estructura. Los gases que la constituyen están bien mezclados en la atmósfera pero no es físicamente uniforme pues tiene variaciones significativas en temperatura y presión, relacionado con la altura sobre el nivel del mar .

La Composición Atmosférica es una mezcla de varios gases y aerosoles (partículas sólidas y líquidas en suspensión), forma el sistema ambiental integrado con todos sus componentes. Entre sus variadas funciones mantiene condiciones aptas para la vida. Su composición es homogénea,

resultado de procesos de mezcla, el 50% de la masa está concentrado por debajo de los 5 km. Los gases más abundantes son el N₂ y O₂.

A pesar de estar en bajas cantidades, los gases de invernadero cumplen un papel crucial en la dinámica atmosférica. Entre éstos contamos al CO₂, el metano, los óxidos nitrosos, ozono, halocarbonos, aerosoles, entre otros. Debido a su importancia y el papel que juegan en el cambio climático global, se analizan a continuación.

El dióxido de Carbono es el más importante de los gases menores, involucrado en un complejo ciclo global. Se libera desde el interior de la Tierra a través de fenómenos tectónicos y a través de la respiración, procesos de suelos y combustión de compuestos con carbono y la evaporación oceánica. Por otro lado es disuelto en los océanos y consumido en procesos fotosintéticos. Sus fuentes naturales son: respiración, descomposición de materia orgánica, incendios forestales naturales. Mientras que sus fuentes antropogénicas son : quema de combustibles fósiles, cambios en uso de suelos (principalmente deforestación), quema de biomasa, manufactura de cemento.

El metano es otro gas de invernadero, CH₄, el metano es producido principalmente a través de procesos anaeróbicos tales como los cultivos de arroz o la digestión animal. Es destruida en la baja atmósfera por reacción con radicales hidroxilo libres (-OH). Como el CO₂, sus concentraciones aumentan por acción antropogénica directa e indirecta.

Fuentes naturales: descomposición de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, también en los sistemas digestivos de termitas y rumiantes. Fuentes antropogénica: cultivos de arroz, quema de biomasa, quema de combustibles fósiles, basureros y el aumento de rumiantes como fuente de carne.

El óxido nitroso (N₂O) es producido por procesos biológicos en océanos y suelos, también por procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial, gases de escape de vehículos de combustión interna, etc. Es destruido fotoquímicamente en la alta atmósfera.

Fuentes naturales: producido naturalmente en océanos y bosques lluviosos. Fuentes antropogénicas: producción de nylon y ácido nítrico, prácticas agrícolas, automóviles con convertidores catalíticos de tres vías, quema de biomasa y combustibles.

El ozono (O₃) en la estratosfera filtra los UV dañinos para las estructuras biológicas, es también un gas invernadero que absorbe efectivamente la radiación infrarroja. La concentración de ozono en la atmósfera no es uniforme sino que varía según la altura. Se forma a través de reacciones fotoquímicas que involucran radiación solar, una molécula de O₂ y un átomo solitario de oxígeno.

También puede ser generado por complejas reacciones fotoquímicas asociadas a emisiones antropogénicas y constituye un potente contaminante atmosférico en la troposfera superficial. Es destruido por procesos fotoquímicos que involucran a radicales hidroxilos, NO_x y cloro (Cl, ClO). La concentración es determinada por un fino proceso de balance entre su creación y su destrucción. Se teme su eliminación por agentes que contienen cloro (CFCs), que en las alturas estratosféricas, donde está la capa de ozono, son transformadas en radicales que alteran el fino balance que mantiene esta capa protectora.

Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) e Hidrofluorocarbonos (HFCs):

Compuestos de origen antrópico que están usándose como sustitutos de los CFCs, sólo considerados como transicionales, pues también tienen efectos de gas invernadero. Por la larga vida que poseen son gases invernadero miles de veces más potentes que el CO₂.

El vapor de agua es un constituyente vital de la atmósfera, en promedio 1% por volumen, aunque con variaciones significativas en las escalas temporales y espaciales. Por su abundancia es el gas de invernadero de mayor importancia, jugando un papel de vital importancia en el balance global energético de la atmósfera.

La variación en la cantidad de aerosoles afecta también el clima. Incluye polvo, cenizas, cristales de sal oceánica, esporas, bacterias, etc., etc. Sus efectos sobre la turbidez atmosférica pueden variar en cortos periodos de tiempo, por ejemplo luego de una erupción volcánica. En el largo plazo, los efectos son bastante equilibrados debido al efecto natural de limpieza atmosférica, aunque el proceso nunca es completo. Las fuentes naturales se calculan que son 4 a 5 veces mayores que las antropogénicas. Tienen el potencial de influenciar fuertemente la cantidad de radiación de onda corta que llega a la superficie terrestre.

Como conclusión la atmósfera esta principalmente constituida por nitrógeno, oxígeno y algunos otros gases y aerosoles que regulan el sistema climático, al regular el balance energético entre la radiación solar incidente y la radiación terrestre que se emite.

Una vez explicados los elementos que conforman la atmósfera así como sus fuentes y funciones, será mejor la comprensión del por qué de los cambios climáticos:

La energía del sol que logra pasar a la atmósfera terrestre tiene la función de calentar la superficie de la Tierra. Esta energía, luego es liberada de la superficie hacia el espacio en forma de radiación infrarroja . El vapor de agua, el dióxido de carbono y los otros gases de efecto invernadero que existen en la atmósfera absorben gran parte de la radiación infrarroja que emite la Tierra, impidiendo que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio. Posteriormente esta radiación es liberada a la atmósfera

por corrientes de aire, evaporación, lluvias, etc. Si la superficie de la Tierra pudiera irradiar libremente la energía, nuestro planeta sería un lugar frío y sin vida. Por lo que los gases de efecto invernadero ayudan a mantener una temperatura adecuada en la Tierra. Al aumentar la capacidad de la atmósfera para absorber la radiación infrarroja, debido al exceso de emisiones de gases de efecto invernadero, se altera la forma en que el clima mantiene el equilibrio entre la energía que entra y sale de la atmósfera. Según el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente si los gases de efecto invernadero se emiten al ritmo actual, en la próxima década la Tierra dejará de emitir 2% de energía hacia el espacio lo que equivale a retener el contenido energético de 3 millones de toneladas de petróleo por minuto.

El calentamiento global se genera cuando la radiación infrarroja no puede salir de la Tierra ya que la capa en la atmósfera se vuelve más espesa debido al exceso de gases de efecto invernadero.

El Efecto Invernadero se basa específicamente en que la Tierra debe liberar al espacio la misma cantidad de energía que absorbe del sol, la energía solar llega en forma de radiación de onda corta, (radiación de longitudes de onda inferior a 4 micras. Una micra es la unidad de longitud igual a la millonésima del metro o a la milésima de milímetro) parte de la cual, es reflejada por la superficie terrestre y la atmósfera. La mayor parte pasa directamente a través de la atmósfera para calentar la superficie de la Tierra. Ésta desprende dicha energía enviándola nuevamente al espacio en forma de radiación infrarroja, sin embargo, el vapor de agua, el dióxido de carbono entre otros “gases que han provocado el efecto invernadero”, que es un efecto natural del planeta, absorben gran parte de la radiación (infrarroja) ascendente que emite la Tierra, impidiendo que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio, con lo cual se experimenta un calentamiento y es el que ha mantenido una temperatura media del planeta apta para la vida.

A su vez, otros procesos como: las corrientes de aire, la evaporación, la formación de nubes y las lluvias transportan dicha energía a altas esferas de la atmósfera y contribuyen a la liberación de energía hacia el espacio. Sin embargo, son considerados también un gas del efecto Invernadero, aunque de distinta manera a los anteriormente citados, ya que debido a la evaporación (evaporación: cambio del estado líquido a vapor) de los mares, lagos y vegetación, se condensa (condensación: proceso en el cual el vapor pasa a líquido) para formar las nubes reflejando y devolviendo parte de la energía entrante del sol.

La envoltura gaseosa de la Tierra funciona como techo protector de las radiaciones procedentes del Sol, cuerpos celestes y como base de la vida terrestre (como fuente de oxígeno para el reino animal y de anhídrido carbónico para el reino vegetal). La atmósfera regula la temperatura terrestre, evita que existan contrastes grandes entre dos períodos (por ejemplo: entre el día y la noche), como suele suceder con los astros que carecen de cobertura atmosférica (por ejemplo: la luna). Como se mencionó anteriormente, la variedad en las actividades humanas son causantes de la emisión de gases del efecto invernadero en la atmósfera, especialmente el CO₂, N₂ y CFC's.

Las emisiones de estos gases pueden clasificarse como originados por la producción y la utilización de energía, las actividades industriales no productoras de energía, los sistemas de agricultura y los cambios en la utilización de la tierra, entre ellas la deforestación. Sin embargo, los estudios realizados han demostrado que hasta 1990 los gases Por esta razón, es muy importante comprender que el Efecto Invernadero se caracteriza por el calentamiento de las capas inferiores de la atmósfera, debido a que la radiación solar que penetra en la atmósfera sufre absorción y reflexión (49%), mientras la superficie terrestre absorbe un 51%. Por otra parte, la radiación terrestre es absorbida por la atmósfera en una proporción también importante.

Mientras tanto, el Calentamiento Global está altamente relacionado con los principales gases del Efecto Invernadero. Por lo tanto, un paulatino aumento térmico debido al calentamiento induciría a un mayor calentamiento.

Con base a los estudios realizados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), se ha determinado que de continuar con el incremento tan significativo de los gases relacionados al Efecto Invernadero en los próximos 50-100 años, la concentración del CO₂ en la atmósfera podría duplicarse. Producto al desarrollo que ha tenido el hombre en el campo de energía, industria, agricultura, manejo de desechos, cambio en el uso de la tierra, etc.

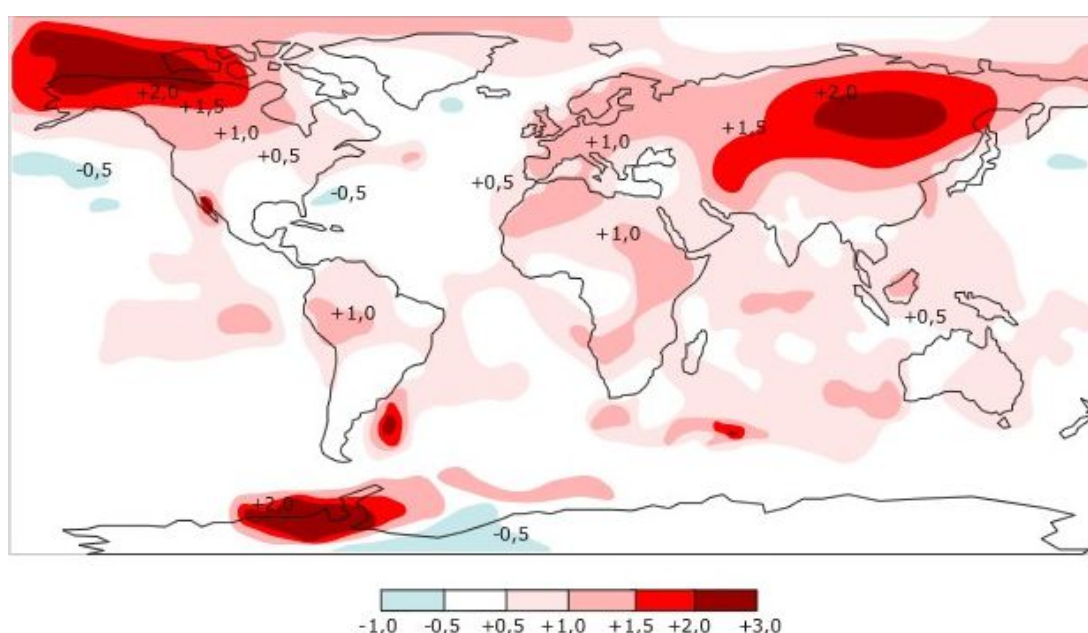
Otro aspecto importante relacionado con el Cambio Climático se refiere a la disminución de la capa de Ozono (capa que protege la superficie de la tierra de la radiación ultravioleta, es decir, radiación de longitud de onda inferior a unas 0.3 micras; este fenómeno produce cáncer de piel, daños en los ojos y disminuye el rendimiento del sistema que protege al ser humano de otro tipo de enfermedades).

El Ozono, es uno de los gases atmosféricos que impide que la radiación ultravioleta del Sol llegue a la superficie de la tierra. Ésta se presenta en la estratosfera a una altitud comprendida entre los 10 y 45 km, hallándose su concentración máxima, aproximadamente, entre los 18 y 30 km. En algunos lugares ya se ha observado el ozono troposférico como parte del smog (mezcla de niebla y humo).

Los estudios realizados han determinado, la alta probabilidad del Calentamiento Global en las próximas décadas de continuarse con el incremento de estos gases en la atmósfera. Sin embargo, existe la incertidumbre en cuanto a su magnitud, cronología y distribución de los impactos en los patrones del clima regional.

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), auspiciado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), emitió en 1990 la primera evaluación sobre la magnitud de los cambios climáticos y sus impactos, coincidiendo en que la temperatura promedio de la tierra se incrementaría aproximadamente en 2°C entre el año 2050 y 2100 si la concentración de gases se duplicara. (ver Gráfico No.5)

Gráfico No.5 Temperaturas 1954-2004



Se han considerado como las principales consecuencias del cambio climático en los últimos años a los siguientes factores:

a. El descongelamiento de las nieves eternas en las regiones sub-polares afectan la estabilidad de los suelos causando severos daños en las infraestructuras: carreteras, autopistas, edificios y aeropuertos.

b. Al calentarse las regiones templadas favorecerá al aumento de enfermedades y parásitos que no son comunes en ciertas regiones, afectando a millones de personas que carecen de inmunidad. Así mismo

aumentará la incidencia de plagas y enfermedades en la agricultura y reduciendo de esta forma las cosechas.

c. Los cambios en los patrones de lluvias obligará a variar las temporadas de siembra y cosechas, alterando la oferta en los mercados y la disponibilidad de alimentos. También se incrementará la erosión y la incidencia de inundaciones, la disposición de agua potable tanto para las necesidades básicas como para la irrigación de la producción de energía eléctrica. Además, reducirá la proporción de humedad, aumentará la posibilidad de producirse incendios forestales.

d. Considerando que los ecosistemas dependen de un balance de suelo, lluvia y temperatura para su existencia, estos cambios alterarán a los ecosistemas con los consecuentes resultados.

e. La vida silvestre costera tenderá a desaparecer y aumentará la salinidad de los suelos al producirse las variaciones en el nivel del mar. Algunas especies emigrarán, pero la gran mayoría no podrá adaptarse a los cambios y posiblemente muchas de ellas desaparecerán.

f. El incremento en el nivel del mar y por lo tanto la inundación en zonas costeras, obligará a millones de personas que habitan esas regiones a emigrar, por lo que requerirán alimentación, vivienda, servicios de salud, mantenimiento, etc. en las nuevas regiones donde se trasladen.

g. Se estima que debido al calentamiento, serán más frecuentes los disturbios meteorológicos, tales como: tormentas y huracanes tropicales.

El cambio climático se visualiza como un fenómeno que se presentará a largo plazo, pero las consecuencias provenientes de las políticas y acciones que impongan otros países y la comunidad internacional en general, tendrán un impacto en el corto plazo en los contextos económico, social y ambiental de nuestro país.

Se estima que en los países desarrollados, los costos de aplicación de programas de mitigación para el cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones, pueden llegar a ser significativos e incluso disminuir el ritmo de crecimiento económico esperado. Se prevé una redistribución geográfica de las industrias con alto consumo energético de los países industrializados hacia los países en desarrollo.

2.2 BOSQUE NATIVO COMO SUMIDERO DE CARBONO

El bosque nativo es un ecosistema arbóreo, caracterizado por la presencia de árboles y arbustos de múltiples especies nativas, edades y alturas variadas, regenerado por sucesión natural, con una asombrosa biodiversidad de vegetales, animales y microorganismos, que viven en armonía.

El Bosque Nativo Primario, es aquel que mantiene su estructura original, de manera inalterada o con diferentes grados de intervención humana. Las materias primas que de él se obtienen han servido desde la antigüedad como fuente de energía para generar calefacción, producción de ladrillos y cerámicas, cocción de alimentos, confección de balsas y barcos de transporte acuático, para la confección de utensilios de caza, pesca y de cocina; posteriormente para la fabricación de viviendas, puentes y durmientes de ferrocarril; para elaborar el papel empleado en el desarrollo de la educación y cultura en forma de textos, libros y cuadernos; para la confección de muebles de dormitorio, sala, comedor, jardín y oficina; y pupitres de escuelas, colegios y universidades. Del bosque nativo se han extraído medicinas y frutos comestibles, así como sustancias para el desarrollo de industrias del caucho, para curtir pieles para abrigo y calzado, entre muchos otros.

Ha servido a toda la humanidad, desde siempre, ya sea directa o indirectamente. Sin embargo en algunas ocasiones, las malas prácticas de aprovechamiento, que ha empleado el hombre en los bosques nativos o el excesivo uso de los bienes, ha terminado con este noble recurso en muchos países, y en otros se sigue este mismo camino; dejando atrás tierras erosionadas por el viento y la lluvia.

Afortunadamente el bosque es un recurso renovable, por ello, las tierras forestales que han sido desprovistas de su cubierta boscosa original, pueden ser recuperadas mediante el establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Los nuevos bosques así formados por el hombre son capaces de mejorar la calidad de los suelos, incrementar la biodiversidad y restituir los servicios ambientales que el ser humano eliminó.

Gran parte del bosque primario ha sido sustituido por cultivos agropecuarios extensivos para atender los requerimientos de una población creciente, o para el establecimiento de centros poblados. A ello se agrega la mala interpretación de la Ley de Reforma Agraria y Colonización, que fue establecida en los países de América Tropical (a partir de los años 60`s) como requisito para la adjudicación de tierras a favor de los colonos, por parte del Estado. Los bosques nativos también pierden su cobertura original por los altos niveles de pobreza de sus propietarios, que encuentran en los bienes del bosque, una fuente de ingresos para suplir sus necesidades básicas de alimentación y salud.



(foto 1. Bosque Nativo)

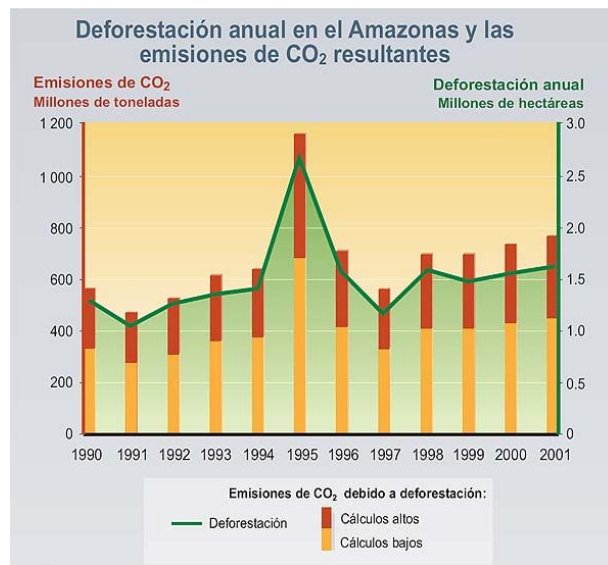
La falta de políticas de fomento agropecuario relativas a: desarrollo tecnológico, zonificación y uso adecuado del suelo, comercialización, crédito y colonización dirigida, han provocado disminución de la producción y empobrecimiento de los suelos, causando el abandono de muchas tierras. Cuando estos terrenos son dejados a merced de la naturaleza y al ser el bosque un recurso renovable, de manera frecuente hay una respuesta positiva, lo que da paso al desarrollo del bosque nativo secundario.

La finalidad de los bosques se puede orientar a la protección de la biodiversidad o a la generación sustentable de bienes o materias primas para cubrir las necesidades de la humanidad. En el primer caso se los conoce como Bosques de Protección y en el segundo, como Bosques de Producción.

Además los bosques poseen el rol de sumideros de carbono, esta función se manifiesta por la vegetación que a través de la fotosíntesis, transforma energía solar en química absorbiendo CO₂ del aire para fijarlo en forma de biomasa, y libera a la atmósfera oxígeno (O₂). Los bosques, en particular, juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono (C) ya que:

- almacenan grandes cantidades de C en su biomasa (tronco, ramas, corteza, hojas y raíces) y en el suelo (mediante su aporte orgánico)
- intercambian C con la atmósfera a través de la fotosíntesis y respiración
- son fuentes de emisión de C cuando son perturbados por causas naturales, por ejemplo incendios, avalanchas, etc., o antropicas, como la quema para habilitar campos a actividades agropecuarias, explotaciones forestales sin conceptos silviculturales, etc.
- pero también son sumideros (transferencia neta de CO₂ del aire a la vegetación y al suelo, donde son almacenados) cuando se abandonan las tierras perturbadas, que se recuperan mediante la regeneración natural.

Gráfico No.6 Deforestación y emisiones de CO₂



Los bosques pueden pasar de sumideros de CO₂ a fuente de emisiones a través de la deforestación y contribuir al invernadero, pueden seguir siendo un sumidero si se contribuye a contrarrestar la tasa de destrucción o se incrementa la reforestación puesto 3,667 toneladas de CO₂ que se encuentren en la atmosfera son absorbidas en una tonelada de carbono capturado en los bosques. Los bosques tropicales contienen el 80% del carbono almacenado sobre el suelo en ecosistemas terrestres y el 40% de todo el carbono del suelo contiene alrededor del 60% de la biomasa mundial y el 25% del carbono del suelo. (ver Gráfico No.6)

El hombre, a través del manejo silvicultural de los bosques nativos existentes, y por la creación de nuevos bosques mediante forestaciones y reforestaciones en áreas donde no existen árboles, es capaz de alterar las reservas y flujos de C forestal, modificando su papel en el ciclo del C y utilizando con ello su potencial para mitigar los cambios del clima.

El servicio de captación de carbono de los bosques no tienen precio, esta es una imperfección del mercado, porque no internaliza los costos reales que tiene para la sociedad el uso excesivo de un bien o servicio ambiental, impulsando la deforestación. Como se puede apreciar en el Mapa No. 2 la superficie deforestada especialmente en Asia y Europa es mayor la cantidad

de bosques remanentes, por ello se debe impulsar el conservar las reservas sólidas de carbono en los bosques porque son el respaldo para evitar que el cambio climático siga impactando en mayor grado al mundo entero.

2.3 EL PÁRAMO

Es difícil calcular la extensión del ecosistema páramo porque se han utilizado diferentes definiciones y métodos, y porque procesos como el continuo avance del páramo por ciertas prácticas humanas hacen que su extensión varíe con el paso del tiempo. Además, hay discusiones fundamentales si un área degradada o una plantación de pino es todavía páramo o no. Una estimación de la extensión del páramo en el sentido estricto de la palabra, es decir, sin considerar otros ecosistemas muy parecidos pero conocidos con otros nombres y presentes en otros continentes, arroja la cifra aproximada de 35 000 km². El Proyecto Páramo (1999), con base en interpretación de imágenes satelitales del 1998 y considerando solamente los páramos que todavía mantienen su cobertura vegetal típica, generó el dato de que los páramos en el Ecuador cubren cerca de 12 600 km², lo que equivale a casi el 5% del territorio nacional. Se estimó que son 500 000 personas las que viven en los páramos y los usan de manera directa. Sin embargo, una cantidad de personas que puede llegar a ser, de hecho, la mayoría de la población ecuatoriana depende indirectamente de este ecosistema, especialmente por su importancia en el abastecimiento de agua (de riego y potable) e hidroelectricidad

Foto No.2 El páramo



Origen

La palabra páramo, aparentemente un vocablo de origen celta incorporado tempranamente al español, es el nombre que se les da a los ecosistemas típicos de las grandes alturas tropicales de América del Sur (Venezuela, Colombia, Ecuador y N de Perú, con pequeñas extensiones en Panamá y Costa Rica). La palabra debe haber sido empleada por los primeros españoles al ver en los páramos algo parecido a las áreas castellanas yermas y desprovistas de árboles que llevan también ese nombre. Desde un punto de vista ecológico, los páramos se encuentran solamente en las montañas incluidas dentro del cinturón tropical. A pesar de que no se llaman páramos, existen ecosistemas ecológicamente idénticos que, estando en partes del mundo distintas a las comúnmente asociadas con este nombre. En términos estrictos, el ecosistema llamado páramo solo se encuentra en el Neotrópico. Por otro lado, los páramos no son los únicos sistemas ecológicos que se encuentran en las montañas tropicales.

Existe un paralelismo entre la latitud y la altitud. Una diferencia clara es que, al alejarse del ecuador hacia los polos, las zonas van adquiriendo una estacionalidad anual, mientras que al alejarse hacia arriba desde el nivel del

mar lo que aparece es una estacionalidad diaria (algo que puede resumirse en la frase "verano todos los días e invierno todas las noches". La diferencia entre la zonación latitudinal y altitudinal es básica y determina el tipo de clima y de animales y plantas que pueden vivir en uno u otro sitio. Por ejemplo, los animales que viven en las zonas polares tienen que hibernar varios meses para sobrevivir en el intenso frío y en una época en la que no hay alimento. En los páramos, a pesar de que son fríos y cercanos a las nieves eternas, no hay animales que necesiten hibernar meses enteros; sin embargo, hay casos como el del colibrí *Oreotrochilus chimborazo* que "hiberna" durante las horas más frías del día.

Otras diferencias son que la vegetación en los páramos es siempre verde, en contraste con la caída de hojas y amarillamiento que presenta una buena parte de la vegetación de los ecosistemas de latitudes lejanas. En cuanto a los suelos, respectivamente hay una gran cantidad de materia orgánica bajo la tierra frente a una cantidad mínima sobre él. Por otro lado, en las altas latitudes, al contrario de lo que sucede en las grandes alturas, no se requieren adaptaciones contra la irradiación ultravioleta.

2.4 LEGISLACION INTERNACIONAL

2.4.1 Convenio Marco de Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático se adoptó durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (también conocida como "La Cumbre de la Tierra"), en junio de 1992 en Brasil. Para septiembre de 1997, ya eran 169 los países que la habían ratificado. (Foto No.3)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) de 1992 forma parte de una serie de acuerdos por medio de los cuales los países de todo el mundo se han unido para hacer frente a este problema. Otros tratados abordan cuestiones como la contaminación marina,

la desertificación, el deterioro de la capa de ozono, y la rápida extinción de especies animales y vegetales. La Convención sobre el Cambio Climático enfoca un problema especialmente inquietante: estamos alterando la forma en que la energía solar interactúa con la atmósfera y escapa de ella y esto quizás modifique el clima mundial. Entre las consecuencias posibles podría producirse un aumento de la temperatura media de la superficie de la Tierra y cambios en las pautas meteorológicas a escala mundial.

La CMCC ha sido ejecutada con la conformación de cuatro tipos de órganos básicos. El primero es el denominado Conferencia de las Partes (COP) que se encarga de la aplicación de la Convención, de la interpretación de su marco general y su protocolización. Otro órgano es la Secretaría de la Convención radicada en Bonn, que se encarga de dar apoyo a la COP. Otro tipo de órganos son los Cuerpos subsidiarios para avances científicos y

Foto No.3 Convenio Marco de Cambio Climático



tecnológicos (SBSTA) , el Organismo Subsidiario para la Implementación (SBI) y el Grupo Ad Hoc del Mandato de Berlín (AGBM).

Por último, se concibió un órgano financiero de la Convención que recayó en el Global Environmental Facility (GEF), que es un fondo constituido por varios organismos financieros internacionales.

Los compromisos adquiridos en la Convención Marco de Cambio Climático son:

- **Un marco general** — En la Convención Marco se establece un marco general para los esfuerzos internacionales encaminados a abordar el problema del cambio climático. Se declara que el objetivo supremo de la Convención es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida que el clima se perjudique. La Convención gozaba de un respaldo prácticamente universal en junio de 2007, 191 países la habían ratificado. Esos países se denominan Partes en la Convención.
- **Presentación de informes sobre las emisiones** — Las Partes en la Convención acordaron algunos compromisos para buscar solución al cambio climático. Todas las Partes deben preparar y presentar periódicamente informes especiales denominados comunicaciones nacionales. Estas comunicaciones nacionales deben contener información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero de esa Parte y explicar las medidas que se han adoptado y los planes que se ejecutarán para aplicar la Convención.
- **Programas nacionales** — La Convención obliga a todas las Partes a poner en práctica programas y medidas nacionales para controlar las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos del cambio climático. Las Partes también se comprometen a promover el desarrollo y la utilización de tecnologías que no perjudiquen al clima; a educar y sensibilizar al público acerca del cambio climático y sus efectos; a explotar los bosques y otros ecosistemas de manera sostenible para que puedan eliminarse los gases de efecto invernadero de la atmósfera y a cooperar con las demás Partes en estas actividades.
- **Compromisos de los países industrializados** — Los países industrializados, que se denominan Partes en el anexo I, según la Convención, tienen otros compromisos. Estas Partes, al principio, acordaron emprender políticas y medidas con el objetivo concreto de hacer que para el año 2000 sus emisiones de gases de efecto

invernadero regresaran a los niveles que tenían en 1990. Las Partes en el anexo I también deben presentar comunicaciones nacionales más frecuentes y preparar por separado informes anuales sobre sus emisiones nacionales de gases de efecto invernadero.

- **Intercambio de tecnologías** — Los países desarrollados más ricos deben promover y facilitar también la transferencia de tecnologías que no perjudiquen al clima a los países en desarrollo y a los países con economías en transición. Deben aportar asimismo recursos financieros para ayudar a los países en desarrollo a cumplir sus compromisos por conducto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, que actúa como mecanismo financiero de la Convención y por medio de mecanismos bilaterales y otros mecanismos multilaterales.

2.4.2 Protocolo de Kioto

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kyoto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios de dichos países pactaron reducir en al menos un 5% en promedio las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004. (ver Mapa No.3)

El objetivo principal es disminuir el cambio climático antropogénico cuya base es el efecto invernadero. Según las cifras de la ONU, se prevé que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1,4 y 5,8 °C de aquí a 2100, a pesar que los inviernos son más fríos y violentos. Esto se conoce como Calentamiento global. «*Estos cambios repercutirán gravemente en el ecosistema y en nuestras economías*», señala la Comisión Europea sobre Kyoto.

Una cuestión a tener en cuenta con respecto a los compromisos en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es que la energía nuclear queda excluida de los mecanismos financieros de intercambio de tecnología y emisiones asociados al Protocolo de Kioto, pero es una de las formas de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en cada país. Así, el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) en su

Mapa No.3 Participación de países en Protocolo de Kyoto



cuarto informe, recomienda la energía nuclear como una de las tecnologías clave para la mitigación del calentamiento global.

Entre los compromisos contraídos están:

- **Estabilización de los gases de efecto invernadero** — El Protocolo de Kioto de 1997 comparte con la Convención el objetivo supremo de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida la interferencia peligrosa con el régimen climático. En la consecución de este objetivo, el Protocolo de Kioto se basa y hace hincapié en muchos de los compromisos ya contraídos en virtud de la Convención. Sólo las Partes en la Convención pueden ser Partes en el Protocolo.

- **Metas obligatorias para los países desarrollados** — Aunque todas las Partes han acordado seguir promoviendo el cumplimiento de sus actuales compromisos contraídos en virtud de la Convención, sólo las Partes en el anexo I contrajeron nuevos compromisos en virtud del Protocolo. Estas Partes han acordado concretamente cumplir metas obligatorias en relación con las emisiones en el período 2008 – 2012.
- **Vigilancia del cumplimiento** — Para apoyar la aplicación de estos mecanismos y promover el cumplimiento por las Partes en el anexo I de sus metas de emisión, en el Protocolo de Kyoto se reafirmaron los procedimientos de presentación de informes y examen de la Convención y se creó un sistema electrónico de bases de datos y se pidió que se crearan registros nacionales para dar seguimiento a las transacciones previstas en el mecanismo de Kyoto. También se estableció un comité de cumplimiento que tiene autoridad para determinar las consecuencias y aplicar medidas en casos de incumplimiento.
- **Nuevos instrumentos para reducir las emisiones** — Para ayudar a los países industrializados a cumplir sus metas obligatorias y promover el desarrollo sostenible en los países en desarrollo, el Protocolo de Kyoto estableció tres mecanismos innovadores: el comercio de los derechos de emisión, la aplicación conjunta y el mecanismo para un desarrollo limpio o MDL.

2.4.2.1 Comercio de Emisiones

Los créditos se pueden comercializar de acuerdo al artículo 17 del Protocolo, de comercio de emisiones, en el cual los permisos de los países del Anexo I pueden transferir una parte de ellos a una “cantidad asignada” (el objetivo de nivel de emisiones por cada Parte durante el período de compromisos) a otra Parte del Anexo I, mediante un mercado especial creado con este propósito. Además, si un país reduce sus emisiones, más

allá de lo que está obligado, el superávit lo puede comercializar hacia otro país que lo requiera, definido como el comercio internacional de emisiones (IET).

2.4.2.2 Implementación Conjunta

El artículo 6 alude a este mecanismo, mediante el cual los países del Anexo I pueden implementar proyectos que reduzcan los GEI en sus fuentes, o su remoción a través de los “sumideros”, en los territorios de otros Países del Anexo I, y los créditos resultantes son “unidades de reducción de emisiones” (ERU³⁰) dentro de sus objetivos de emisiones ³¹. Bajo esta provisión, el país X invierte en un proyecto que reduce las emisiones de GEI o mejora la absorción en el país Y. En retorno para esta inversión el País X podría adquirir los resultados de la reducción de emisiones, las cuales podrían ser vendidos o utilizados.

2.4.2.3 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

El MDL provee a los países o compañías los instrumentos para tomar medidas que reduzcan los GEI (en un limitado número de proyectos de secuestro) en los países en desarrollo, estos proyectos deben ser consistentes con el Desarrollo Sustentable (DS) definido por el país huésped. En retorno, la compañía inversora recibe “Certificados de reducción de emisiones” (CERs³²) que le permitirán cumplir con los objetivos de reducción del país del Anexo I.

El artículo 12.5 del protocolo de Kioto, trata de la adicionalidad, el cual es un componente clave para la elegibilidad de los proyectos. La adicionalidad ambiental constituye la base cuantitativa para obtener créditos por reducción certificada de emisiones. Los certificados de reducción de emisiones (CERs)⁴⁰ se pueden dividir en CERs por implementación de tecnologías, por captura de carbono en las plantaciones forestales, o por evitar las emisiones de GEI, que son los proyectos elegibles bajo este mecanismo.

Además los países que deseen ser parte del MDL deben cumplir con tres requisitos de participación: participación voluntaria del país, designación de una Autoridad Nacional en el MDL y definir sus indicadores para conocer en qué medida los proyectos MDL contribuyen con el DS.

2.4.2.4 La relevancia de los MDL en los bosques nativos del Ecuador

Actualmente existen 11,473,343 (42%) hectáreas (114.733 Km²) de bosque nativo, 78,000 hectáreas de plantaciones forestales implantadas y 4,469,800 hectáreas (37.5%) pertenecientes al SNAP. Del total de bosques nativos el 80% está localizado en la región amazónica, 13% en la región costa y 7% en la Sierra. La última es la que más cambios a sufrido.

Ecuador tiene la tasa de deforestación anual promedio es de 106.500 hectáreas (INEFAN, 1995. No existen datos actualizados), la deforestación producida corresponde aproximadamente a un 90% de los bosques nativos húmedos y 10% de bosques nativos secos; con estas tasas de eliminación de bosques se está emitiendo millones de toneladas anuales de carbono (C) a la atmósfera.

Las emisiones del sector forestal son generadas básicamente por el cambio en las existencias en pie de bosques y de otra biomasa leñosa, y por la conversión de bosques y praderas.

Las principales causas de deforestación son la exploración y producción de petróleo; construcción de carreteras y explotación de madera; agricultura y ganadería; industrias camaroneras, pesqueras y mineras; presión demográfica; colonización sin control; problemas estructurales del sector agrícola, desempleo rural y migración. Los esfuerzos para evitar la deforestación se han realizado ha través de la reforestación, donde la conservación de los bosques nativos tiene un futuro bastante incierto.

2.4.2.5 Protocolo de Kyoto en Ecuador

El Ecuador no se encuentra dentro de los países del Anexo I, por tanto no está obligado a reducir sus emisiones, las cuales para el año 1990 (Ministerio de Agricultura, 1998: 25) fueron 35,234.62 Gt de carbono, provenientes en mayor porcentaje de la energía, con un 56.06%, y de los cambios en el uso del suelo, en un 39.17%.

Siendo un país fuera del Anexo I, se pueden implementar los proyectos del MDL dentro del país, por parte de los países desarrollados, para obtener créditos, que permitan alcanzar sus metas de reducción de emisiones y cumplir con sus compromisos adquiridos del Protocolo de Kyoto. Con lo cual, el país podría cumplir con el objetivo nacional de redistribución de la riqueza y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En el contexto del MDL del Protocolo de Kyoto, Ecuador, de acuerdo al Consejo Nacional del Clima y representado por el Ministro del Ambiente propuso dos objetivos que incluye la participación en los cambios y oportunidades del mercado de carbono:

- Definición e implementación del proceso de validación de proyectos MDL a nivel nacional.
- Promover e implementar la capacidad nacional (pública y privada) para preparar proyectos MDL y para generar cantidades significantes de CERs. Para conseguir los objetivos propuestos se estableció la Corporación para la Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio (CORDELIM).

2.4.3 REDD Deforestación Evitada

Reducción de Emisiones de Carbono Asociadas a la Deforestación y Degradación (REDD) o bien simplemente Deforestación Evitada se refiere

un conjunto de mecanismos (aun en consolidación) para compensar por la reducción de emisiones de gases efecto invernadero provenientes de la deforestación y la degradación de bosques. REDD surge como una propuesta de Mecanismo de Mitigación en el proceso de la CMNUCC.

En 1997 se propuso que RED (con una D) sea considerado como uno de los mecanismos de mitigación aplicables al primer periodo de compromisos (2008-2012) asumidos en el marco del Protocolo de Kyoto. Pero en el 2000 se rechaza dicha posibilidad en la COP 7 (Marrakech) cuando se definieron los mecanismos aplicables al primer periodo de compromisos asumidos en el marco del Protocolo de Kyoto. De manera que RED desde entonces siguió desarrollándose como una idea para el mercado voluntario. El 2005 a solicitud de 10 países liderados por Papúa Nueva Guinea y Costa Rica durante la COP 11 (Montreal) se acordó iniciar un proceso de dos años de revisión de experiencias y asuntos técnicos, científicos y metodológicos relacionados con diferentes enfoques de política e incentivos positivos para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero por deforestación para países en desarrollo.

El 2007 el SBSTA recomendó incluir también a la degradación como una fuente de emisiones de GEI a reducir. Y así aparece el REDD con dos "D". En la COP 13 (Bali) se incluyó la REDD a la "Hoja de Ruta" como mecanismos a ser estudiados para así ser considerados en el segundo periodo de compromisos del Protocolo de Kyoto (a partir del 2012). En el 2009, en la SBSTA y AWG LCA de junio (Bonn) se discutieron los aspectos técnicos y el marco normativo para REDD en el futuro régimen climático y en la COP15 (Copenhague) se propuso su inclusión a partir del 2012.

En la COP 15, el tema de REDD+ fue uno de los temas que suscitó más interés por parte de la sociedad civil y muchas de las delegaciones. El tema se trató en el SBSTA y en el grupo ad hoc de trabajo sobre compromisos a

largo plazo (AWG LCA). En SBSTA se logró un documento con parámetros generales metodológicos para REDD, y una visión del trabajo que faltaría por hacer bajo ese órgano, que es significativo.

La decisión en la cual se trabajó intensamente bajo AWG LCA quedó entre paréntesis, y el texto no fue acordado por las partes, es por ello que no tuvo aprobación. Se avanzó mucho en temas como las actividades elegibles y escala, aunque este último no se alcanzó a definir íntegramente.

En el acuerdo de Copenhague del cual tomó nota la COP y quedó sujeto a ratificación por las partes, se reconoció el rol crucial de REDD+ en la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para combatir el Cambio Climático y se acordó proveer incentivos por medio del establecimiento de un mecanismo que incluirá REDD+, para movilizar recursos de países desarrollados a países en desarrollo con bosques del 2010 al 2012.

Respecto del marco metodológico para implementar REDD se puede decir que actualmente no hay uno oficial. Este se definirá a partir de la COP16 a desarrollarse en México en 2010 en un proceso que puede demorar entre uno y tres años. Sin embargo vale la pena mencionar que en la actualidad existen estándares voluntarios como CCB y VCS que están orientados al mercado voluntario de reducción de emisiones.

Según Scholz & Schmidt (2008), la idea básica detrás del acrónimo REDD es sencilla: los países que estén dispuestos y puedan reducir las emisiones de carbono provenientes de la deforestación deben ser compensados financieramente. Los enfoques previos para reducir la deforestación global han sido poco exitosos, sin embargo REDD provee un nuevo marco para permitir a los países que sufren el problema de la deforestación romper con esa tendencia histórica (PARKER, 2008).

2.4.3.1 Objetivos

Según PARKER (2008), el primer objetivo de REDD es reducir las emisiones. El Plan de Acción de Bali, adoptado en la Conferencia de las Partes COP 13 (CMNUCC, 2008), declara que un enfoque comprensivo para mitigar el cambio climático deber incluir: «Enfoques políticos e incentivos positivos sobre temas relacionados a la reducción de emisiones producidas por la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo, así como el rol que deberán tener la conservación, el manejo forestal sostenible y la mejora o puesta en valor de los stocks de carbono forestal en países en desarrollo».

Recientemente, la “+” en REDD+ ha ido captando mayor atención hacia actividades relativas a la conservación y mejora o puesta en valor de los stocks de carbono.

El potencial del mecanismo REDD es extenso. Al mismo tiempo que REDD se ocupa del cambio climático, simultáneamente enfrenta la pobreza rural, ayuda a conservar la biodiversidad y promueve el sostenimiento de vitales servicios para el ecosistema (PESKETT, 2008).

Aunque estos beneficios son reales y merecen grandes consideraciones, la pregunta crucial es en qué medida la inclusión de los objetivos de desarrollo y de conservación promoverán el éxito del Acuerdo Marco REDD, de lo contrario, complicarán o, incluso, impedirán el proceso de negociaciones actualmente en curso.

2.4.3.2 Futuro de REDD

Según KAROUSAKIS (2008) se han hecho grandes progresos desde la COP11, cuando Papúa Nueva Guinea propuso integrar REDD dentro de la CMNUCC, ya que desde entonces la CMNUCC

ha recibido muchas propuestas y un gran número de actividades empezaron a gestarse y asimismo muchos fondos están siendo destinados para crear capacidades para REDD. Sin embargo quedan pendientes muchos desafíos relacionados con la implementación de REDD y su capacidad para lograr una reducción de emisiones de manera eficiente y efectiva. Estos pueden ser resumidos en los siguientes puntos:

- Monitoreo, reporte y verificación de los inventarios nacionales;
- Creación de capacidad y seguridad de las políticas ambientales, incluidas las relacionadas a los derechos de propiedad de la tierra.

Se debe tener en cuenta por lo tanto que los inventarios nacionales de emisiones son la columna vertebral del régimen internacional sobre el clima y, por esta razón, el monitoreo del progreso a nivel nacional es vital para comprobar el cumplimiento de los compromisos que asume un Estado. El uso correcto de la tierra y los cambios de usos en el sector forestal son requerimientos claves para lograr la integración de REDD en el mercado internacional de carbono.

La información histórica sobre la deforestación también es importante como punto de partida de todo trabajo y fuente suplementaria para comparar los cambios en el inventario de carbono.

La información histórica es el fundamento de las líneas de base que sirven de referencia para evaluar el progreso de REDD. Este tipo de información debe estar disponible y actualizada en todo momento. Crear capacidad para un mecanismo REDD efectivo en los países en desarrollo puede ser muy crítico. Esta tarea incluye proveer apoyo para los sistemas de monitoreo, desarrollo institucional, asistencia técnica, entrenamiento y programas educativos.

En términos de alcanzar una efectiva reducción de emisiones, es importante recalcar que la deforestación y la degradación ambiental tienen múltiples causas. El que no exista incentivos para conservar los bosques como medios de almacenamiento del carbono ni tampoco un mercado

global de servicios del ecosistema es uno de ellos. Otras causas son la falta de definición de los derechos de propiedad de la tierra, falta de vigilancia y deficiente cumplimiento de la ley y los subsidios a la agricultura y la producción de energía. Aunque los fondos públicos pueden y deben ser movilizados para usarse en la creación de capacidades en los países en desarrollo, en el año 2006 la Comisión Consultiva de Buenas Prácticas en la Administración del Gasto Público Ambiental de la OECD recomendó que “los fondos públicos no pueden y no deben ser el sustituto de políticas ambientales deficientes”.

Los esfuerzos concertados serán necesarios para responder a estos retos políticos que implican los efectos adversos del sector forestal a escala internacional, como es el caso de los biocombustibles, las políticas energéticas y agrarias, etc.

Aunque existen otros temas en REDD que deben ser resueltos (incluyendo las filtraciones y la permanencia), las características apropiadas pueden irse perfilando en pro de un mecanismo construido sobre las líneas de base nacional. Es esencial que las bases para un efectivo sistema REDD sean puestas en práctica. Estos bloques son: el origen del financiamiento, el compromiso de cumplir con los objetivos y metas claras, los criterios de elegibilidad, fuentes de financiamiento suficientes y sostenibles y un constante monitoreo y evaluación del rendimiento (IPCC, 2000).

Finalmente, sea cual fuere el mecanismo REDD escogido, el mismo debe ser flexible para evolucionar junto con las circunstancias nacionales de los países en desarrollo. Las acciones de REDD deben tener como objetivo una visión compartida de largo plazo en pro de la mitigación, que es necesaria para alcanzar el objetivo último y fundamental de la CMNUCC: la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que ayuden a contener los efectos negativos de la interferencia antropogénica con el clima.

2.4.3.3 Financiamiento

El hecho de que las actividades relacionadas con la deforestación evitada no fueron incluidas como actividad elegible en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto ha limitado la posibilidad de canalizar recursos en proyectos de este tipo. Pero a pesar de ello, proyectos de deforestación evitada han sido negociados en mercados voluntarios paralelos al Protocolo, como así también se han incluido, en la CMNUCC, temas de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación en países en desarrollo, generando un nuevo marco de acción que permitiría aprovechar incentivos provenientes de la deforestación evitada para financiar proyectos.

El Informe Stern, encuentra que los costos de inacción frente al Cambio Climático sobrepasan con creces los costos de tomar acciones tempranas y urgentes, asimismo indica que la deforestación evitada puede ser reconocida como una medida de mitigación costo-efectiva (STERN, 2006).

Según PARKER (2009), existe un consenso creciente en torno a la idea de que se requiere un enfoque por etapas que se centre en combinar las diferentes fuentes de financiamiento para diferentes aspectos de REDD, en periodos de tiempo adecuados.

- Los Fondos Voluntarios son considerados como más apropiados para las actividades de construcción de capacidad y demostración.
- Los enfoques vinculados al mercado pueden ser usados para ampliar la implementación de las actividades REDD.
- Los mercados y enfoques vinculados al mercado son reconocidos frecuentemente por proveer mayor consistencia y una mayor escala en el financiamiento de largo plazo de las reducciones de emisiones.

Según GUADAGNI (2009) se debe tener en cuenta la cuestión distributiva, ya que los grandes bosques fueron ya talados y han desaparecido en los

países industrializados y existen hoy únicamente en el mundo en desarrollo (África, América Latina y Asia Pacífico). Si se pretende que estas naciones pobres renuncien a nuevos desarrollos productivos que les generan ingresos y empleos, es necesario implementar mecanismos de financiamiento que las compensen por este renunciamento. Al fin y al cabo, si todas las naciones, incluidas las desarrolladas que destruyeron sus bosques después de la Revolución Industrial, se apropian de los beneficios que los bosques aportan por ser potentes sumideros de dióxido de carbono, es razonable compensar por este beneficio global y que alcanza a todos.

En la actualidad no existe ningún mecanismo financiero global con la envergadura requerida para defender el bosque. La equidad exige que los países industrializados compensen financieramente a los países en desarrollo para que renuncien a la explotación depredadora de los bosques, por ello es necesario que, en una nueva versión del Protocolo de Kyoto, se puedan emitir bonos verdes a favor de quienes preservan el bosque y pierden así una alternativa agrícola o ganadera.

El hecho de que el bosque disminuya 5 % por década traerá consecuencias muy graves, ya que esto significa una liberación a la atmósfera de 3.000 millones de toneladas de CO₂ cada año.

Pero si avanzan razonables propuestas de establecer un gravamen universal a las energías contaminantes (carbón, petróleo y gas en este orden de daño ambiental) habría suficientes recursos financieros para preservar las grandes masas forestales, particularmente en las regiones tropicales. Si bien los bosques proporcionan numerosos beneficios ambientales, solo dos podrían movilizar un apoyo mundial que podría traducirse en la voluntad de pagar por ellos: la retención del carbono y la conservación de biodiversidad de importancia mundial. Movilizar financiamiento internacional para estos servicios ambientales es hoy un desafío crucial.

El financiamiento mundial del carbono ofrece una oportunidad, desaprovechada hasta el momento, para aliviar el cambio climático, contribuir al uso sostenible de la tierra y conservar los bosques. Existe una realidad interesante en el hecho de que alrededor de un quinto de las emisiones mundiales de CO₂ proviene de la deforestación, pudiéndose lograr su reducción a muy bajo costo en contrapartida con la reducción de las emisiones producidas por los otros sectores.

La deforestación en América Latina se basa en la conversión de densos bosques tropicales para crear pasturas cuyo valor anual es de unos pocos cientos de dólares la hectárea, mientras que se liberan 500 toneladas de CO₂ por hectárea. Esto implica, a nivel global, un costo de reducción de la emisión de CO₂ inferior a un dólar por tonelada. Cuando se toman en cuenta otros usos de la tierra aún más rentables, el costo de reducción de la contaminación sigue estando por debajo de los 5 dólares/tonelada de CO₂. Mientras tanto, los miembros de la Unión Europea han llegado a pagar más de 20 dólares por tonelada.

Quienes hoy deforestan están destruyendo bienes que retienen carbono cuyo valor anual por hectárea oscila entre 1.500 dólares y 10.000 dólares, para crear pasturas que apenas aportan 200 a 500 dólares. Sin embargo, los actuales mercados de carbono, como los surgidos a raíz del Protocolo de Kyoto y el plan de comercio de emisiones de la Unión Europea, no recompensan la disminución de emisiones por la deforestación evitada. No se ha sacado aún partido de esta oportunidad debido a la envergadura de los recursos financieros involucrados.

Para ello es crucial alcanzar dos acuerdos internacionales:

- Fortalecimiento del compromiso mundial con el alivio del cambio climático, de modo que la disminución de la deforestación ayude a reducir el costo global que supone detener el aumento del CO₂ atmosférico. La disminución de la deforestación debe formar parte de

medidas internacionales que incluyan la reducción de emisiones de la industria y el transporte y un avance más rápido de la investigación y el desarrollo de fuentes de energía no contaminantes.

- Creación de un sistema de incentivos financieros, para que los países en desarrollo puedan reducir las emisiones de CO₂ provocadas por la deforestación. Tal sistema podría incorporarse, por ejemplo, en el nuevo régimen relativo al cambio climático global mediante el cual los países industriales podrían cumplir requisitos más estrictos sobre la reducción de las emisiones de CO₂, financiando en parte programas nacionales orientados a reducir la deforestación.

Los países en desarrollo recibirían pagos vinculados a sus reducciones de la deforestación por debajo de un nivel acordado. Así se terminará con la situación actual, en la cual se reclama a países pobres que no deforesten en América Latina, África o Asia, perdiendo así la oportunidad de tener un uso alternativo rentable financieramente de su tierra. Muchos de los que reclaman viven en países ricos que fueron desforestados hace ya varios siglos y hasta ahora no pagan un centavo por la captura de gases contaminantes de los grandes bosques.

La expansión del actual mercado de los bonos verdes incluyendo la preservación forestal, no solamente servirá para aliviar la pobreza mundial sino que también será altamente eficaz en el esfuerzo colectivo por la mitigación climática. Es necesario que se puedan emitir bonos verdes para quienes preservan el bosque.

2.5 ANALISIS ECONÓMICO PARA MITIGAR CAMBIO CLIMÁTICO

Para que se apruebe un proyecto como MDL, deben elaborarse en base al concepto de DS definido como “el desarrollo que satisface las necesidades y aspiraciones de la generación presente sin comprometer capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias

necesidades y aspiraciones de acuerdo a la misma base de recursos” (Informe Brundtland, 1988: 25). El problema radica en dejar un stock de capital que permita derivar del mismo lo que la generación presente ha obtenido, ya que es a partir de este conjunto de activos del que se producirán los bienes y servicios que permiten satisfacer necesidades. (Azqueta, 2002: 191)

Los proyectos de conservación de sumideros de carbono capturado en los bosques se basan en los criterios de su sustentabilidad fuerte que es donde se otorga al capital natural un papel relevante, ya que considera que no es posible sustituir un capital por ningún otro, y que se debe conservar a cualquier precio (Azqueta, 2002: 192)

2.5.1 Valor Económico del Bosque Nativo

Según Azqueta (1996: 41) “la creciente preocupación por el patrimonio natural por la calidad del entorno en el que a cada uno le toca vivir ha propiciado un cierto auge de los métodos que el análisis económico proporciona para tratar de valorar, en términos monetarios...”

Existen dos posturas acerca de la valoración del capital natural, una posición ecocéntrica y una antropocéntrica.

Se tomará como base la visión antropocéntrica porque le da valor al servicio de sumideros de carbono de los bosques. Aunque el valor del servicio de sumidero de residuos de los bosques nativos no se reconoce en el CMCC, siendo tan importante para el equilibrio del planeta.

Siendo que la función de captación de carbono de los bosques no tiene precio y no existe un método definido para su valoración se lo realizará en base a un análisis costo beneficio de los ingresos y costos de un proyecto MDL.

2.5.2 Análisis costo beneficio (ACB)

El análisis costo beneficio (ACB) debe seguir la siguiente metodología: Identificar el decisor final, que debe ser privado porque los bosques nativos son propiedades privadas

- La perspectiva con la que se llevará a cabo es la privada
- Determinar las alternativas, que pueden ser inversiones, políticas o regulaciones. Para la conservación de los bosques nativos se requiere de inversiones
- Determinar el objetivo del ACB, en la rentabilidad financiera, económica y social
- Incluir la variable ambiental para resolver el problema de la conservación de los bosques nativos por el carbono capturado en ellos.

2.5.2.1 Etapas del análisis costo beneficio (ACB)

El ACB trata de resolver un problema, reestructurando la información a través de una serie de etapas (Azqueta, 2002: 166):

2.5.2.1.1 Identificación de las alternativas relevantes

Se realiza un análisis comparativo entre dos opciones, para resolver un problema. Para la conservación del carbono capturado se debe tomar en cuenta las actividades ganaderas y de deforestación, en comparación con la implementación de un proyecto MDL de conservación de sumideros de carbono capturado.

2.5.2.1.2 Diseño de un escenario de referencia o línea base

Se analiza el proyecto propuesto con respecto a que hubiera ocurrido en ausencia del mismo. Para diseñar la línea base se debe conocer el carbono almacenado por hectárea dentro de la zona propuesta para el

proyecto a través de una metodología aceptable, que permita reducir la incertidumbre con respecto a la cantidad de carbono capturado en los bosques primarios. Además se requiere del conocimiento de todas las actividades económicas actuales.

2.5.2.1.3 Identificación de los costes y beneficios

Se identifican todos aquellos aspectos de cada alternativa contemplada que le acercan o le alejan de la consecución del objetivo propuesto. Con el ACB financiero se maximiza la rentabilidad monetaria.

La conservación del carbono capturado en los bosques es un recurso común que tiene sus beneficios: locales, regionales y globales.

- Los **beneficios locales**, se pueden ver a través de la retribución de ingresos de los países desarrollados a los países en desarrollo, en un mayor desarrollo sustentable en el manejo de los bosques. El problema es que quienes toman las decisiones solo consideran los beneficios inmediatos del bosque. Dentro de estos beneficios se encuentra la entidad del país huésped que recibe inversión por el proyecto. Los beneficios variarán en cada caso, pero en general las entidades huéspedes se beneficiarán desde la transferencia de tecnología, diseño más eficiente y capital de inversión. Esta inversión puede ser decisiva para dar ventajas competitivas al proyecto.

- Los **beneficios regionales** se ven traducidos en transferencias del país inversor a la economía del país huésped, que permita el redireccionamiento de la política nacional hacia el sector forestal.

La compañía inversora gana los CERs para cumplir con sus compromisos domésticos de reducción de GEI a más bajos costos. Las compañías inversoras pueden desarrollar e invertir en proyectos MDL dependiendo de los retornos financieros. Los retornos financieros de la inversión serán los CERs del proyecto MDL. La inversión puede tomar la forma de contribución financiera, equidad total o parcial, préstamo, o acuerdo de compra.

- Los **beneficios globales** serán traducidos en la disminución del carbono liberado por actividades de la deforestación, puesto que no agravan el problema actual de las por las emisiones de los combustibles fósiles. Por ser el MDL uno de los mecanismos más flexibles y poder comprar reducción de emisiones a costos más bajos no es solamente una ventaja económica sino también política por la transferencia de recursos desde los países desarrollados hacia los países en desarrollo.

Costos de la conservación

Según Villalobos y Pratt (1999: 12), la estimación de los costos de los servicios ambientales presenta la dificultad de que son servicios cuyo beneficio llega a todas las personas en forma de externalidades positivas, sin que exista la posibilidad de que los propietarios se apropien de tales beneficios para comercializarlos en un mercado.

En ausencia de un mercado no se puede conocer de manera directa la disposición de pago de las personas por el servicio ambiental del carbono capturado en los bosques nativos, por lo que se debe recurrir a metodologías de valoración alternativas.

El enfoque de coste de viaje estima estadísticamente los gastos que las personas hacen para disfrutar los servicios ambientales y está disposición de gasto se conmuta como el valor monetario de tales servicios. El enfoque de precios hedónicos es la estimación de una ecuación econométrica que explica el valor de la tierra en función de diversos atributos, entre ellos los aspectos ambientales. El método de gastos en prevención y mitigación consiste en observar los gastos en que la sociedad debería incurrir si solo contara con los servicios ambientales. La valoración contingente es el uso de

encuestas especiales para identificar la disposición a pagar por las personas por los servicios ambientales.

a) Costos directos del proyecto

La conservación no es gratis, (Emerton: 1998, 16), tiene costos directos en la conservación, en los programas y proyectos, porque interfiere con o disminuye otras actividades económicas. Al lado de los beneficios, esto es necesario para el costo económico total:

Costos directos

Son los gastos en infraestructura, equipamiento, cuerpo administrativo y otros productos que requieren para la conservación (CC). Estos costos se verán reflejados en un incremento de infraestructura para el monitoreo y el control de la zona destinada a la conservación. Los gastos en infraestructura y equipamiento serán considerados como inversión para el proyecto. Los costos administrativos serán considerados con un incremento de acuerdo a la inflación del país.

Costos causados por otras actividades

El daño y la interferencia causada por la conservación como muertes o daños humanos, daños los cultivos por los animales y plagas. (CP). En la conservación de los bosques no se promueve las plagas o daños a los animales, por cuanto este costo no influye en el precio por tonelada de carbono capturado.

Costos de oportunidad

Son los usos alternativos de la tierra, tiempo, dinero y otros recursos distribuidos en la conservación de la biodiversidad tales que puedan generar renta y ganancias en otro lado (CO). El propietario puede

querer realizar un cambio de uso del suelo de acuerdo a sus necesidades económicas, por tanto, los dueños de los bosques nativos de un proyecto MDL, determinarán su costo de oportunidad a través de sus preferencias, puesto que no serán expropiados para la implementación de un proyecto de mitigación del cambio climático. El proyecto solo cubre el área del bosque, más no el área de los pastizales de la Hacienda.

Cada propietario puede determinar las actividades económicas que se pueden desplazar con la implementación del proyecto como:

- Conversión para la agricultura; (CA)
- Conversión para agricultura de subsistencia; la información sobre este tipo de conversión es precaria; (CAS)
- Pastizales para ganadería intensiva; (CPG)
- Tala para la producción de carbón de leña y para la provisión de energía en comunidades rurales y urbanas de los países en desarrollo; (CPL)
- Deforestación para fines comerciales de maderero e industria forestal. (M).

Cada actividad mencionada da un rendimiento económico que será especificado para cada proyecto de conservación de sumideros de carbono capturado.

Los proyectos de conservación del carbono capturado en los bosques tienen costos directos por el cambio de actividad de uso del suelo, ya sea el costo de oportunidad y el coste mismo de la fijación del carbono.

Otros costos

Se refiere a los costos que implica la aprobación de estos proyectos, tales como costos de establecimiento de línea base, costos de transacción y costos de mitigación, riesgo y fugas.

Costo de establecimiento de la línea base (CLB)

Los costos de monitoreo inicial de la línea base comprenden aquellos incurridos en la parte del muestreo para la determinación del carbono el bosque y el sotobosque y el monitoreo para constatar que efectivamente la línea base sigue la tendencia estimada inicialmente. Para el caso del proyecto de conservación del carbono capturado se considerarán como inversión para la implementación del proyecto.

Costos de transacción (CTR)

Si los proyectos de conservación de carbono son incluidos en el MDL, deben asumir otros tipos de costos. Inicialmente el país huésped tiene que estimar la adicionalidad del proyecto, lo cual implica costos de monitoreo. Las partes interesadas en llevar a cabo un proyecto MDL deberán incluir también dentro de sus estructuras de costos los costos de transacción³⁹, con el fin de evaluar la factibilidad del proyecto. Es de esperarse que estos costos aumenten los costos totales del proyecto, y que por tanto resulte necesario buscar alternativas que permitan reducirlos. Los costos de transacción pueden dividirse en:

- Costos de búsqueda: en que incurren los países inversionistas y huéspedes en la búsqueda de socios. Los cobros por servicios de información o las demoras en la ejecución del proyecto mientras se identifica el socio hacen parte de este rubro.
- Costos de negociación: producto del tiempo durante el cual se trabaja en los detalles del contrato relacionados con obligaciones, distribución de beneficios, cronograma del proyecto, cubrimiento de posibles contingencias, entre otros.
- Costos de verificación, certificación y aprobación: estos resultan de la necesidad de tener que acudir a una tercera parte (país, ONG o entidad privada externa a la negociación) para que compruebe que efectivamente el proyecto cumple con el objetivo inicial, ya sea de capturar o evitar emisiones

de CO₂ (línea base y situación del proyecto) de acuerdo con los requerimientos establecidos en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto y así poder acceder a la venta de créditos de carbono.

- **Costos de cumplimiento:** en el momento en el cual el monitoreo revele desviaciones respecto de lo inicialmente acordado, puede llegarse a un litigio o procedimientos administrativos que traigan consigo algunos costos.

Por ser un proyecto de pequeña escala, los costos de transacción son menores y se toma una cifra promedio para el proyecto propuesto.

Costos de monitoreo (CM)

A medida que transcurre el tiempo de ejecución del proyecto debe monitorearse el desarrollo de lo pactado por cada una de las partes, es decir, los pagos y la captación o reducción de emisiones. Para los costos de monitoreo se toma todo los ítems necesarios para realizar un monitoreo eficiente.

Costos de mitigación del riesgo (CMR)

En los proyectos de carbono capturado debe realizarse actividades que permitan mitigar los riesgos conexos a estos tipos de proyectos tales como incendios, plagas, enfermedades, y riesgos de naturaleza política y social que en un momento determinado pueden incidir negativamente en la adicionalidad ambiental. En el país ni en el mundo, no se han creado los seguros para este tipo de proyectos. Solo existen para plantaciones forestales.

$$EI\ CO = CA + CAS + CPG + CPL + M \quad (1)$$

donde:

CO: Costo de oportunidad

CA: Costos conversión agricultura

CAS: Costos de conversión para agricultura de subsistencia

CPG: Costos de pastizales para ganadería intensiva

CPL: Costos para la producción de leña

M: Costo por la tala de madera

Por tanto, el Costo total de conservación (CTC)= CC+CP+CO (2)

Donde:

CC: Costos de conservación

CP: Costos causados por otras actividades

CO: Costos de oportunidad

O, $CTC=CC+CP+CA+CAS+CPG+CPL+M$ (3)

Otros costos (OT) son: CLB+CTR+CM+CMR (4)

Donde:

CLB: Costo de establecimiento de línea base

CTR: Costos de transacción

CM: Costos de monitoreo

CMR: Costo de mitigación del riesgo

Siendo los costos totales del proyecto (CTP)= CTC+OC (5)

Identificando los costos de la conservación de los bosques nativos privados y de los otros costos, se puede encontrar un valor aproximado de la conservación y comercialización del carbono capturado existente en la zona.

2.5.2.1.4 Valoración de los costos y beneficios

Una vez identificados los costos se debe valorarlos en una medida común. En el ACB financiero, la unidad monetaria será el dólar. En el ACB social, el numerario será el bienestar social.

2.5.2.1.5 Actualización de acuerdo a la tasa de descuento

Los impactos positivos o negativos del proyecto y de la línea base se extienden en el largo plazo. Los beneficios y costos de un proyecto de

conservación de sumideros de carbono se prolongan durante la vida útil del proyecto que será de 50 años y se traerán a los valores presentes con una tasa de descuento del 5%, tasa recomendada para proyectos forestales. Por tanto se debe reducir los flujos netos al valor presente para comparar la rentabilidad relativa de distintos proyectos

2.5.2.1.6 Análisis de riesgos e incertidumbre

La evaluación de las alternativas contempladas se basa en escenarios futuros sobre una serie de supuestos, que están sujetos a un riesgo e incertidumbre. En el proyecto propuesto, se debe calcular el carbono capturado o las emisiones evitadas. Una vez determinadas las cantidades de carbono a no ser emitidas, se deben ubicar dentro de un intervalo de confianza del 97%.

El riesgo de estos proyectos radica en los desastres naturales. Para minimizar este riesgo se puede crear un buffer o colchón, en espera de que en futuras supervisiones de seguimiento por parte de una entidad verificadora se demuestre mayor probabilidad de ocurrencia. El buffer se conformará de acuerdo al error estándar.

2.5.2.1.7 Criterios de selección

Para obtener los indicadores financieros se deben destacar las emisiones en toneladas de carbono para el escenario sin proyecto, sus costos e ingresos por un período de 50 años; en el escenario con proyecto, se identifican las actividades económicas del escenario sin proyecto como el costo de oportunidad, los costos de conservación y otros costos.

Después de identificar los flujos financieros y de carbono anuales, se calcula el Valor Presente Neto (VPN) para los escenarios con y sin proyecto. La escogencia de la tasa de descuento es importante, ya

que incide en la evaluación socioeconómica de proyectos, pues es el factor que permite comparar los beneficios y costos del proyecto en diferentes períodos del tiempo.

a) Costo marginal del carbono capturado

Para la estimación del valor del servicio de mantención del carbono capturado se recurre al enfoque de la externalidad flujo, que mide el servicio ambiental como un recurso productivo. Se parte del criterio de que el generar el servicio ambiental tiene un efecto de total desplazamiento de las actividades productivas factibles de realizar en las tierras dedicadas para la conservación. Este desplazamiento total es obvio, por cuanto dedicar tierra a la protección implica abandonar otras actividades alternativas. Por lo tanto, el prestar el servicio de conservación del carbono capturado debe reflejar el costo de la producción desplazada, lo que constituye el costo de oportunidad de la tierra, identificada anteriormente.

Estimación del Costo Marginal del Carbono (CMgC)

Área de Investigación	Etapas de la investigación		
Identificación de costos	Identificación de actividades desplazadas	Estimación del costo de oportunidad	Cálculo costo por hectárea
Productividad en captura	Identificación de áreas por proteger	Estimación de la biomasa por hectárea	Cálculo carbono por hectárea

Se observa el mecanismo mediante el cual se estimará el costo marginal del carbono. Un área por investigar es el costo de oportunidad por hectárea. El costo de oportunidad se refiere al mejor uso alternativo que el propietario renuncia para mantener un bosque. La otra área de investigación tiene como

objetivo la estimación de productividad de carbono por hectárea. El carbono compensado puede referirse a la emisión evitada que puede ofrecer un proyecto boscoso. Dicha compensación depende de la biomasa de una hectárea, la cual es la que contiene la materia orgánica del carbono.

Con base en la productividad de compensación por hectárea y el costo de oportunidad por hectárea se calcula el costo marginal aplicando la siguiente fórmula:

$$CMgC = \frac{VAR_i}{VAP_i}$$

donde:

CMgCi= Costo marginal del carbono en la hectárea i

VARi= Valor actual de la rentabilidad anual en la hectárea i

VAPi= Valor actual de la productividad anual de la hectárea i

Esto debido a que el carbono total que produciría una hectárea durante el horizonte planeado del proyecto se quiere cobrar hoy, se debe trasladar el costo marginal de cada año a valor presente. Este procedimiento sirve para establecer el costo de la tonelada métrica igual en todos los años, a pesar de los cambios que se estén dando en el mercado.

b) El Valor Actual Neto (VAN)

Es el valor que se va a ganar dentro de un tiempo, por posponer la decisión de consumir hoy para consumir mañana. El objetivo de descontar los beneficios y los costos futuros proyectados es determinar si la inversión en el proyecto rinde mayores beneficios que los usos alternativos de la misma suma de dinero requerida por el proyecto. (Sapag y Sapag, 1995: 310):

Donde:

Bt= beneficios en el año t

C_t= costos en el año t

r= tasa de interés o tasa de descuento

T= la vida útil del proyecto

I= la inversión

La tasa de interés utilizada debe reflejar la rentabilidad de la mejor alternativa descartada.

c) La Tasa interna de retorno (TIR)

Es un indicador alternativo para medir la rentabilidad de esta inversión, es decir, es la rentabilidad que tendría que ofrecer una inversión alternativa para ser tan atractiva como la que se está analizando, es la que hace cero al VAN de la inversión.

Si la TIR de la inversión está por encima de la tasa de interés que refleja la rentabilidad de las distintas alternativas, la inversión vale la pena.

d) El período real de recuperación

Es el número de años que transcurren hasta que se recupera el valor de los fondos invertidos. Cuanto menor sea este período, más atractiva será la inversión.

e) La relación beneficio costo

Consiste en dividir el valor actual neto de los beneficios por el valor actual de los costos, si el valor resultante es superior a la unidad, la alternativa es aceptable y cuanto mayor sea, más viabilidad tiene el proyecto propuesto.

2.5.2.1.8 Análisis de sensibilidad

La rentabilidad calculada depende de los supuestos utilizados, de acuerdo a un análisis de diferentes precios de mercado que permitan la implementación del proyecto, con la condición de que cubran los costos directos, los costos de oportunidad y los costos de transacción.

Al respecto, para proyectos ambientales De Jong (en Caema, 2002) acude a un análisis de sensibilidad el 2% al 12%. Hay que manifestar que la duración del proyecto influye en el VPN. Así, mientras mayor sea el número de años menor será la influencia que sobre el VPN tenga un beneficio neto en un período lejano, con una tasa de descuento y unos costos e ingresos dados.

El proyecto debe ser viable según los indicadores financieros, para lo cual se obtendrá el Valor Presente Neto (VPN) para conocer los flujos anuales de ingresos y costos y proponer una forma de negociación de la inversión necesaria para la implementación y funcionamiento del proyecto.

Los valores actuales se obtienen con la aplicación de una tasa de descuento recomendada para proyectos forestales de 5% en un horizonte de tiempo de 50 años. El costo marginal se refiere entonces al valor presente equivalente de lo que deja de percibir por hectárea el propietario del bosque durante 50 años, por cada tonelada que evitará su emisión por ese período de tiempo.

Con los VPNs calculados se procede a verificar la adicionalidad del proyecto respectivo, que no es más que la diferencia entre los VPNs de los escenarios con y sin proyecto (línea base), tanto en lo ambiental como en lo financiero. Si efectivamente el VPN del carbono almacenado en el escenario con proyecto es mayor que el fijado en ausencia del proyecto, es decir, su diferencia es positiva, se cumplirá con el requisito de adicionalidad ambiental, expresado como:

VPN (carbono)PROYECTO > VPN (carbono)LINEA BASE

Igualmente, si el VPN de la línea base financiera es mayor que el VPN para el escenario con proyecto (la diferencia entre el VPN del proyecto sin ingresos por MDL y el VPN de la línea base es negativa), entonces el proyecto MDL cumple con la adicionalidad financiera, es decir, el proyecto solo puede ser ejecutado con recursos provenientes de la venta de CERs.

Por lo tanto, la adicionalidad financiera se cumple cuando:

VPN (dólares)PROYECTO > VPN (dólares)LINEA BASE

Sobre el tiempo de permanencia de un proyecto MDL existe bastante controversia, motivada en parte por los beneficios de la mitigación del cambio climático. Se argumenta que los proyectos de cambio en el uso de la tierra deben ser permanentes, es decir, que el almacenamiento del carbono sea perpetuo, o de 100 años (Moura-Costa, 2000: 2) de manera que puedan reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y evitar así que los niveles de temperatura aumenten, lo cual no se lograría si el almacenamiento de carbono fuera temporal.

Con relación a este tema, Moura y Costa calcularon en 55 años el período de tiempo durante el cual debe permanecer almacenado el carbono, para prevenir el efecto de las emisiones a la atmósfera. Cabe destacar que el tiempo de duración de los CERs puede no ser igual al tiempo de duración del proyecto, puesto que el financiamiento que se obtenga puede ser suficiente para continuar y alargar el tiempo de vida del proyecto.

2.5.2.1.9 Seguimiento y control

Luego de la implementación del proyecto se debe realizar un seguimiento, porque pueden producirse desviaciones, previsibles o no. Lo primero, es explicarlas, la segunda de aprender de ellas. Es un proceso de realimentación.

2.6 RESUMEN DEL MARCO TEORICO

Todo lo descrito anteriormente nos da las bases teóricas para el desarrollo del caso de estudio.

La teoría económica ambiental se utiliza para describir porque el servicio de captación de carbono de los bosques debe ser remunerado por la comunidad global. Y los argumentos que respaldan la inclusión de los bosques dentro del MDL.

Como soluciones a nivel internacional se presentaron el Convenio Marco de Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto y la Deforestación Evitada REDD, que son las principales directrices a nivel internacional para la elegibilidad de proyectos de mitigación del cambio climático, y los mecanismos de transferencia de inversión como el Mecanismo de Desarrollo Limpio, como guía fundamental para la explicación de la conservación de los bosques nativos.

Se retoma la teoría de la elaboración de proyectos, de acuerdo a los indicadores financieros que usualmente son utilizados para la toma de decisiones, para determinar los costos de los proyectos de conservación de sumideros de carbono, el tiempo de permanencia del proyecto y su respectivo financiamiento.

CAPITULO III: PROYECTO DE CONSERVACION SUSTENTABLE DE LA HACIENDA JUVAL

Nuestro país cuenta con una gran extensión de bosques nativos (42%), de los cuales, el 24% se encuentra fuera del SNAP y del Patrimonio Forestal. Son los bosques privados los que tienen un riesgo alto de sufrir cambios en el uso del suelo para actividades ganaderas, agrícolas, etc. Uno de los primeros pasos que se dieron a nivel de estado para prevenir la eliminación de los bosques fue derogar la Ley de Reforma Agraria y Colonización (tenencia de tierras). Posteriormente se han venido implementando diversos proyectos de asistencia técnica en agricultura y silvicultura para los campesinos de todo el país.

Finalmente, a través del Banco Nacional de Fomento, se conceden préstamos a pequeños y medianos agricultores y ganaderos para tecnificar e intensificar las actividades de estos sectores.

Siendo los bosques los captadores de emisiones se han establecido medidas de mitigación para los bosques nativos como las siguientes:

- Manejo forestal de los bosques nativos
- Incentivar la aplicación de sistemas de manejo forestal sustentable para asegurarla conservación de los bosques naturales y de los servicios ambientales con la participación de las comunidades.
- Fomento de sistemas agroforestales y silvopastoriles

El Ecuador es un país con amplias extensiones de bosques nativos, y uno de ellos es el bosque de la hacienda Jubal, que es la zona de nuestro caso de estudio. Este bosque se considera por los Ingenieros forestales como parte del Parque Nacional Sangay, siendo una área boscosa y de reserva que permite mantener el carbono capturado en él y que no se libera a la atmósfera, si no existe intervención humana.

3.1 Justificación para conservar los bosques nativos como sumideros de carbono

En el Protocolo de Kyoto, los bosques están reconocidos como sumideros de carbono. En varios de sus artículos aduce a estos, que pueden cambiar su estado como consecuencia de las actividades humanas que deben ser detenidas para evitar que se siga contribuyendo al cambio climático a través de la deforestación como es el caso de los bosques privados del Ecuador. Para incluir a los bosques dentro del MDL, que son los argumentos que maneja la REDD, se deben analizar los siguientes puntos:

- Los dueños de los bosques pueden derivar su renta de los pagos de todas las funciones de los bosques, pero en muchos casos la renta solo proviene de los productos forestales como la madera.
- El desarrollo y la aplicación de un adecuado fundamento de los mecanismos para los servicios de los bosques deben ser un instrumento importante con el cual se puede reducir la tasa de deforestación y proveer un manejo forestal sustentable. Son muchos los servicios de los bosques, como la biodiversidad o la protección contra el cambio climático, que no tienen valor (o valor insuficiente) en el mercado local, o que podrían reducir la deforestación y la degradación.
- El uso de los fondos del MDL para la protección de los bosques y su manejo crean una situación de “ganador - ganador”, desde el punto de vista de mitigación del cambio climático y manejo forestal. La base financiera de un manejo sustentable y multifuncional puede ser asegurada a través de la “cobertura total” con los fondos climáticos (pagos por el carbono secuestrado).
- A través de la conservación de los bosques nativos, se evita las emisiones de carbono capturado en ellos, siendo este el punto más importante para conservarlos. Si se continúa con el ritmo actual de

deforestación, los bosques nativos desaparecerán en poco tiempo, y se incrementará notablemente el cambio climático y el efecto invernadero. Ya que se incrementará el nivel de los océanos por los deshielos de los glaciares, reduciendo el suelo terrestre, y tal vez en un período subsiguiente la vida humana.

El Ecuador y específicamente los dueños de los bosques privados serían una de las partes ganadores y la contraparte sería la compañía inversora o el país del Anexo I, que obtendría créditos para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones de GEI.

- La degradación forestal global y la probable deforestación es del 16 al 20% del total de carbono liberado anualmente.
- Incluyendo los sumideros dentro del MDL se puede remover varias cantidades de carbono de la atmósfera de una manera costo efectiva posible, como son los bosques nativos no intervenidos del Ecuador. Hay insuficiente base financiera para el manejo multifunción. Por la “cobertura total” la renta del manejo forestal desde las fuentes existentes con pagos de los fondos de clima (MDL), una adecuada base financiera puede ser creada para asegurar el manejo forestal multifuncional.
- No hay diferencia fundamental entre los proyectos MDL normales y los proyectos MDL del sector de los sumideros. Porque las plantaciones forestales y los bosques nativos son reservorios de carbono.
- Incluyendo los sumideros en el MDL se puede proveer fondos adicionales para realizar un manejo sustentable forestal y el proyecto puede ser viable financieramente.
- Incluyendo los sumideros dentro del MDL se puede generar grandes cantidades de flujos de inversión hacia áreas rurales en los países en desarrollo, en este caso a los dueños de los bosques privados.

“Temas a ser tomados en cuenta para incluir a los proyectos de sumideros dentro del MDL, con posibles soluciones y métodos de mitigación”

Tema y Posible solución o método de mitigación

1. Los sumideros pueden ser más sustentables y más baratos que la reducción de emisiones:

- Siempre la parte inversora del Anexo I es el último responsable, ahora y en futuro.
- Hacer obligatorio el seguro, entonces si hay una posible pérdida de biomasa puede ser compensada.
- La certificación de los créditos de carbono debe incluir una certificación de manejo forestal sustentable
- Monitoreo permanente y sistema de contabilización confiable

2. Temas, metodológicos, técnicos y científicos:

- Añadir varias opciones de seguridad para cubrir el riesgo, incertidumbre y verificación, etc.

3. Las fugas pueden ser mayores en los proyectos de sumideros:

- El desarrollo de un sistema de contabilización que sobre estime las posibles emisiones y el secuestro
- Definir un amplio sistema de alcances

4. Dificultad en determinar la adicionalidad de “business as usual”:

- Desarrollar un sistema de control de los argumentos para valorar la proporción directa de los cambios en los stocks de carbono de acuerdo a las actividades humanas

5. Los sumideros pueden sacar a los proyectos normales del MDL:

- Las reglas claras como una posición suplementaria (¿qué porcentaje de los objetivos de reducción pueden ser a través de los proyectos MDL (especialmente sumideros) en los países en desarrollo?)
6. Los sumideros representan un mantenimiento del uso del suelo en el largo plazo. En el largo plazo, esto puede ser duro para las comunidades locales y para el país como un todo:
- Provee beneficios de no carbono para las comunidades locales, ejemplo, recursos para leña, producción de la agricultura como una parte integral de la conservación de los bosques
 - Desarrolla una participación local un sistema de planificación, implementación y monitoreo a ser usado en todos los proyectos MDL, definiendo las responsabilidades y la distribución de los costos y los beneficios entre las partes envueltas. Tales como el sistema de planificación local, puede incluirse en el Plan de uso del suelo nacional
7. La inversión dentro del MDL en el carbono secuestrado tiende a la conservación de los bosques
- Todos los bosques a ser conservados deben ser social, ecológica y económicamente sustentable. Si no lo es, el bosque puede ser deforestado y fallar la inversión. Una participación integral de los socios debe ser aplicada en todas las etapas.
 - La certificación de un manejo forestal integral y del carbono secuestrado contribuirá a la seguridad de la sustentabilidad y la multifuncionalidad.

Fuente: Van Bodegom, A.J., **The Challenge of including forest as sinks within the clean development mechanism**, Theme studies 4, Internacional Agricultural Centre, Holanda, 14

3.2 Duración del proyecto

La duración en un proyecto forestal es eminentemente el mayor problema, puesto que están sujetos a intervenciones humanas imprevistas: nuevos asentamientos, cambios en el uso del suelo a usos agrícolas y extracción maderera, e incluso son vulnerables a los efectos del cambio climático. Esta es la gran diferencia con las emisiones evitadas por el sector energético. El

IPCC (2000) indica que los bosques pueden liberar de 10-240 Gt de carbono hacia la atmósfera para adaptarse al continuo cambio climático. Además los bosques son vulnerables porque están sujetos a desastres naturales como inundaciones, incendios y plagas, que pueden traer consecuencias catastróficas para la cobertura vegetal.

Los PCSC deben ser de duración de 50 años para garantizar la permanencia por parte del inversor y del dueño de la propiedad.

3.3 Conservación Sustentable del Bosque

El proyecto debe contribuir al Desarrollo Sustentable (DS) del Ecuador. Al momento el país, todavía no cuenta con el criterio de desarrollo sostenible para los proyectos MDL, sin embargo, se encuentra en elaboración por el CORDELIM y la Unidad de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente.

Adicionalmente como estrategias del Manejo Forestal Sustentable del Bosque Nativo, se propone un manejo racional y técnico de los recursos forestales para asegurar su permanencia en el tiempo, a la vez que se aprovecha los productos forestales maderables y no maderables, así como los servicios ambientales que el bosque nativo provee. De esta manera se evita emisiones de carbono a la atmósfera y se asegura el bienestar de la sociedad.

Las medidas propuestas son:

- Altamente compatibles con los planes del sector forestal oficial que incluye:

Estrategias de desarrollo forestal sustentable, estrategia ambiental de desarrollo sostenible y el plan estratégico de Areas Naturales Protegidas

- No presenta barreras técnicas, institucionales o sociales para su aplicación

- No ocasiona ningún impacto ambiental negativo, ya que conserva los recursos naturales y por el contrario tiene un impacto socioeconómico positivo, pues eleva las condiciones de vida de las comunidades involucradas.

3.4 Línea base ambiental

Entre los proyectos elegibles para el MDL, no se ha escogido la conservación de bosques nativos como actividad que evita emisiones porque manifiestan que no cumple con todos los requisitos necesarios para obtener créditos de reducción de emisiones. A continuación se va demostrar que los bosques si son elegibles porque cumplen con todos los requerimientos de participación como los criterios de elegibilidad del MDL.

Para la elaboración del proyecto, los participantes deben demostrar que la conservación de los bosques es una actividad rentable frente a los negocios usuales (actividades económicas actuales o línea base financiera), contribuyendo al DS al redistribuir la riqueza, rentabilizando el capital natural y fomentando la conservación del ambiente.

La línea base es la evaluación de la situación en ausencia del proyecto de mitigación de GEI en lo que respecta a los niveles de carbono capturados, su determinación debe ser correcta y buena, pues lo que se busca por medio de la realización de un proyecto MDL es contribuir a la mitigación de GEI, por lo tanto, la línea base debe ser confiable, medible y verificable, ya que partiendo de esta. De acuerdo a la adicionalidad del proyecto se podrá ofrecer determinada cantidad de créditos de carbono y evaluar la factibilidad económica y ambiental del mismo.

La línea base para los PCSC se basa en el inventario forestal, delimitando la zona del proyecto. La metodología para elaborar la línea base financiera

de la zona es en base a las actividades económicas actuales, proyectar a futuro lo que sucedería en ausencia del proyecto. Para calcular las toneladas de carbono capturado se utiliza la metodología del promedio de carbono capturado, para lo cual se requiere primero de un inventario forestal.

3.5 Riesgos e incertidumbre

Son los relacionados con amenazas a los bosques por factores naturales como incendios y plagas, y factores socioeconómicos que conducen a la extracción de madera por parte de algunos individuos de la comunidad afectada por el proyecto. El análisis del riesgo debe tener presente que el mercado de créditos de carbono aún no se ha formalizado, lo que genera una incertidumbre con respecto a las señales de los precios de los CERs. Finalmente, el riesgo también alude a los factores sociales, políticos y económicos locales, regionales y nacionales que de alguna u otra manera afectan las decisiones del inversionista.

Para reducir el riesgo se puede:

- Pagar a una tercera parte para garantizar las reducciones, que es una entidad operacional independiente
- Agrupar para la venta de reducciones a muchos compradores (para reducir sus respectivas exposiciones al riesgo). Aunque este aspecto este condicionado porque todavía no se ha incluido los bosques nativos.
- Incluir un seguro por la pérdida de CO₂, similar a los seguros contra incendios forestales que estarían respaldado por CER que la compañía aseguradora o reaseguradora deberían mantener disponibles. La prima o cuota del seguro debería ser similar a la de los incendios forestales. En el Ecuador y en el mundo no existen seguros para los bosques nativos.

- Para reducir el riesgo, en los PCSC en el Ecuador, un factor de seguridad será vender solo las toneladas de carbono que se registran al momento del inventario forestal más las potenciales, y como un buffer se dejará el error estándar, que permitirá mitigar el riesgo. Además se hará un análisis conservador de las fugas fuera del sitio, para evitar que se reduzcan los créditos por toneladas capturadas.
- También se pueden reducir los riesgos a través de la inversión en planes de manejo de emergencias y contingencias, que para el caso de investigación se extendería hasta el año 2052.

La incertidumbre en los proyectos de conservación es alta, debido a que:

- No se conocen los flujos de carbono existentes en la zona, porque existen supuestos y parámetros que deben ser estimados, lo que no permite eliminar por completo las incertidumbres y los errores en los estimados de CO₂ equivalentes. El nivel de incertidumbre estimado debe ser sustraído de la cantidad total estimada de emisiones reducidas o secuestradas (CAEMA, 2002: 6)
- No existe (especialmente en los bosques privados) el asiduo compromiso de cumplimiento de mantener una zona de bosque intacta evitando cualquier tipo de emergencia o contingencia que se pueda presentar, y, en el caso de que así sea, tener muy bien definidas las medidas a ser tomadas en estos casos. Pero si existe un compromiso firmado entre el dueño del bosque, el proponente del proyecto y la ONG, se podrá superar la incertidumbre, cuando se inicie el flujo de inversión y se constate que las partes están cumpliendo con el acuerdo.

3.6 Capacidad

El proyecto debe tener la capacidad de alcanzar objetivos propuestos, evaluada bajo lo siguiente:

- Capacidad financiera: el proyecto debe tener una proyección realista de los ingresos y costos futuros de todas las actividades. Si los proyectos de conservación de bosques en el Ecuador reciben la inversión necesaria, se optimiza la capacidad de alcanzar los objetivos propuestos inicialmente en el proyecto presentado inicialmente.
- Capacidad de manejo: de implementar el proyecto y de desarrollarse sin contratiempos.
- Capacidad de infraestructura: debe tener la infraestructura necesaria para implementar el proyecto durante su ciclo de vida,
- Capacidad tecnológica: para diseñar y cumplir con el monitoreo, recolección de datos y requerimiento del banco de datos. Incluida dentro de los costos del proyecto, se puede realizar un monitoreo eficiente dentro de las zonas que se hayan determinado en el Ecuador para su conservación.
- Demostrabilidad: en cuanto a sus resultados relacionados con los GEI, los cuales deben ser medidos a través de metodologías existentes.

El Ecuador y en concreto los PCSC de los bosques nativos tendrán la capacidad necesaria para responder en forma eficiente a los requerimientos de implementación y monitoreo del proyecto MDL en la zona específica, a través de la inversión y de los continuos flujos de ingresos por la venta de los CERs.

3.7 Inventario Forestal

Ante la ausencia de un inventario forestal de la zona y la falta de recursos, para el estudio de nuestro caso tomaremos como referencia valores de bosques similares de la amazonía colombiana.

3.8 Servicios ambientales del bosque nativo y el páramo

3.8.1 Bosque nativo

La relación social con el bosque y los servicios que éste ofrece han experimentado modificaciones a lo largo de la historia. La incorporación de los nuevos conceptos de valor total a los bosques y la ampliación de su marco de interés desde las ciencias forestales hacia otros agentes sociales y otras disciplinas del conocimiento han abierto la puerta a una apreciación renovada de los servicios ofrecidos por los ecosistemas forestales. En la actualidad se intentan desarrollar mecanismos que permitan captar parte de este valor como estrategia para conservar y gestionar los bosques de un modo sostenible. En este artículo se revisan los sistemas de valoración de los servicios ambientales de los bosques y su comercialización, concluyendo con algunas observaciones sobre las dificultades de su implementación práctica y el papel que puedan desempeñar en el futuro de los bosques.

Los bosques son los ecosistemas terrestres más extensos, ocupando el 30% de la superficie emergida del planeta (FAO,2007). A esta importancia espacial se añade su enorme valor en términos de biodiversidad, asociada especialmente a los bosques tropicales. Los ecosistemas forestales se estima albergan al menos el 75% de las especies continentales y una parte importante de la biomasa terrestre (Groombridge, 1992; Heywood y Watson, 1995). Por su extensión y el carácter maduro o en estadíos sucesionales avanzados de la mayor parte de los bosques, estos desempeñan funciones ambientales de gran importancia a distintas escalas, desde la local a la global. Los bosques son además hábitat y fuente de subsistencia de cientos

de millones de personas, especialmente en los países menos desarrollados (Byron y Arnold, 1999; Pimentel *et al.*, 1997)

El aumento poblacional, la fuerte competencia por espacios para la agricultura y la demanda creciente de madera han desencadenado un vertiginoso proceso de deforestación, que sigue afectando a unos 13 millones de ha al año (FAO 2006). En la década de los 70, la creciente preocupación por la pérdida acelerada de la superficie forestal, la constatación de los límites de un desarrollo rural basado en la producción maderera y un nuevo enfoque forestal centrado en las comunidades más pobres que viven en torno a los bosques marcan el inicio de una importante transición hacia modelos de gestión forestal integrados que cuestionan la visión monodimensional del bosque como productor exclusivo de madera (Falconer, 1990; Panayotou y Ashton, 1992). La primera fase de esta transición aborda una revalorización del bosque extendiendo su producción de bienes a otros dominios, especialmente los productos forestales no maderables (PFNM) que, pese a su extensa utilización y su importancia para las economías campesinas de zonas forestales, habían prácticamente desaparecido de las políticas y de las estadísticas forestales oficiales.

El inicio de la recuperación de una visión multifuncional del bosque extiende el interés por el mismo a otros campos ajenos al dominio forestal convencional. Los avances teóricos y metodológicos de la Economía Ambiental y de los Recursos Naturales amplían el concepto restringido de valor económico. Pearce y Turner (1990) establecen un marco de valoración económica total basado en la distinción entre valor de uso (actual y de opción futura) y no uso (existencia). El propio Pearce (1992) aplica esta valoración económica total al caso de los bosques, resaltando la necesidad de evaluar una serie de servicios ambientales, bien conocidos por las ciencias naturales como parte del estudio del funcionamiento de los

ecosistemas, pero que habían sido ignorados por el análisis económico neoclásico.

Estos avances, y la búsqueda de nuevas oportunidades de captación de valor del bosque, han hecho florecer multitud de estudios de evaluación. La tendencia acumulada muestra un crecimiento exponencial, habiendo pasado de apenas una docena en 1980 a más de 500 en 2005 (FAO, 2007). La mayor parte de estos estudios se han realizados en países llamados desarrollados, siendo frecuente en estos casos la utilización de metodologías de valor económico total que resaltan los valores indirectos y de no uso ligados a los servicios ambientales de los bosques. Por el contrario, los estudios en países menos desarrollados tienden a resaltar los valores de uso directos, y especialmente, los valores de subsistencia de los bosques para las economías de los campesinos pobres de estos países (FAO 2007).

El cambio en la percepción del valor total de los bosques y como deben ser utilizados está marcado por una concienciación creciente sobre la importancia de los servicios ambientales y por propuestas para captar parte de este valor a fin de reducir la deforestación. La evaluación económica de los servicios ambientales se ha centrado en cuatro bloques fundamentales: biodiversidad, fijación de carbono, ciclo hidrológico y educación / ocio. La conservación de la biodiversidad y la función protectora de suelos y cuencas hidrográficas son los servicios reconocidos desde hace más tiempo, existiendo figuras específicas de protección forestal asociadas a espacios naturales protegidos para estos fines.

De hecho, los primeros espacios protegidos suelen aparecer vinculados a bosques maduros de gran valor escénico y de biodiversidad. Los servicios de ocio y educación se han ido incorporando paulatinamente a las funciones ya reconocidas en áreas protegidas a medida que ha ido aumentando la conciencia ambiental de la sociedad. El valor del bosque como fijador y

almacenador de carbono es sobradamente conocido, aunque su conceptualización como un servicio ambiental solo ha aparecido cuando la conciencia del papel de las emisiones de CO₂ en el cambio climático ha empujado a la firma de acuerdos internacionales y a la ejecución de políticas tendentes a reducir dichas emisiones.

Pero la evaluación de los servicios ambientales que ofrecen los bosques conlleva una serie de dificultades y limitaciones, derivadas de poner un precio a la Naturaleza, y que entroncan con algunos de los problemas más antiguos de la Economía (Daily *et al.*, 2000). Junto al problema de la ausencia de mercados, el establecimiento de una clara relación causal que vincule el bosque a un determinado servicio es una de las limitaciones señaladas habitualmente (Landell-Mills y Porras, 2002; McCauley, 2006; Wunder, 2005). Esta dificultad es particularmente acusada en el caso de las funciones hidrológicas y climáticas, donde hay fuertes discrepancias de apreciación.

Así, aunque la relación de la cubierta forestal con la calidad del agua y el control de erosión está generalmente reconocida, su relación con la disponibilidad de agua y el control de inundaciones está sujeta a interpretaciones variadas (Bradshaw *et al.*, 2007; Bruijnzeel, 2004; Calder, 2006; FAO-CIFOR 2005). Igualmente, el papel de los bosques y plantaciones como depósito de carbono que contribuya a disminuir el calentamiento global puede verse en parte contrarrestado por los cambios en el albedo y la mayor capacidad de absorción de radiación, especialmente en latitudes altas (Bala *et al.*, 2007; Peltoniemi *et al.*, 2006). No obstante, las incertidumbres sobre estimaciones globales (como el carbono total que contienen los bosques) no deberían impedir la apreciación local de su contribución. Una primera conclusión es la necesidad de evaluar estos servicios ajustándolos a las condiciones concretas de cada zona.

Otra característica a resaltar es la frecuente indivisibilidad de los servicios ambientales que ofrecen los bosques. Agua, biomasa, biodiversidad y

hábitat, componentes habituales de los análisis económicos de estos servicios, no son partes separables en el todo funcional que constituyen los ecosistemas forestales. De hecho, a veces el establecer un modelo de gestión o uso forestal del territorio para favorecer un determinado servicio puede ir en detrimento de otros. Tal es el caso del conflicto potencial entre plantaciones para fijación de CO₂ y los servicios hidrológicos y de biodiversidad (Jackson *et al.*, 2005; Roe, 2006).

En este sentido, la planificación de las medidas de conservación apropiadas para optimizar los servicios ambientales de los ecosistemas forestales puede reducir el conflicto potencial entre ellos y favorecer la captación de renta de los mismos. Es interesante resaltar como Chan *et al.* (2006), usando modelos espaciales de planificación de la conservación, han encontrado que la conservación de la biodiversidad es la mejor estrategia para mantener un flujo colateral de otros servicios ambientales (carbono, agua y ocio entre otros). Un bosque sano, funcional y que conserve buena parte de su biocenosis es probablemente la mejor garantía de calidad del servicio que pueda ofrecer.

3.8.2 El páramo

El páramo es un ecosistema frágil de inmensa importancia socioecológica que enfrenta una serie de problemas que amenazan su salud integral y su capacidad de brindar beneficios.

El páramo puede brindar servicios ambientales gracias a características ecológicas especiales pero ciertas acciones humanas están limitando sus capacidades y las posibilidades de aprovecharlas sustentablemente. Dos servicios ambientales fundamentales que el páramo presta a la población directa e indirectamente relacionada con ellas y a la sociedad en general, son la continua provisión de agua en cantidad y calidad, y el almacenamiento de carbono atmosférico, que ayuda a controlar el

calentamiento global. Ambos tienen que ver con el comportamiento de un elemento poco conocido y subvalorado: el suelo.

El suelo más común en páramos es de origen volcánico y se conoce técnicamente como andosol, del japonés que significa Atierra negra. Este color negro viene del alto contenido de materia orgánica, que por las bajas temperaturas no se descompone rápidamente. Además, el aluminio de la ceniza volcánica y la materia orgánica se combinan para formar vesículas muy resistentes a la descomposición por la edafofauna. Estos complejos se llenan de agua; ésta es retenida por un período relativamente largo y soltada lenta y constantemente. Así, el páramo no debe considerarse un productor de agua (que viene de la lluvia, la neblina y los deshielos) sino recogedor de ella y regulador de su flujo. No es exagerado decir que prácticamente todos los sistemas fluviales de los países andinos septentrionales nacen en el páramo y que los sistemas de riego, agua potable e hidroelectricidad dependen, en gran medida, de esta capacidad del ecosistema páramo de regulación hídrica.

Gracias al mencionado proceso de retención de materia orgánica, (la mitad de la cual es carbono) los suelos parameros son almacenes de carbono. Si bien la masa vegetal del páramo también es un sumidero de este elemento, no lo es en la medida de ecosistemas boscosos más bajos. Sin embargo, al contrario de lo que sucede con las tierras bajas, los suelos parameros tienen esta elevada concentración de materia orgánica y además son muy profundos (hasta 3 metros). Gracias a esto la cantidad total de carbono almacenada por hectárea de páramo puede ser mayor que la de selva tropical. Con un buen manejo de los páramos, se conserva el suelo y se mantiene el carbono almacenado mientras que si se descubre y maltrata el suelo, existe el peligro de que mucho del carbono se descomponga y vaya a la atmósfera como dióxido de carbono, el principal causante del calentamiento global, posiblemente el más grave problema ambiental del planeta. .

Una cuestión relacionada es la de la captación de carbono que realizan los bosques en crecimiento. Las masas boscosas de los páramos, aunque poco extensas, pueden ayudar a fijar el CO₂ que ya está en la atmósfera de manera bastante eficiente. Se ha calculado, por ejemplo, que los yaguales (*Polylepis*) pueden capturar hasta 2 toneladas de carbono por hectárea por año.

Un tercer servicio ambiental puede contener oportunidades interesantes para garantizar el buen funcionamiento de los otros dos servicios: la gran diversidad biológica y agrícola del páramo, que dan de comer diariamente a más de dos millones de compatriotas, atraen turistas de todo el mundo, conservan un banco genético importante y forman parte importante de nuestra identidad andina. Al conservar y manejar sustentablemente esta diversidad, no solamente sus especies únicas como frailejón, oso y cóndor y sus paisajes espectaculares de pantanos, pajonales y glaciares, sino también su diversidad en usos de la tierra, cultivos tradicionales y sistemas ganaderos poco intensivos, podremos asegurar la conservación de la vegetación y del suelo, y así a la par la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono.

Las actividades humanas no sustentables ponen en peligro los servicios ambientales, la alteración de los suelos parameros provoca una disminución en su capacidad de retener y soltar el agua y de almacenar carbono orgánico. Las causas de esta alteración son varias. La compactación que provocan animales exóticos pesados y con pesuñas amplias, como vacas y caballos, destruye la capacidad vesicular del suelo, es decir, su estructura esponjosa, con lo que el agua baja precipitadamente. Esto, a su vez, causa una erosión del mismo suelo.

Las plantas que están sobre el suelo forman su capa protectora. La pérdida de vegetación por varias causas hace que el suelo se descubra y se seque. La desecación tiene como consecuencia un cambio drástico en su

química y el resultado es lapidario para su capacidad de retener materia orgánica: La descomposición aumenta y el carbono así perdido por el suelo no puede compensarse ya que no existe vegetación encima de él que lo reponga. Además, al secarse, el suelo se vuelve hidrofóbico, o sea que en vez de atraer agua a su estructura esponjosa la repele, provocando su flujo descontrolado hacia abajo. La hidrofobia a su vez es una de las causas más importantes de la erosión hídrica, debido a que las partículas secas y livianas flotan sobre el agua superficial que pasa por encima escurriéndose.

En este sentido, a pesar de que la flora por sí misma no provee de este servicio ambiental, sí contribuye sustancialmente a que el suelo lo haga, y debe ser considerada integralmente en las medidas de conservación.

Es importante considerar que la pérdida de la vegetación nativa del páramo no solamente es resultado de la labranza sino también de quemas, herbivoría (especialmente de ovejas y cabras) y también de forestación mal planificada con especies exóticas. Si bien la agricultura probablemente tiene el efecto más intenso sobre la vegetación y el suelo, los otros impactos (quema, ganadería y forestación) abarcan áreas mucho mayores y proveen un balance económico menos positivo por unidad de superficie.

3.9 Captura de carbono

En los PCSC que tienen largos años de duración, es necesario hacer alusión a los incrementos medios anuales de carbono en la línea base del proyecto. Si los inversores prefieren los proyectos de plantaciones, entonces la línea base de emisiones serán más bajas que las esperadas y la reducción de emisiones serán menores para el proyecto.

Se debe corregir la densidad del volumen del bosque a través de un factor que se refiere al contenido de carbono de la biomasa fresca, es decir con el contenido de humedad, expresado en porcentaje, de las muestras de fuste,

hojas y ramas, al momento de ser colectada. Este factor solamente se ha determinado en dos especies forestales laurel y pino y con limitado número de muestras, colectados de acuerdo al procedimiento descrito en la metodología aplicado para determinar el incremento anual de la biomasa.

Luego de la determinación de la biomasa total se debe corregir la densidad de cada especie para cada sistema boscoso, en algunos casos se requiere de un promedio de la densidad del volumen, el factor de corrección:

1 tonelada de madera seca = 0.5 toneladas de carbono capturado

3.9.1 Medición del carbono

La cuantificación del carbono secuestrado por los sumideros, se realiza en forma de estimación, no en un número exacto. Este dato es importante para entender la habilidad para secuestrar el carbono por los bosques.

3.9.2 Precisiones

Para emitir un valor que sea verídico, estimar la cantidad secuestrada o emitida necesitará de un valor concordado con un mínimo nivel de precisión. Este es el concepto estático que cuenta para una distribución aleatoria de unidades dentro de una población. Típicamente, este valor será expresado como “y” toneladas de CO₂-e $\pm 20\%$, con un 95% en el nivel de confianza.

3.9.3 Biomasa del tronco

La cuantificación de la madera se expresa en términos volumétricos, por lo general en metros cúbicos. El carbono contenido dentro, depende de la densidad de la madera. Madera con una alta densidad tiene mayor cantidad de carbono por unidad que una de baja densidad. Además, la densidad de la

madera varia en cada especie durante el tiempo. La madera de un árbol adulto es más densa que la de un árbol joven. Claramente la precisión para el cálculo de la biomasa estimada dependerá en la capacidad de estimar la densidad promedio de la madera.

3.9.4 Biomasa total y en la hojarasca

La estimación de la Biomasa total se centra en evaluar con precisión la cantidad de biomasa contenida en el tronco. Sin embargo, el carbono también es secuestrado en las ramas, hojas, raíces y la corteza. En la gran mayoría de los casos, una simple función alométrica es necesaria para estimar a partir de la biomasa del tronco, la biomasa de la hojarasca. La AGO (Australian Greenhouse Office, 1998) sugirió un valor por defecto de 0.65 para la hojarasca y 0.30 para las raíces. El índice de la hojarasca es el factor que, al multiplicarlo por la masa de la madera, entrega una estimación de la masa de ramas, hojas y corteza. El factor de la raíz, al multiplicarlo por la masa total, incluida la hojarasca, entrega una estimación de la masa para las raíces.

Estas simples relaciones alométricas son reconocidas como un factor muy crudo para realizar estimaciones que toman tanto la composición como la estructura de los árboles.

3.9.5 Carbono en la biomasa

Un rango para la estimación de la cantidad del carbono almacenado en la biomasa, de acuerdo a diferentes autores, fluctúa entre un 42% y un 57%. Este valor dependerá, principalmente, de la composición química de la madera y la proporción del follaje con respecto al árbol. Estimar con precisión este valor para cada situación requiere de un largo, complejo y costoso procedimiento, por lo que usualmente se aplicarán valores

convenidos. IPCC estipula un valor concordado de un 50% para estimaciones del carbono almacenado en formaciones boscosas.

La proporción del carbono en CO₂ es calculado de la siguiente forma:

- Peso atómico del carbono (C): 12
- Peso atómico del oxígeno (O): 16
- Proporción de C en CO₂: 12/44 (ó 27%)
- Carbono en glucosa(C₆H₁₂O₆): 72/180 (ó 40%)

Dióxido de Carbono equivalente a Carbono:

La unidad estándar para el carbono emitido y secuestrado es Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂-e) La conversión de carbono a CO₂-e es 3.667 (44/12).

Estimación práctica del carbono

Dada la naturaleza imprecisa de las muchas presunciones que deben ser usadas para calcular el carbón secuestrado, una aproximación para asegurar la cuantificación documentada respecto del secuestro real, es compensar las cantidades (o grandes números) por las incertidumbres causadas por:

- Limitaciones de experiencias previas.
- Inexactitudes en determinaciones de superficies.
- Variabilidad en el contexto de los escenarios.
- Imprecisiones en las funciones alométricas.

En términos prácticos, se necesita un nivel estipulado, que pueda describirse como “valor óptimo”. Aunque no aceptado internacionalmente,

una estimación del carbono en el bosque que fluctúe en un $\pm 20\%$, con un nivel de confianza de un 95% es admitido como “valor óptimo” en proyectos de este tipo. Obtener estos altos niveles de precisión, se lograrían con muchos muestreos, bosques uniformes, precisión en la estimación de las áreas, precisión en las estimaciones de los volúmenes de madera y funciones alométricas exactas.

La capacidad para obtener resultados mejores que estos, podría no ser posible o ser inviable económicamente. En tales casos, la cuantificación del carbono secuestrado necesitaría ser descontado en relación al “valor óptimo”. La tasa de descuento que podría aplicarse a un bosque relativamente uniforme es de un 0.7, mientras que para un bosque poco uniforme y con funciones alométricas pobremente desarrolladas, es de un 0.3.

3.9.7 Conclusiones

Los resultados preliminares que obtendremos son los derivados de la escasa información disponible al respecto, y es claro que los datos utilizados serán modificados en el futuro, conforme al desarrollo que se genere del conocimiento científico-experimental. No ha sido la intención el obtener cifras absolutas de carbono, sino más bien obtener datos aproximados y proponer un debate, acerca de uno de los temas más importantes en el futuro cercano, referido a la importancia del ordenamiento del recurso natural y los consecuentes beneficios en torno al Cambio Climático.

Considerando que la cuantificación del carbono capturado y almacenado está directamente relacionado con las funciones volumétricas y alométricas del bosque, queda claro que una más certera cuantificación del carbono es directamente proporcional con el conocimiento y pormenorización que se

tenga del bosque. Esta tarea queda como un desafío para los profesionales que se desempeñan en el área de la descripción y conocimiento del bosque.

Las cuantificaciones obtenidas al final del análisis deben ser consideradas como cifras preliminares, y bajo la consideración de que los beneficios ambientales en función de gases de efecto invernadero son válidos en tanto se implementen medidas concretas en la comercialización del carbono almacenado.

La escasa información relativa a composición y características del bosque disponible hoy, se remite solo a unas pocas especies comerciales, sin embargo, lo interesante de los proyectos de sumidero, es que sean implementados para bosques nativos, puesto que la sobreforestación provocaría efectos adversos, tales como degradación de suelos, alteración en la biodiversidad, comunidades locales, ciclos hidrológicos, etc. a su vez los bosques nativos se verían muy beneficiados producto de que permite la conservación de estos, la realización de otras actividades relacionadas a él, tales como ecoturismo, investigaciones de interés científico, en resumen, permite asignarle un alto valor de existencia.

La implementación de las medidas necesarias para la comercialización de los bonos de carbono en los mercados internacionales, corresponden a un largo tema de discusión de políticas y medidas legales regulatorias, las cuales escapaban a los objetivos planteados en este trabajo.

CAPITULO IV: ANALISIS DE COSTOS

4.1 Costos del proyecto

Para la implementación del proyecto MDL se requiere de costos anuales de conservación y administración. Estas actividades son de organización del personal para labores de vigilancia, con el fin de garantizar que los habitantes de la zona se abstengan de realizar actividades de tipo extractivo, ya sea de madera o caza.

4.1.1 Costos directos de infraestructura

Para el funcionamiento del proyecto se requiere de cierta inversión como la infraestructura, la demarcación y señalización, los medios de transporte, el equipo de comunicación y el equipamiento de enseres, cuyo total aproximado y que usaremos de referencia en base a otros proyectos similares es de \$ 20,000.00

4.1.2 Costos directos administrativos

Se requiere de un coordinador para el proyecto, que además deberá realizar las labores de guardaparques y una secretaria. Más un seguro de vida y accidentes. La capacitación será de un curso al año para cada uno, para realizar en forma más eficiente su trabajo. Se incluye además la alimentación, el arriendo de la oficina, el pago por los servicios básicos y el equipamiento para cada uno de ellos. El costo de este ítem es de \$ 15,000.00 al año.

Se estiman los costos de operación del proyecto, en mantenimiento a los equipos de oficina, de la oficina, del vehículo, la alimentación a los caballos, a las monturas y aperos, de los carteles y del equipo de comunicación. El valor total es de \$5,000.00 al año.

4.1.3 Costos de monitoreo

Durante la vida de cada proyecto es necesario elaborar un seguimiento a las estimaciones que se hicieron inicialmente sobre el C capturado en el bosque con base en la metodología descrita. Para tal efecto, se debe emplear, al igual que en los inventarios de carbono iniciales, personal técnico especializado y equipos de medición.

- Se requerirá de información geográfica (cuadro No. 10.1), que será proporcionada por mapas del IGM y fotografías satelitales, de acuerdo al número de visitas de la entidad operacional. Cuyo costo sería \$500.00 Además se orientará sobre el área del proyecto a través de una maqueta con un costo de \$2,200.00. El costo de este ítem es de \$ 2,700,00 al año.
- Para realizar pruebas de la reducción de emisiones y las emisiones evitadas se contratará un Ing. Forestal, para el monitoreo anual, sumando el costo del secado de muestras, transporte y alimentación. El costo es de \$1,500.00
- Los insumos necesarios para realizar el monitoreo tienen un costo de \$ 500.00 al año. El monitoreo se realizará una vez por año.

El total de costos de monitoreo son \$ 4,700.00 al año.

4.1.4 Costos de transacción

Los costos de transacción asociados con los proyectos aquí presentados se relacionan básicamente con los costos de pre-evaluación, evaluación y de verificación que tengan que transferirse a la entidad operacional. Los gastos de pre-evaluación y evaluación son erogables en el primer año del proyecto (costo de la consultoría \$ 200,000.00) mientras que los de verificación dependerán de la periodicidad con que se hagan las visitas.

De acuerdo a proyectos similares en la región, el rango de cobro por estos servicios bordea los \$200,000 para la pre-evaluación y la evaluación y de \$ 8,000 a \$10,000 por cada visita de vigilancia. Es de anotar que el rango especificado de los precios se da principalmente porque el presupuesto de costos de transacción para un proyecto específico depende no tanto de su escala como inicialmente se pensaría, más sí de la complejidad del área del proyecto.

4.2 Valoración de la Madera del Bosque

A partir de un estudio de caso, que busca impulsar una propuesta de desarrollo forestal basada en el uso de los recursos forestales, se plantea la necesidad de definir un precio para la madera en pie como mecanismo facilitador para desarrollar un Plan de Manejo forestal adecuado. Se formula una propuesta para la definición de este precio y se propone el mecanismo para su implementación.

4.2.1 Antecedentes

La madera en pie representa un valor económico cercano a cero y en algunos casos negativo, esta afirmación está basada en el mínimo monto que se paga por concesiones forestales y en el valor de la madera para los agentes comercializadores; tan solo la agregación de costos que sobre esta se hace le imprime importancia comercial.

El poco o inexistente valor, se ha constituido en una preocupación a diferentes niveles : para los encargados de administrar el recurso forestal, quienes tienen que administrar un recurso que no vale y que al ocupar un espacio físico con potencialmente otros usos, simplemente estorba; para los dueños de fincas con bosques pues a pesar que estas áreas son "valiosas" , no valen; y para los reforestadores, pues se embarcan en producir algo que "no vale" - madera- siendo la única ventaja del producto de sus plantaciones, los menores costos de extracción y movilización .

En el ámbito forestal, los bosques cumplen una función importante en la economía y en la sociedad en general, basados en los innumerables beneficios que pueden aportar. Sin embargo, estos beneficios no se incorporan directamente del bosque, siendo necesario recurrir a otros mecanismos para favorecer los procesos de conservación y/o reposición del bosque; no son suficientemente adecuados lo cual se evidencia en las altas tasas de deforestación y en la poca reforestación efectiva que se adelanta.

Diversas tipologías de valor económico forestal, basadas en Pearce (1990) definen pautas para la valoración; pero generalmente, estos valores, bajo contadas excepciones, difícilmente ingresan en las cuentas del sector forestal y más lejano aún de los dueños, propietarios o tenedores del bosque.

4.2.2 Estructura de costos y cadena comercial

El precio de la madera en el primer punto de comercialización solo incluye los costos de extracción; a partir de aquí el valor se incrementa a medida que se agregan costos; aplica tanto para la madera obtenida de bosques naturales como de plantaciones; a pesar que en estas últimas se pretenda incluir el costo de producción, solo es posible hacerlo cuando los costos de extracción son menores que los de la madera del bosque nativo.

Así mismo, el valor de venta de la madera extraída de bosques nativos no incorpora la totalidad de los costos de extracción determinando "subsidios en la extracción". En la Tabla 1 se muestra un caso modelo, en que para maderas catalogadas como ordinarias y regulares, el valor de venta alcanza únicamente entre el 41% y el 82% del costo de extracción; para el caso de valiosas y muy valiosas, los valores de venta están entre el 106% y 142%.

Tabla 1. Costos de extracción de madera

TIPOS DE MADERA	COSTOS EXTRACCION (us)			PRECIO VENTA (us) (**)	% RESPECTO A COSTO EXTRACCIÓN		
	BAJO	PROMEDIO	ALTO		ALTO	MEDIO	BAJO
Ordinaria	7,7	9,5	11,3	4,7	60%	49%	41%
Regular	11,3	11,8	12,3	9,3	82%	79%	76%
Valiosa	12,3	12,7	13,1	14,0	113%	110%	106%
Muy valiosa	13,1	15,1	17,2	18,6	142%	123%	108%

Esta situación es una de las causas del deficiente proceso de reforestación que se adelanta, además va en detrimento del "patrimonio " de plantaciones forestales, de áreas boscosas naturales y de manera directa del recurso forestal del país.

El valor final de los productos elaborados incluye, además de los costos de extracción y transformación los sobrepuestos por un gran número de intermediarios y pérdidas en que se incurre durante todo el proceso, ocasionadas por desconocimiento tecnológico y desinformación.

Entre las causas de estas pérdidas están: acebolladura, Madera juvenil, Mal aserrado y albura en mal estado, colapso y nudos. Los porcentajes de pérdidas por procesos industriales- datos de aserradero - oscilan entre el 20% y el 40% de la madera adquirida.

La variación de precios por metro cúbico de madera según el punto de la cadena y/o su grado de transformación, excluyendo las puntas de la cadena, presentan un incremento total de más del 268%. (Véase Tabla 2).

Tabla 2. Variación de precios y porcentajes correspondientes, datos por metro cúbico de madera

	AGENTE / PROCESO				
	PRECIOS / PORCENTAJES	acopiador local	Depósitos	Elaborada y/o aserrada en mismos sitios	Elaborada y/o aserrada en ciudad más cercana
Precio de venta (US)	\$ 62,79	\$ 80,00	\$ 120,00	\$ 204,19	\$ 231,16
% incremento entre agente / proceso	0%	27%	50%	70%	13%
% incremento acumulado a partir del productor	0%	27%	91%	225%	268%

4.2.3 Madera en pie. Definición.

Desde una perspectiva simple que excluye demás bienes y servicios del bosque, se tienen tres caminos para la valoración de la madera: 1) el cálculo de los costos en que se incurre para su reposición, 2) el costo de oportunidad de uso del área boscosa, y 3) el costo de oportunidad del uso de los recursos económicos para realizar la reposición. Se desarrollará solo la alternativa uno.

4.2.3.1 Tipos de madera

Los costos están asociados al establecimiento de la plantación propiamente dicha, al mantenimiento del arbolado y la administración del proyecto, que se articulan de manera directa al acceso y características biofísicas del lugar de plantación y al tipo de madera que se desea obtener.

Como punto de partida para la definición del valor de la madera, y con base en su comercialización, se definen cuatro tipos (véase Cuadro 2):

- Ordinaria: De bajo precio, usada para guacales, estibas..
- Regular: Para productos de mediana y larga duración y de calidad aceptable. Carpintería sencilla, guarda escobas, construcciones pesadas...
- Valiosa: Alta calidad en mueblería, pisos, enchapes, construcciones-estructuras -
- Muy valiosa: De máximo valor, se utiliza para lo mismo que la valiosa pero por ser más vistosa permite mayores precios de venta.

Cuadro 1. Algunas especies según tipo de madera - clasificación mercado local

TIPO MADERA	Ordinaria	Regular		Valiosa	Muy valiosa
ESPECIES (nombre común)	- Ceiba amarilla - Coco cabuyo - Guamo rosado - Hobo - Pavito	- laurel - Caracolí - Marfil - Nazareno - Peine mono - Perillo	- chilca - uvilla - sauco negro - higuera - guato blanco	- cedro - Bálsamo - Canelo - dormilón - Laurel negro - roble	- caoba - nogal - Guayacán Hobo -mascarey - chanul

La catalogación de especies en estas cuatro categorías difiere un poco con la perspectiva internacional, la cual incluye en algunos casos, maderas ordinarias o regulares para nosotros, en la lista de las valiosas y muy valiosas, con base en las posibilidades tecnológicas desarrolladas.

4.2.3.2 Costo de una plantación forestal

Teniendo en cuenta que la definición del costo promedio por hectárea depende de diversas variables, presentando altas variaciones, se trabajarán

valores promedios. Este se estima entre \$2400 y \$5680 por hectárea, dependiendo de la especie y los años totales de la plantación. (Tabla 3).

Tabla 3. Costo de establecimiento y manejo de una plantación forestal, para cuatro tipos de maderas

TIPO DE MADERA	DATOS BÁSICOS			COSTOS (US)			
	Arboles iniciales	Turno (años)	Arboles Finales	CP	CM	CA	TOTAL
Ordinaria	1,100	15	1,000	581,4	1.255,8	1.069,8	2.883,7
Regular	1,100	25	400	930,2	2.093,0	1.767,4	4.790,7
Valiosa	1,100	35	200	1.162,8	1.953,5	1.627,9	4.744,2
Muy valiosa	1,100	50	100	581,4	1.255,8	1.069,8	2.883,7

Fuente.- tablas de costos de reforestación (Conif, 1.999).

Donde CP : Costo plantación
 CM : Costo mantenimiento
 CA : Costos administrativos y otros

4.2.3.3 PRODUCCIÓN DE MADERA POR HECTÁREA

Se pueden obtener entre 70 y más de 180 m³ por hectárea. La estimación de este volumen, comercial, está basada en dimensiones esperadas por árbol y por la cantidad de los árboles en un bosque promedio. (Tabla 4).

Tabla 4. Metros cúbicos obtenidos por hectárea para 4 tipos de madera

TIPO DE MADERA	DATOS BASICOS			PRODUCCIÓN ESPERADA (m ³)					
	Arboles iniciales	Turno (años)	Arboles Finales	DAP (m)	HC (m)	Ff	CANT.	M3 / ARBOL	M3 TOTAL
Ordinaria	1,100	15	1,000	0.2	10	0.6	1,000	0.188	188.50
Regular	1,100	25	400	0.3	10	0.6	400	0.424	169.65
Valiosa	1,100	35	200	0.3	10	0.6	200	0.424	84.82
Muy valiosa	1,100	50	100	0.4	10	0.6	100	0.754	75.40

Fuente: datos promedios (Conif, 1.999).

Donde DAP : Diámetro a la altura del pecho
HC : Altura Comercial
FF : Factor forma, basado en la forma del tronco del árbol
AT : Arboles al final del turno

4.2.3.4 PRECIOS FINALES POR METRO CÚBICO Y POR HECTÁREA

Los valores por metro cúbico según tipo de maderas oscilaría entre 15.3 y 86.36 dólares estadounidenses (precios del 2.000) con un estimado aproximado por hectárea entre 2.883,7 y 6.511,6 dolares estadounidenses. (Tabla 5).

Tabla 5. Valor por m³ y por hectárea para cuatro tipos de madera

TIPO DE MADERA	DATOS BÁSICOS			CT (us)	PE (m ³)	V/ M ³ PIE (us)	V/ Ha. (us)
	Arboles iniciales	Turno	Arboles Finales				
Ordinaria	1,100	15	1,000	2.883,7	188.50	15,30	2.883,7
Regular	1,100	25	400	4.790,7	169.65	28,10	4.767,4
Valiosa	1,100	35	200	4.744,2	84.82	55,93	4.744,2
Muy valiosa	1,100	50	100	2.883,7	75.40	86,36	6.511,6

Donde:

$$V \text{ (milesxm3)} = VT / PE$$

V = valor (miles) x por unidad de volumen (metros cúbicos)

CT = costo total de producción

PE = producción esperada

4.2.3.5 Costo total de la explotación de madera del bosque nativo en estudio

De acuerdo a los datos antes mencionados vamos a proceder a dar un valor aproximado al bosque nativo que se encuentra en el sector del Pulpito, de la hacienda Jubal, Provincia del Chimborazo.

Vamos a crear 3 escenarios en base a los tipos de madera existentes, las dividiremos en valiosas y ordinarias en las proporciones detalladas a continuación:

Escenario optimista: 80% valiosas y 20% ordinarias (tabla No.5)

Escenario conservador: 50% valiosas y 50% ordinarias (tabla No.6)

Escenario optimista: 20% valiosas y 80% ordinarias (tabla No.7)

4.2.3.5.1 Escenario Optimista

En este escenario asumimos que las maderas valiosas y muy valiosas del bosque representan un 80% del total de la madera existente; y la maderas ordinarias y regulares alcanzan un 20%. La extensión total es aproximadamente de 10.000 Ha de bosques, donde de acuerdo a la metodología establecida tenemos un volumen de madera entre los 75.4 a 188.5 m³ por Ha y un costo por m³ de madera entre \$15.30 y \$86.36. Con estos datos llegamos a un valor total de la madera del bosque de \$52.673.321,40

%	TIPO DE MADERA	HA	madera m ³ /Ha	total M3 madera	V/M3 Pie	Valor total
10%	ordinaria	1.000,00	188,50	188.500,00	15,30	2.884.050,00
10%	regular	1.000,00	169,65	169.650,00	28,10	4.767.165,00
40%	valiosa	4.000,00	84,82	339.280,00	55,93	18.975.930,40
40%	muy valiosa	4.000,00	75,40	301.600,00	86,36	26.046.176,00
Total		10.000,00		999.030,00		52.673.321,40

Tabla No. 5 Escenario optimista: 20% ordinarias – 80% valiosas

4.2.3.5.2 Escenario Conservador

Bajo este escenario las maderas valiosas y muy valiosas del bosque representan un 50% del total de la madera existente; y la maderas ordinarias y regulares alcanzan un 50%. Con estos datos llegamos a un valor total de la madera del bosque de \$47.266.854,00

%	TIPO DE MADERA	HA	madera	total	V/M3 Pie	Valor total
			m3/Ha	M3 madera		
25%	ordinaria	2.500,00	188,50	471.250,00	15,30	7.210.125,00
25%	regular	2.500,00	169,65	424.125,00	28,10	11.917.912,50
25%	valiosa	2.500,00	84,82	212.050,00	55,93	11.859.956,50
25%	muy valiosa	2.500,00	75,40	188.500,00	86,36	16.278.860,00
Total		10.000,00		1.295.925,00		47.266.854,00

Tabla No. 6 Escenario conservador: 50% ordinarias – 50% valiosas

4.2.3.5.3 Escenario Pesimista

Ahora el escenario cambia, las maderas valiosas y muy valiosas del bosque representan un 20% del total de la madera existente; y la maderas ordinarias y regulares alcanzan un 80%. Con estos datos llegamos a un valor total de la madera del bosque de \$41.860.386,60

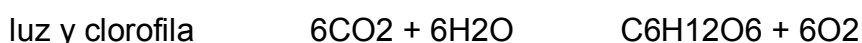
%	TIPO DE MADERA	HA	madera	total	V/M3 Pie	Valor total
			m3/Ha	M3 madera		
40%	ordinaria	4.000,00	188,50	754.000,00	15,30	11.536.200,00
40%	regular	4.000,00	169,65	678.600,00	28,10	19.068.660,00
10%	valiosa	1.000,00	84,82	84.820,00	55,93	4.743.982,60
10%	muy valiosa	1.000,00	75,40	75.400,00	86,36	6.511.544,00
Total		10.000,00		1.592.820,00		41.860.386,60

Tabla No. 7 Escenario pesimista: 80% ordinarias – 20% valiosas

4.3 Secuestro de Carbono y su Valoración

4.3.1 Secuestro de carbono en los bosques nativos

Las plantas fijan carbono a través de la clásica ecuación de la fotosíntesis, retirando gas carbónico de la atmósfera y el agua del suelo, emitiendo oxígeno y capturando carbono en su biomasa por medio de su crecimiento apical y radicular. Este proceso se produce en presencia de luz y por la acción de la clorofila de las plantas.



Mediante este proceso de biosíntesis los carbohidratos son depositados en la pared celular, generando biomasa o materia orgánica, llevando adelante el proceso conocido como “secuestro de carbono”. Este intercambio de carbono con la atmósfera efectuado en los ecosistemas forestales origina el almacenamiento en la biomasa vegetal y en el suelo.

El árbol es uno de los seres vivos que mayor capacidad de almacenamiento de carbono en su biomasa debido a su porte aventajado, a su longevidad y a la posibilidad de crecer en macizos.

Por eso los bosques son considerados como sumideros de carbono y la forestación y reforestación son aceptados como medio efectivo para la captura de gas carbónico de la atmósfera contaminada (SANQUETTA, 2005).

Tal como fue mencionado anteriormente la fijación del carbono en un bosque se da en todos los compartimentos: follaje, ramas, fuste, raíces, hojarasca o el material caído y también los horizontes húmicos de los suelos. El secuestro o captación de carbono en la Convención del Clima se refiere a la mitigación biológica, o sea la forma natural de secuestrar CO₂ por los vegetales a través de la fotosíntesis, cuyo proceso permite fijar el carbono en forma de materia leñosa en las plantas. Este concepto fue lanzado desde el

principio de la Convención del Clima, consagrándose recién a partir de la Conferencia de Kyoto, cuando fueron aprobados los mecanismos de flexibilización que incorporarían el secuestro forestal del carbono (CHANG, 2004).

En principio el Protocolo de Kyoto (PK), emanado de la Conferencia de Kyoto en 1997 (COP3), consideró cuatro formas de secuestro:

- a) forestación o reforestación que secuestra carbono;
- b) manejo forestal sustentable que no solo secuestra sino que también reduce emisiones;
- c) conservación y protección forestal contra la deforestación que es una forma de emisión evitada; y

d) sustitución de combustibles fósiles por biomasa renovable para reducir emisiones, siendo que la reducción de la emisión es permanente (IPCC, 2001). Luego, en 2001, el Acuerdo de Marrakesh, en la Conferencia de las Partes (COP) 7, aprobó el secuestro forestal como modalidad de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), sin embargo excluyó la conservación y el manejo forestal de bosque nativo para el primer periodo de vigencia del PK (2008 a 2012). En la COP 9, en 2003, en Milán se reglamentó que los Certificados de Reducción de Emisiones (CRE)⁴ forestales serían temporarios, considerando al secuestro forestal de carbono como una medida paliativa y no permanente (CHANG, 2004).

Concretamente el valor de la forestación fue reconocido internacionalmente en 1997, cuando se le incluyó en el Protocolo de Kyoto, un acuerdo de acción global para reducir el riesgo del peligroso cambio climático. Pero la disminución de la deforestación y de la degradación de los bosques ha estado históricamente ausente de las negociaciones internacionales porque son muy difíciles de alcanzar (CHALMERS, 2009).

En años recientes, a medida que los negociadores se encaminan hacia un nuevo acuerdo global que suceda al Protocolo de Kyoto cuando finalice su primer periodo de compromisos en 2012, el combate contra la deforestación (particularmente en el trópico) estará de nuevo sobre la mesa, ya que se cree que es cada vez más crucial para la mitigación del cambio climático futuro.

Las propuestas para integrar el combate contra la deforestación en el acuerdo de cambio climático post Kyoto 2012 han evolucionado con el tiempo. Inicialmente el enfoque estaba centrado en reducir las emisiones de la deforestación (RED), pero las negociaciones actuales se están enfocando en la reducción de emisiones de la deforestación y de la degradación de los bosques (REDD). Las iniciativas más recientes incluyen considerar la deforestación, la degradación y el aumento de las reservas de carbono forestal (REDD+).

De esta manera los bosques y su mantenimiento en el tiempo juegan un rol principal no solo como factor de desarrollo de un país y de sus modelos de sostenibilidad, sino que adquieren protagonismo mundial por su reconocimiento como sumideros en los sistemas contables de los ciclos de carbono. Sin embargo, aparte de las incertidumbres sobre las tasas de cambio de la cobertura y masa forestal, es particularmente crítica la falta de información cuantitativa de biomasa y carbono almacenado en estos ecosistemas y particularmente en las poblaciones de árboles (DAUBER et al., 2002).

Es necesario mejorar esta situación avanzando en la estimación del carbono almacenado en la biomasa forestal existente con la mayor exactitud posible, a efectos de modelar los flujos de carbono por cambio del uso de la tierra, cuyos resultados dependerán en gran parte de las cuantificaciones de biomasa de los bosques.

4.3.1.1 Carbono en la biomasa

Un rango para la estimación de la cantidad del carbono almacenado en la biomasa, de acuerdo a diferentes autores, fluctúa entre un 42% y un 57%. Este valor dependerá, principalmente, de la composición química de la madera y la proporción del follaje con respecto al árbol. Estimar con precisión este valor para cada situación requiere de un largo, complejo y costoso procedimiento, por lo que usualmente se aplicarán valores convenidos. IPCC estipula un valor concordado de un 50% para estimaciones del carbono almacenado en formaciones boscosas. Valor considerado por otros investigadores como Bertram Husch

La proporción del carbono en CO₂ es calculado de la siguiente forma:

- Peso atómico del carbono (C): 12
- Peso atómico del oxígeno (O): 16
- Proporción de C en CO₂: 12/44 (ó 27%)
- Carbono en glucosa(C₆H₁₂O₆): 72/180 (ó 40%).

4.3.1.2 Dióxido de Carbono equivalente a Carbono

La unidad estándar para el carbono emitido y secuestrado es Dióxido de Carbono Equivalente (CO_{2-e}) La conversión de carbono a CO_{2-e} es 3.667 (44/12).

4.3.1.3 Estimación práctica del carbono

Dada la naturaleza imprecisa de las muchas presunciones que deben ser usadas para calcular el carbón secuestrado, una aproximación para asegurar la cuantificación documentada respecto del secuestro real, es compensar las cantidades (o grandes números) por las incertidumbres causadas por:

- Limitaciones de experiencias previas.
- Inexactitudes en determinaciones de superficies.
- Variabilidad en el contexto de los escenarios.

- Imprecisiones en las funciones alométricas.

En términos prácticos, se necesita un nivel estipulado, que pueda describirse como “valor óptimo”. Aunque no aceptado internacionalmente, una estimación del carbono en el bosque que fluctúe en un $\pm 20\%$, con un nivel de confianza de un 95% es admitido como “valor óptimo” en proyectos de este tipo. Obtener estos altos niveles de precisión, se lograrían con muchos muestreos, bosques uniformes, precisión en la estimación de las áreas, precisión en las estimaciones de los volúmenes de madera y funciones alométricas exactas. La capacidad para obtener resultados mejores que estos, podría no ser posible o ser inviable económicamente. En tales casos, la cuantificación del carbono secuestrado necesitaría ser descontado en relación al “valor óptimo”. La tasa de descuento que podría aplicarse a un bosque relativamente uniforme es de un 0.7, mientras que para un bosque poco uniforme y con funciones alométricas pobremente desarrolladas, es de un 0.3. (Jakko Pöyry)

Una aproximación similar podrá ser aplicada cuando futuras ventas (opciones de créditos de carbono) sean ofrecidas. En este caso las incertidumbres sobre las estimaciones de crecimiento futuro necesitan ser tomadas en consideración y una tasa de descuento podrían necesitar ser aplicadas dependiendo en el periodo de tiempo evaluado.

Área neta del bosque:

Todos estos datos han sido considerados para un cálculo estimativo por hectárea, ahora corresponde incorporar al cálculo la superficie completa del área seleccionada, con el fin de estimar la secuestración de Carbono por el bosque en su totalidad.

A (ha)

Carbono contenido en la Biomasa:

Este es quizás el dato más difícil de precisar, pero toda la bibliografía lo ubica entre un 43 y un 56% de carbono en los arboles, dependiendo de la especie y su hábitat. Según el IPCC, un valor de 50% es aceptado en cálculos de estimaciones para sumideros de carbono.

C (%)

Carbono secuestrado:

Con los antecedentes de: biomasa, contenido de carbono y área total del bosque, es posible estimar la cantidad de Carbono secuestrada por el bosque en estudio, como la biomasa fue calculada en ton/ha, el valor del secuestro, también quedará expresado en Toneladas.

$$Cs = A * Bn * C \text{ (ton)}$$

Dióxido de Carbono equivalente:

Como se había expuesto anteriormente, la unidad interesante de determinar es el CO₂-e, por lo que el carbono secuestrado será transformado a Dióxido de Carbono a través de su peso molecular.

$$\text{CO}_2\text{-e} = Cs * 44/12 \text{ (ton)}$$

Cálculo del carbono capturado

Siguiendo esta metodología haremos el cálculo del carbono capturado en el bosque asumiendo ciertos datos de estudios ya realizados y que nos dan los siguientes valores:

Peso promedio de un árbol: 714 kg

Arboles promedio por Ha de bosque: 400 unidades

Con estos datos aplicamos la metodología descrita y analizaremos 3 escenarios de acuerdo al número de árboles por Ha de bosque:

- Escenario optimista: 500 árboles por Ha. (tabla No.8)
- Escenario conservador: 400 árboles por Ha. (tabla No.9)
- Escenario pesimista: 300 árboles por Ha. (tabla No.10)

Propuesta de negociación de venta de bonos de carbono UTPL

La comisión de gestión interinstitucional de los servicios ambientales, presentó la propuesta del programa subregional de negociación de venta de bonos de carbono, ante la subsecretaría de calentamiento global, del ministerio de Ambiente.

Esta comisión está conformada por instituciones académicas, culturales, administrativas y científicas y está adscrita al Honorable Consejo Provincial de Loja. Cuenta además con la consultoría del Banco Interamericano de Desarrollo.

El objetivo de esta propuesta es sentar las bases para negociar bonos de carbono a nivel internacional; así como proponer la implementación de planes similares en otras regiones del país”. Afirmó Diana Maldonado, Docente investigadora de la UTPL.

En tal sentido, la región sur ya tiene avanzada la diagramación de mapas de cobertura y cuenta con tasas de deforestación. Estos instrumentos son la base para la implementación mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y de reducción de emisiones; mismos que se emplearán para la negociación de los bonos.

Juan Manuel García, Director del Instituto de Investigaciones Económicas, indicó que el potencial de la zona es muy alto, “Se cuenta con 750 millones de toneladas de biomasa con capacidad de absorber carbono, que se pueden negociar a un precio de mercado de \$5 cada tonelada”. Este

potencial se ve además beneficiado por el apoyo académico e institucional que puede ofrecer.

Para que las negociaciones internacionales se lleven a buen término, los vendedores deben comprometer el cuidado de las reservas biológicas, así como proyectar planes de alternativas sustentables que reemplacen la explotación de bosques. El proyecto presentado incluye alternativas en producción de café, eco turismo, desarrollo de conocimiento y servicios ambientales.

Al momento, no hay una legislación que permita negociar bonos de carbono. En el Ecuador; sin embargo hay varias instituciones privadas que han podido negociar por medio de mecanismos de desarrollo limpio, y que están recibiendo un pago por estas actividades.

Los compradores de bonos de carbono se encuentran en Europa, Asia, Norteamérica y Australia. Entidades públicas y privadas, productoras de emisiones contaminantes compran estos bonos como una manera de recompensar sus actividades. Los principales vendedores de estos bonos se encuentran concentrados en Sudamérica.

4.3.1.3.1 Escenario optimista

En este escenario tomaremos como promedio la cantidad de 500 árboles por Ha, con un peso de 714 Kg y con un 50% de C en ella tendríamos 357 Kg C por árbol, para convertirlo a CO₂ lo multiplicamos por su factor 44/22 (3.667). Así nos da como resultado la cantidad de CO₂ que conserva este bosque en su biomasa (Tn) y lo multiplicamos por el costo de la Tn de CO₂ propuesta de \$5/Tn. El resultado de esta valoración del carbono es \$32.725.000,00 (tabla No.8)

4.3.1.3.2 Escenario conservador

Ahora tomaremos como promedio la cantidad de 400 árboles por Ha, con un peso de 714 Kg y con un 50% de C en ella tendríamos 357 Kg C por árbol, para convertirlo a CO₂ lo multiplicamos por su factor 44/22 (3.667). Así nos da como resultado la cantidad de CO₂ que conserva este bosque en su biomasa (Tn) y lo multiplicamos por el costo de la Tn de CO₂ propuesta de \$5/Tn. El resultado de esta valoración del carbono es \$26.180.000,00 (tabla No.8)

4.3.1.3.3 Escenario pesimista

El promedio que usaremos será de 400 árboles por Ha, con un peso de 714 Kg y con un 50% de C en ella tendríamos 357 Kg C por árbol, para convertirlo a CO₂ lo multiplicamos por su factor 44/22 (3.667). Así nos da como resultado la cantidad de CO₂ que conserva este bosque en su biomasa (Tn) y lo multiplicamos por el costo de la Tn de CO₂ propuesta de \$5/Tn. El resultado de esta valoración del carbono es \$19.635.000,00 (tabla No.8)

Tabla No.8 Diversos escenarios de la valoración del carbono

Bosque	árboles	total	peso	kg C	kg CO2	toneladas	Costo bono
HA	por Ha	árboles	árbol kg.	50%	3,67	CO2/HA	5,00
10.000,00	300,00	3.000.000,00	714,00	357,00	1.309,00	3.927.000,00	19.635.000,00
10.000,00	400,00	4.000.000,00	714,00	357,00	1.309,00	5.236.000,00	26.180.000,00
10.000,00	500,00	5.000.000,00	714,00	357,00	1.309,00	6.545.000,00	32.725.000,00

4.4 Análisis de resultados

Con los resultados obtenidos de la valoración de la madera (si explotamos el bosque) y el valor del carbono capturado (si lo conservamos) analizaremos a través del VAN y la TIR si resulta más rentable la conservación o la explotación para los propietarios del bosque.

4.4.1 VAN-TIR de la madera

Para obtener el VAN y la TIR de la madera vamos a analizar los 3 escenarios que tenemos y usaremos como costo de la explotación del m³ de madera el valor de \$27.22, dato obtenido de un estudio de la FAO hecho en una plantación de la Amazonía brasileña. Ver Tablas No.9-10-11

En los 3 escenarios obtenemos el VAN y la TIR son positivos, con una tasa de descuento del 15% y con los costos promedios para este tipo de explotación, obtenemos una alta tasa de retorno. Ahora nos toca comparar estos resultados con los que nos da la venta de los bonos de Carbono. (Tabla No 15)

4.4.2 VAN-TIR de la captura de carbono

Igualmente que en el anterior análisis, realizaremos 3 escenarios conforme a la cantidad de árboles por Ha y usaremos datos promedios de costos de este tipo de proyectos, tales como:

- Costo del terreno
- Costo de infraestructura inicial
- Costos de asesoría (Consultora encargada de elaborar e implementar el proyecto)
- Costos de monitoreo
- Costos administrativos
- Costos de transacción

Aplicando la misma tasa de descuento del 15% tenemos VAN positivos en los 3 escenarios y atractivos retornos de la inversión. (Ver tablas No.12-13-14)

4.4.3 Análisis comparativo entre la explotación de la madera y la captura de carbono

En la tabla No.15 observamos un comparativo entre los VAN de los diferentes escenarios del valor de la madera y la captura de carbono. Observamos que de las 9 relaciones posibles solo en 1 la explotación de la madera es más rentable que la conservación. Pero hay que tomar en cuenta también los tiempos en que retorna la inversión y los costos más altos de la explotación. Además que para este análisis no hemos valorado los demás servicios ambientales que nos provee el bosque y el páramo, razón por la cual llegamos a la conclusión que siempre será un mejor negocio, tanto para el propietario privado como para la sociedad en general, la conservación de los bosques .

Tabla No.15 Comparativo VAN Madera-Carbono

	VAN carbono	optimista	conservador	pesimista
VAN madera		19.251.834,61	15.062.685,08	10.873.535,55
optimista	12.679.560,80	1,52	1,19	0,86
conservador	9.670.841,76	1,99	1,56	1,12
pesimista	6.662.122,72	2,89	2,26	1,63

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La deforestación es una amenaza constante sobre los bosques ecuatorianos porque puede cambiar el uso del suelo de un momento a otro dependiendo del criterio de las necesidades económicas de sus propietarios. Al deforestarse una zona se está destruyendo todas las funciones que cumplen en una determinada área. Y un efecto que afecta al planeta es la emisión del carbono capturado.

Con este criterio el país obtiene el máximo beneficio al estimular el uso de la tierra hacia la conservación, cubriendo el costo económico para los propietarios privados que reconozcan que la conservación de los bosques tiene réditos económicos importantes, cubriendo los costos de oportunidad de cualquier actividad económica alterna.

La conservación de los bosques primarios puede tener costos inferiores a los de las plantaciones forestales puesto que como base no necesita de la compra de tierras, ni cuidados durante su crecimiento de los árboles, por tanto son una forma de mitigación a menor costo que permitirá incluirse dentro de los mercados de carbono a precios competitivos.

Los proyectos de conservación de los bosques nativos es una importante contribución para que no se incremente el cambio climático, y no se le han otorgado la importancia necesaria, por simples ideologías políticas, del no pago por el servicio ambiental de captación de carbono de los bosques nativos, y de la consiguiente transferencia de recursos económicos para mantener estas reservas de carbono.

Se ha demostrado que la conservación de los bosques nativos que se encuentran como propiedades privadas, presenta un constante peligro de deforestación, por lo que se incluye como un proyecto elegible para el MDL.

Aunque la conservación de reservas de carbono en los bosques nativos se haya negado para este período de compromisos (2008-2012) se puede incluir para el próximo período de compromisos que será definido en la COP 9.

“La existencia de incentivos económicos en el Protocolo de Kyoto para la reducción de emisiones se dirige a los proyectos de plantaciones forestales y no a la conservación de los sumideros de carbono en los bosques, ya que existen fallas de mercado que no permiten internalizar las externalidades provocadas por el cambio climático, lo cual se reflejaría en un precio por mantener capturado el carbono en los bosques nativos. Los cambios en el uso del suelo o la simple explotación maderera liberan el carbono capturado. El carbono capturado puede ser mantenido en su estado sólido a través de la conservación del bosque nativo, preservando sus funciones y la estabilidad de una zona, sin incrementar el cambio climático.”

Los datos preliminares obtenidos en el estudio son la consecuencia de la escasa información disponible al respecto, y es claro que éstos serán modificados en el futuro, conforme al desarrollo que se genere del conocimiento científico-experimental. No ha sido la intención el obtener cifras absolutas de carbono, sino más bien proponer un debate, sobre uno de los temas más importantes en el futuro cercano, referido a la importancia de la conservación de los bosques y los recursos naturales; y los consecuentes beneficios en torno al Cambio Climático.

La cuantificación del carbono capturado y almacenado está directamente relacionada con las funciones volumétricas y alométricas del bosque, por lo

que queda claro que una más certera cuantificación del carbono es directamente proporcional con el conocimiento y pormenorización que se tenga del bosque. Esta tarea queda como un desafío para los profesionales que se desempeñan en el área de la descripción y conocimiento del bosque.

Sobre la base de la experiencia asimilada, es claro que aún no es suficiente el conocimiento preciso sobre los bosques nativos de Ecuador y una adecuada centralización y sistematización de la información forestal. Las cuantificaciones obtenidas al final del análisis deben ser consideradas como cifras preliminares, y bajo la consideración de que los beneficios ambientales en función de gases de efecto invernadero son válidos en tanto se implementen medidas concretas en la comercialización del carbono almacenado.

La escasa información relativa a composición y características del bosque disponible hoy, se remite solo a unas pocas especies comerciales, sin embargo, lo interesante de los proyectos de sumidero, es que sean implementados para bosques nativos, puesto que la sobre forestación provocaría efectos adversos, tales como degradación de suelos, alteración en la biodiversidad, comunidades locales, ciclos hidrológicos, etc. a su vez los bosques nativos se verían muy beneficiados producto de que permite la conservación de estos, la realización de otras actividades relacionadas a él, tales como ecoturismo, investigaciones de interés científico, en resumen, permite asignarle un alto valor de existencia. A esto habría que incorporar los beneficios económicos que reportaría, que, dependiendo del precio de transacción, servirían desde aumentar el empleo (producto del manejo que habría que hacer) en forma autofinanciada, hasta reportar beneficios económicos producto de la explotación del pasivo ambiental.

Cuando se implementen las medidas necesarias para la comercialización de los bonos de carbono en los mercados internacionales, corresponden a un

largo tema de discusión de políticas y medidas legales regulatorias, las cuales escapaban a los objetivos planteados en este estudio.

Como consecuencia, los bosques a través de la captura de carbono, y su sometimiento a “sumideros”, generan los siguientes beneficios ambientales:

- Mitigación de los gases de efecto invernadero;
- El sector forestal se ve ampliamente favorecido por el simple hecho de generar sustentabilidad forestal, asegurando así la provisión sostenida de los múltiples bienes y servicios de los bosques en el tiempo;
- Se genera investigación y desarrollo, demostrando capacidad técnica y de gestión;
- Determinación de las emisiones potencialmente evitadas;
- Generación de proyectos que incorporen nuevas áreas Protegidas, privadas o estatales; y
- La implementación de nuevos “sumideros” protege suelos de baja calidad, mejorando su estructura y previniendo su degradación. Contribuyendo así al aumento de la biomasa que se traduce en un mayor secuestro de CO₂.

El hecho que los países desarrollados reduzcan sus emisiones y recuerden que deben pagar por contaminar hace viable considerar costos sociales a bienes intangibles como la captura de carbono que antes no tenían ningún valor económico, por el contrario llevan a la siguiente reflexión: cada tonelada de dióxido de carbono absorbida por los bosques permitiría emitir otra tonelada adicional de CO₂. Esta es una de las más notorias ambigüedades establecidas en el texto final del Protocolo de Kyoto, por lo que se espera que en las venideras COP se normalicen los mecanismos que regulan esta y otras situaciones similares. El objetivo del Protocolo de Kyoto es reducir las emisiones, y no crear mecanismos para evitar las reducciones.

Desgraciadamente, las materias económicas se han convertido en un tema permanente en asuntos ambientales, y más aún cuando de por medio están amenazadas las posibilidades egoístas de crecimiento económico.

BIBLIOGRAFIA

- Información del Programa Socio Bosque del Ministerio del Medio Ambiente de la República del Ecuador.
- Valoración de la madera en pie: una alternativa para el manejo adecuado de los recursos forestales, autor Carlos Alfonso Devia Castillo
- Evaluación ecológica de dos remanentes de Bosque Montano en la Provincia de Chimborazo, Ecuador, autores Sarah Weigle, Jorge Caranqui, Jorge Lara.
- Metodología para elaborar tablas nacionales de conversión volumétrica de madera rolliza en pie a madera aserrada calidad exportación, autores Roberto Kometter y Edgar Maravi
- El Bosque en el Ecuador, Una visión transformada para el desarrollo y la conservación, autores Gerardo Barrantes, Henry Chaves y Marco Vinuesa

ANEXOS

