



Formulación del proyecto MDL forestal “Más bosques para Medellín: un ambiente sano para el presente y el futuro” en el municipio de Medellín (Antioquia – Colombia)

Claudia Helena Hoyos Estrada¹

*Formulation of the CDM forestry Project “More Forests for Medellín: A
Sane Environment for the Present and the Future” in the city of
(Antioquia - Colombia)*

*Desenvolvimento MDL Projeto Florestal “mais florestas para Medellín: um
ambiente saudável para presente e futuro”, no município de Medellín
(Antioquia - Colômbia)*

RESUMEN

El presente artículo registra los aspectos más importantes relacionados con la formulación de proyectos bajo el esquema del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto -PK- y específicamente, del proyecto “Más bosques para Medellín: un ambiente sano para el presente y el futuro”. Este proyecto busca obtener recursos internacionales mediante la venta de créditos de carbono a través del establecimiento de plantaciones forestales, sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y modelos de regeneración natural asistida, teniendo en

¹ Ingeniera Forestal. M.Sc. Bosques y Conservación Ambiental. Profesional Universitario, Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Correspondencia: Claudia Helena Hoyos. email: claudia.hoyos@metropol.gov.co

Fecha de recibo: 22/10/2009; fecha de aprobación: 02/11/2009

cuenta la tradición socioeconómica y cultural de la población asentada en los corregimientos del municipio de Medellín.

La formulación del proyecto MDL forestal para el municipio de Medellín se realizó a través de la alianza estratégica entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Medellín y la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas del río Negro y Nare – CORNARE (convenio interadministrativo No.287 de 2007).

Palabras clave: Proyectos forestales, conservación ambiental, manejo sostenible de bosques, Mecanismo de desarrollo limpio (MDL), mercado del carbono, Certificados de Emisiones Reducidas (CER), cambio climático.

ABSTRACT

This article registers the most important aspects related to the project formulation under the Clean Development Mechanism (CDM) of the Kyoto Protocol and, more specifically, the project called “*Más bosques para Medellín: un ambiente sano para el presente y el futuro*” (more forests for Medellín: A sane environment for the present and the future), which aims to get international resources, selling carbon credits by establishing forest plantations, silvopastoral systems and models of assisted natural regeneration, keeping in mind the social, economical and cultural traditions of the population that live in the surroundings of Medellín.

The formulation of the forestry CDM project for Medellín was made via a strategic alliance between the Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Metropolitan Area of the Aburrá Valley), the Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Medellín (Environmental Secretary of the Medellín Municipality) and the Corporación Autónoma Regional de las Cuencas del río Negro y Nare – CORNARE (Autonomous Regional Corporation of the Negro and Nare Rivers, CORNARE) under the inter-administrative agreement No. 287, 2007.

Key words: Forestry projects, environmental conservation, sustainable management of forests, “Clean Development Mechanism” (CDM), carbon market, “Low Emission Certificates”, climatic changes.

RESUMO

Este artigo registra os aspectos mais importantes relacionados com a formulação de projetos no âmbito do regime do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no âmbito do Protocolo de Quioto e, especificamente, o projeto “Florestas Mais de Medellín: um ambiente saudável para os presentes e futuras” que visa a obtenção de recursos internacionais através da venda de créditos de carbono, através do estabelecimento de plantações florestais, sistemas agro-florestais, sistemas silvipastoris e modelos de regeneração natural assistida, tendo em conta a tradição sócio-econômico e cultural da população assente nos distritos de Município de Medellín.

A formulação do projeto de MDL florestal do município de Medellín foi feito através da alianza estratégica entre a Região Metropolitana do Vale do Aburrá, o Ministério do Meio Ambiente da Prefeitura de Medellín e a Corporação Autónoma Regional da Bacia Hidrográfica do Rio Preto e Nare - CORNARE (inter-No.287 contrato administrativo de 2007).

Palavras importantes. projetos florestais, conservação ambiental, gestão florestal sustentável, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), mercado de carbono, certificados de emissões reduzidas (CERs), as alterações climáticas.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico y demográfico ocurrido durante los dos últimos siglos ha producido cambios en los patrones climáticos del planeta. Entre los años 1750 y 2000, la concentración del dióxido de carbono (CO_2) atmosférico aumentó 31% y la de metano (CH_4), 151%. Cerca de tres cuartas partes del incremento en esta concentración durante la década de 1990 se debió a la quema de combustibles fósiles, principalmente en países desarrollados. El tercio restante se atribuyó a cambios en el uso de la tierra, incluida la deforestación, especialmente en las zonas tropicales^{1,2}. En consecuencia, durante el siglo XX se produjo un aumento en la temperatura de la superficie terrestre entre 0,4 y 0,8 °C, generando alteraciones en el nivel del mar, la cubierta de nieves, la extensión de las capas de hielo, los patrones de precipitación, las épocas y duración de las sequías e inundaciones, las épocas de floración de ciertas plantas y los períodos de anidación de especies animales, con consecuencias aún impredecibles en aspectos tan importantes como la producción agrícola y la salud humana².

El Panel Intergubernamental para Cambio Climático² advierte que este fenómeno podría acentuarse con mayor rapidez de lo que se había estimado inicialmente. Se proyecta que la temperatura promedio de la superficie terrestre podría sufrir un incremento mayor (entre 1,4 y 5,8 °C), para finales del presente siglo y el nivel global de los océanos podría aumentar entre 0,09 y 0,88 m¹. La evidencia científica de la interferencia humana en el sistema climático y la preocupación de responsables de políticas y personas del común, hicieron que la discusión sobre el problema de cambio climático inducido por el hombre entrara en la agenda política a mediados de la década de 1980, creándose el IPCC, en 1988, por entidades como la Organización Meteorológica Mundial [*The World Meteorological Organization (WMO)*] y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas [*The United Nations Environmental Programme (UNEP)*]². Ese mismo año, y por primera vez en la historia, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Resolución 43/53, “Protección del Clima Global para las Generaciones Presentes y Futuras de la humanidad”¹.

Los gobiernos firmaron la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático [*United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*], que comenzó sesiones en Río de Janeiro en 1992. En la actualidad está conformada por 186 países. La primera reunión de las partes de la convención (COP) se llevó a cabo en Berlín, en 1995. Luego de dos años y medio de intensas negociaciones se adoptaron compromisos más rigurosos y detallados por parte de los países industrializados, mediante la adopción del Protocolo de Kioto (PK), en la COP 3 de Japón a finales de 1997¹. Según este acuerdo, los países

industrializados y aquellos con economías en transición deberán, en promedio, reducir sus emisiones 5,2% por debajo de las emisiones de 1990 durante un primer periodo de compromiso, iniciado en el año 2008 y terminado en 2012³. El objetivo es controlar los seis GEI principales que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruros de azufre (SF₆). El protocolo permite a cada país decidir en cuáles de esos seis gases enfocaría su estrategia de reducción de emisiones. Se discutió además sobre algunas actividades relacionadas con el cambio en el uso de la tierra y el sector forestal, tales como la forestación y la reforestación, mediante las cuales puede absorberse CO₂ de la atmósfera, principal GEI producido por la industria y la expansión humana¹.

Los mecanismos y las reglas mediante los cuales puede operar el PK aún no estaban lo suficientemente claros. La COP 4, realizada en Buenos Aires en 1998, tuvo como objetivo principal la elaboración de un “libro de reglas” del PK, el cual estuvo en construcción durante las reuniones posteriores hasta completarse en la COP 6 de Bonn, en 2001. Sin embargo, las diferencias políticas y el gran volumen de trabajo hizo que las negociaciones estuvieran a punto de fracasar⁴. Fue entonces cuando el presidente norteamericano George Bush anunció que su país no seguiría participando de las negociaciones e intentaría otra aproximación a la problemática, a pesar que Estados Unidos es responsable del 25% de las emisiones mundiales de GEI⁵. No obstante, la ratificación del gobierno ruso en el mes de noviembre del 2004 hizo que el PK entrara en vigor el 16 de febrero del año 2005, por lo que los compromisos adquiridos se convirtieron en leyes estatales de los países que ratificaron el protocolo.

Para ayudar a los países desarrollados a reducir el costo de los compromisos de reducción de emisiones, se crearon los “Mecanismos de Flexibilidad”, basados en el principio de permitir a los países industrializados reducir sus emisiones por fuera de sus fronteras. Estos mecanismos de mercado son: Comercio de Emisiones (*Emissions Trading*, ET), Implementación Conjunta (*Joint Implementation*, JI) y Mecanismo de Desarrollo Limpio, MDL (*Clean Development Mechanism*, CDM). Este último esquema, marco sobre el cual se formuló el presente proyecto, posee una reglamentación clara con respecto al establecimiento de actividades de forestación y reforestación (AFR) en países en vía de desarrollo, para contribuir a que los países que firmaron el PK cumplan con sus cuotas de reducción de emisiones^{4,5}.

EL MERCADO DEL CARBONO

Existen cuatro mercados principales autorizados para la comercialización de gases de efecto invernadero: *European Trading System* (EU ETS), *UK Emissions Trading System* (UK ETS), *New South Wales Trading System* (NSW) y *Chicago Climate Exchange* (CCX). El mercado del carbono ha crecido hasta alcanzar un estimado de US\$30 billones en el 2006, lo que significa que se ha triplicado en relación

con los valores del 2005. El mercado está dominado por la venta y la re-venta de las cuotas de la Unión Europea (*European Union Allowances*, EUAs), las cuales alcanzaron un valor cercano a los US\$25 billones bajo el EU ETS. La gran mayoría de estas transacciones se realizan mediante los Mecanismos de Implementación Conjunta (JI) y el MDL.

El mercado para proyectos basados en la reducción de emisiones (CERs) ha crecido también de manera significativa. Durante el año 2005 se intercambiaron, a través de proyectos, 341 millones de toneladas métricas de equivalentes de dióxido de carbono (Mt CO₂e). Para el año 2006 se produjo un incremento de 31% (450 Mt CO₂e). En contraste con la alta variabilidad mostrada por el mercado Europeo en el 2006, el valor de los proyectos basados en la reducción de emisiones ha tenido una gran estabilidad. Los países en vías de desarrollo abastecieron cerca de 450 Mt CO₂e de créditos primarios bajo el MDL en el 2006, con un valor total en el mercado cercano a los US\$5 billones. Los precios promedios de los CERs en los países en vías de desarrollo han crecido marginalmente, alcanzando los US\$10.90 (la gran mayoría de transacciones han estado en el rango US\$8-14). China ha sido el país dominante en este mercado con el 61% de participación, lo que ha servido para situar un precio relativamente estable para el abastecimiento global de CERs ⁶.

En el 2006 los compradores mostraron un interés creciente por los proyectos bajo la Implementación conjunta de los países con economías en transición, con 16.3 Mt CO₂ negociadas (un aumento del 45% en relación con el 2005), siendo Rusia, Ucrania y Bulgaria los mayores participantes (sumando 60% de los volúmenes negociados). Los compradores Europeos han dominado los mercados primarios bajo los sistemas de mercado del MDL y JI -con 86% de participación- y ha habido una reducción marcada de los compradores Japoneses, que solamente participan con el 7% del mercado primario. Los compradores del sector privado, especialmente bancos y fondos de carbono, han comprado grandes volúmenes de valores bajo el MDL, mientras que los compradores del sector público dominan las compras bajo JI. Un gran número de instituciones financieras internacionales y fondos han participado de las transacciones secundarias de portafolios de carbono junto con otros bancos o compañías que están acatando sus obligaciones ⁶.

PROYECTOS MDL FORESTALES

Los proyectos forestales bajo el MDL han sido la alternativa de mayor complejidad con respecto al establecimiento de una reglamentación clara. Sin embargo, en la actualidad existe un marco regulatorio claro para el establecimiento de este tipo de proyectos. Unos pocos meses después del retiro de los Estados Unidos de las conversaciones, en la COP 7 de Marruecos en 2001 se aprobó finalmente un documento amplio de resoluciones conocido como el Acuerdo de *Marrakech*. Allí se establecieron las reglas para todos los posibles proyectos de mitigación del calentamiento global bajo el MDL, con excepción de los proyectos forestales. No obstante, se acordó restringir los proyectos forestales hacia AFR. Posteriormente,

en la COP 9 celebrada en Milán en 2003, se establecieron los procedimientos y modalidades para actividades forestales bajo el MDL durante el primer periodo de compromiso. Durante la COP 10, realizada en Buenos Aires en 2004, se establecieron las reglas para proyectos forestales a pequeña escala. Finalmente en la COP 11, celebrada en Montreal en 2005, se definió la participación en el MDL de proyectos forestales surgidos de políticas gubernamentales.

Como guía técnica para procedimientos forestales se adoptó la Guía de Buenas Prácticas del IPCC. Allí se encuentra la información suplementaria sobre los métodos para la estimación, medición, monitoreo y reporte del cambio en las existencias de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero⁴. Las recomendaciones establecidas en esta guía son base para la formulación de los proyectos forestales actuales y la elaboración del Documento de Diseño de Proyecto (*Project Design Document*, PDD), que es fundamental para que el proyecto sea validado y registrado ante la mesa ejecutiva del MDL.

COSTO EFECTIVIDAD DE PROYECTOS MDL FORESTALES

En general se acepta que los proyectos forestales remueven CO₂ de la atmósfera a más bajo costo que otros proyectos de reducción de emisiones^{7,8}. Las actividades forestales ofrecen, además, beneficios ambientales y sociales de forma colateral, como la regulación del agua, reducción en las tasas de deforestación, adecuación de hábitats y generación de empleo, entre otras⁹.

El costo efectividad de estos proyectos no puede establecerse *a priori* de manera definitiva, ya que tanto los precios de los CERs como de la madera son variables y susceptibles a las fluctuaciones del mercado. Así, quienes diseñan esta clase de proyectos deben poseer herramientas que les permitan conocer cuáles son las prácticas de manejo más apropiadas para aumentar la rentabilidad (frecuencia e intensidad de podas, tiempos de rotación, etc), para maximizar el ingreso por esas actividades, o por otras⁹. También se ha determinado que la localización de los proyectos afecta la rentabilidad. Se sabe, por ejemplo, que la vegetación en los trópicos absorbe carbono más rápidamente que los ecosistemas ubicados en zonas templadas.

Los análisis de costo efectividad de diversos tipos de proyectos forestales han mostrado resultados variables, según diversos criterios³. Cuando se valoran los costos de establecimiento y manejo silvicultural, el establecimiento de proyectos forestales simples es la alternativa más favorable⁷. Desde el punto de vista social, por otra parte, se aprecian mayores beneficios en los sistemas multipropósito, como los arreglos agroforestales y silvopastoriles, pues proveen un amplio rango de insumos para los pobladores locales como alimentos, combustible y materiales para la construcción. En algunos casos se aprecian beneficios económicos por la venta de productos procesados, se producen mejoras y servicios para instalaciones o granjas por la producción de abono verde, forraje, barreras corta

vientos, control de la erosión, aumento de la fertilidad del suelo, incremento de la infraestructura, financiamiento para la educación y mejoras en los hogares. Hay que considerar, en contraste, que estos sistemas multipropósito favorecen en algunos casos emisiones de GEI, que al ser descontados del proyecto disminuyen su rentabilidad.

Por otra parte, desde el punto de vista ambiental la regeneración de bosques naturales parece ser la opción más llamativa. No obstante, bajo el MDL, esta alternativa debe establecerse en áreas que cumplan con los criterios de elegibilidad. Además, la implementación del proyecto exigirá que los modelos silviculturales estén bien definidos. Otro factor que puede incrementar los beneficios de las AFR es buscar pagos por el servicio ambiental de incremento de indicadores de biodiversidad, mediante organizaciones como *The Global Environment Facility* (GEF) u otras, como ONGs dedicadas a proyectos de conservación, para aumentar las ganancias obtenidas por las plantaciones forestales.

FORMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE PROYECTOS MDL FORESTALES

Las actividades de forestación y reforestación (AFR) deben sustentar los requisitos nacionales e internacionales requeridos para todo proyecto MDL. Para ello, las AFR propuestas necesitan evolucionar hacia tres etapas del ciclo MDL: 1) *Ex-ante*: es cuando se genera la idea del proyecto y se hace la formulación. 2) Ejecución y seguimiento: comprende la implementación del proyecto. 3) *Ex-post*: es la etapa después de la ejecución parcial o total del proyecto, en la que se verifica el cumplimiento de los objetivos y se expiden los certificados de reducción de emisiones.

Durante la fase de identificación se concibe y estructura la idea general del proyecto a ejecutar; la cual se materializa a partir de la capacidad y disposición del proponente de generar Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) y se bosquejan algunas alternativas para promover la captura de carbono (C) de forma adicional. En esta fase, además, se delinean algunos escenarios que pueden generar CERs de forma adicional, basándose en información existente, y se realiza un análisis de la viabilidad técnica, económica y administrativa del proyecto. En la fase de elaboración del PDD se identifican, consideran y contabilizan las fugas, es decir, las posibles acciones directas o indirectas por fuera del área del proyecto que puedan generar emisiones adicionales de CO₂. La cuantificación de la línea base y de los flujos de captura de CO₂ debe cumplir con un nivel de precisión determinado^{3,10}. También se identifican durante esta fase las causas potenciales de riesgos que amenacen la permanencia del C y se diseñan estrategias para reducirlos. Adicionalmente, se sustenta la contribución del proyecto al desarrollo sostenible del país de origen.

En la fase de validación un proyecto MDL forestal debe cumplir con los requisitos de la Autoridad Nacional Designada, que para Colombia es la Oficina Colombiana

para la Mitigación del Cambio Climático (OCMCC), adscrita la Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Posteriormente los proyectos deben someterse a verificación y certificación por entidades operacionales independientes¹⁰. Es indispensable que las estimaciones de la línea base sean correctas bajo parámetros y reglas claros que puedan ser verificados por las entidades encargadas de estas fases. El éxito del proyecto dependerá en gran medida de la calidad en la estimación de la línea base y de la estimación de los flujos de CO₂ adicionales en el horizonte del proyecto¹¹. Para este fin, la UNFCCC ha aprobado siete metodologías para el establecimiento de la línea base y los planes de monitoreo, luego de la implementación de los proyectos forestales, como actividades de forestación o reforestación (AFR) bajo el MDL (http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html).

SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA A IMPLEMENTAR EN EL PROYECTO

El establecimiento de una propuesta de reforestación y forestación bajo MDL requiere tener muy concretas las características específicas de éste, como son:

- Historia de uso del suelo y sus cambios.
- Actividades que se desarrollan en la actualidad.
- Proyectos futuros a implementar en dichas áreas.
- Condiciones de presión antrópica y ambiental.
- Propuesta de la actividad de R/F a implementarse.
- Propósitos y alcances del proyecto.
- Impactos esperados debidos a la implementación de la actividad, entre otros.

Debido a la diversidad de características que pueden presentar las condiciones ambientales, edáficas y topográficas entre otras, alrededor del planeta y sumadas ellas a la complejidad de modos productivos, se requiere tener una gama de posibilidades para el monitoreo, contabilización de emisiones y fugas de GEI y capturas finales de carbono atmosférico por parte de los proyectos MDL forestales. Lo anterior debe situarse dentro de un marco regulatorio claro que permita dar confianza a las partes involucradas dentro del proyecto y que los procesos de verificación y validación estén acordes con la propuesta inicial del mismo.

Por tanto, las metodologías son el mecanismo regulatorio bajo el cual el proyecto se estructura y rige. Esas metodologías están compuestas por herramientas, ecuaciones y procedimientos estandarizados que permiten medir los cambios verificables en los sumideros de C por la implementación del proyecto. Están enfocadas a la línea base (cambios en la captura por los sumideros en ausencia del proyecto) y a su método de monitoreo (capturas netas por los sumideros, ex-post). La base de dichos procedimientos en su mayoría se fundamenta en la

Guía de Buenas Prácticas (Good practice guidance for land use, land-use change and forestry, 2003), desarrollado por el IPCC bajo la asesoría de un amplio grupo de científicos con experiencia en procedimientos de contabilización de captura de carbono por sumideros y evaluación de impactos experimentados por el cambio en el uso del suelo, entre otros aspectos. La Mesa Ejecutiva para el Cambio Climático de las Naciones Unidas, mediante sus grupos de trabajo, son los encargados de aprobarlas mediante procesos consultivos y de análisis de comentarios realizados.

El proceso de aprobación es complejo y variable en el tiempo. De allí que la aprobación de las metodologías de línea base y monitoreo se han constituido en la mayor barrera para los proyectos forestales MDL. Para el año 2006 se encontraban en fila de aprobación cerca de 30 metodologías, muchas de las cuales ya contaban con más de un año en reestructuraciones para su aprobación. Luego de la aprobación de la metodología AR_AM0001, desarrollada para el proyecto “Facilitando la reforestación para el manejo de la cuenca del río Perla”, en China, se abrió la puerta para la aprobación de otras metodologías, pues esta se constituyó en el marco conceptual de muchas de las metodologías presentadas hasta momento. En la actualidad se cuenta con 10 metodologías aprobadas (tabla 1).

MARCO INSTITUCIONAL DE LOS PROYECTOS MFL FORESTALES EN COLOMBIA

Para la implementación de proyectos MDL es necesario que los países en vía de desarrollo creen una infraestructura adecuada a nivel nacional, la cual debe ser coordinada por una instancia encargada de la recepción y aprobación de los primeros documentos de la propuesta y que, además, guíe a los formuladores en las fases de aprobación y registro de la propuesta ante la Junta Ejecutiva del MDL. La Autoridad Nacional Designada debe precisar los criterios de elegibilidad de proyectos, de acuerdo con su aporte al desarrollo sostenible del país.

El Congreso de la República de Colombia ratificó el Protocolo de Kyoto mediante la Ley 629 de 2000. Posteriormente, el 1 de agosto de 2002, el MAVDT llevó a cabo el lanzamiento de la OCMCC, Autoridad Nacional Designada para la evaluación del aporte de los MDL al desarrollo sostenible de Colombia y, por medio de la Resolución 0453 de 2004, adoptó los principios, requisitos y criterios y estableció los procedimientos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de GEI que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio. Para tal fin, el responsable del proyecto debe solicitar la carta de no-objeción, en la que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expresa la viabilidad del proyecto en nuestro país, junto con el documento del proyecto según los formatos establecidos y la documentación adicional de soporte jurídico y legal. Para el MAVDT, los proyectos MDL deben cumplir con los siguientes seis principios básicos¹²:

Tabla I. Metodologías aprobadas para proyectos MDL forestales

Código AR-AM	Nombre	Característica
0001	Reforestación de tierras degradadas	Propuesta para el proyecto "Facilitando la reforestación para el manejo de la cuenca del río Perla", en China. Es para áreas degradadas.
0002	Restauración de tierras degradadas a través de acciones de aforestación/reforestación	Propuesta para el proyecto "Conservación de suelos en Moldova". Para áreas severamente degradadas, donde el suelo juega una importante labor como sumidero.
0003	Aforestación y reforestación de tierras degradadas a través de plantación de árboles, regeneración natural asistida y control del pastoreo	Implementada en el "Proyecto regeneración natural asistida en suelos degradados en Albania". Permite actividades de pastoreo y prevé fugas por desplazamiento de esta actividad.
0004	Reforestación o aforestación corriente bajo uso agrícola	Diseñada para el proyecto "Reforestación alrededor del parque nacional Pico Bonito", en Honduras. Se establece en áreas degradadas con actividades agrícolas y mediante el control del pastoreo.
0005	Proyectos de aforestación y reforestación con actividades implementadas para uso industrial y/o comercial	Aplicada en el proyecto "Reforestación como recurso renovable de la madera para uso industrial", en Brasil. Establecida en áreas dedicadas a la ganadería no sostenible y extensiva, para la producción de madera de uso industrial y/o comercial.
0006	Aforestación/reforestación con árboles soportados por arbustos en tierras degradadas	Aplicada en el proyecto "Aforestación para combatir la desertificación", en el norte de China. Para suelos severamente degradados, cantidad significativa de especies fijadoras de nitrógeno donde el suelo es un sumidero importante.
0007	Aforestación y reforestación de tierras empleadas frecuentemente bajo uso agrícola y pecuario	Implementado por el "Proyecto de reforestación y conservación de carbono en el corredor <i>Chocó-Manabí</i> ," en Ecuador. Sustitución total de las actividades agrícolas y de pastoreo. No se considera desplazamiento de las actividades por fuera del ámbito del proyecto
0008	Aforestación o reforestación en suelos degradados para producción sostenible de madera	Aplicada en el proyecto "Reforestación en suelos degradados para la producción sostenible de madera en la costa este de la República Democrática de Madagascar". La preparación de los sitios permite la corta y quema de material no arbóreo. Se generan emisiones por especies fijadoras de nitrógeno.
0009	Aforestación o reforestación en suelos degradados con actividades silvopastoriles	Implementada para el proyecto "Reforestación en los valles San Nicolás", en Colombia. No permite el uso de especies de pinos, se asumen emisiones por fermentación entérica.
0010	Proyecto de aforestación y reforestación implementando actividades en pastos no manejados en áreas de reserva protegidas	Aplicada para el proyecto "Actividades de aforestación/reforestación alrededor de bordes de reservorios de plantas hidroeléctricas", en Brasil. Implementado en áreas con pasturas no manejadas y que se proyectan como áreas protegidas y de conservación.

- Cumplimiento de la legislación nacional
- Compatibilidad con las políticas, programas, planes y/o proyectos nacionales, regionales y locales de desarrollo
- El derecho de dominio de la tierra debe estar claramente definido y legalmente establecido

- Aprovechamiento sostenible y mantenimiento de las funciones múltiples de las plantaciones forestales
- Mejoramiento del bienestar social y económico a largo plazo de las comunidades locales
- Responsabilidad ambiental y minimización de impactos ambientales

CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA PROYECTOS MDL FORESTALES

Como ya se ha mencionado, la formulación y ejecución de un proyecto MDL forestal requiere de un análisis específico que difiere ampliamente de cualquier otro tipo de proyecto convencional. Dentro de la reglamentación establecida es importante comprender el sentido exacto de las definiciones, modalidades y procedimientos. Algunas consideraciones al respecto se presentan a continuación.

Adicionalidad

Debido a que los CERs generados por los proyectos MDL servirán para que un país firmante del Protocolo de Kyoto alcance sus compromisos de reducción de emisiones, éstas sólo pueden alcanzarse si se encuentran por encima de las absorciones netas de carbono que ocurrirían en ausencia del proyecto. Este concepto es denominado “adicionalidad”. Para calcular la cantidad de emisiones reducidas por un proyecto MDL se debe construir una línea base, es decir, cuantificar el nivel de emisiones o capturas en el ámbito de proyecto si éste no se desarrollara.

Según la normatividad aprobada para proyectos forestales, estos deben realizarse en sitios que no han tenido bosque, lo cual implica una línea base baja. En términos prácticos, la adicionalidad se puede definir como la diferencia entre el carbono almacenado en la situación con proyecto y la línea base. Para este tipo de proyectos pueden existir líneas base estáticas o dinámicas. Las líneas base estáticas suponen que la captura de carbono en la situación sin proyecto es constante en el tiempo, por tanto el ecosistema inicial no es ni sumidero ni emisor de CO₂ (figura 1. a y b). Las líneas base dinámicas suponen que la dinámica de carbono en la situación sin proyecto varía en el tiempo (figura 1. c y d). Igualmente, se puede asumir que la línea base en el primer año es cero, lo que supone una situación en la cual el sitio no posee ningún tipo de vegetación y no hay suelo orgánico (figura 1. a y c).

Permanencia

La captura de C por AFR es vulnerable a una amplia variedad de riesgos e incertidumbres que pueden resultar en la emisión parcial o total del C capturado. Por esta razón, se considera que los proyectos forestales para la mitigación del cambio climático son de naturaleza temporal, aunque los riesgos no sean sólo inherentes a este tipo de proyectos. Los principales riesgos naturales son eventos

climáticos extremos, plagas y enfermedades, reducción de las tasas de crecimiento esperadas, fuego y respuestas al cambio climático. Los riesgos de origen antrópico son deforestación, fuegos provocados, extracción y uso ilegal. También se pueden identificar riesgos de origen político como fluctuaciones de la tasa de cambio y de interés y cambio en el costo de oportunidad de la tierra.

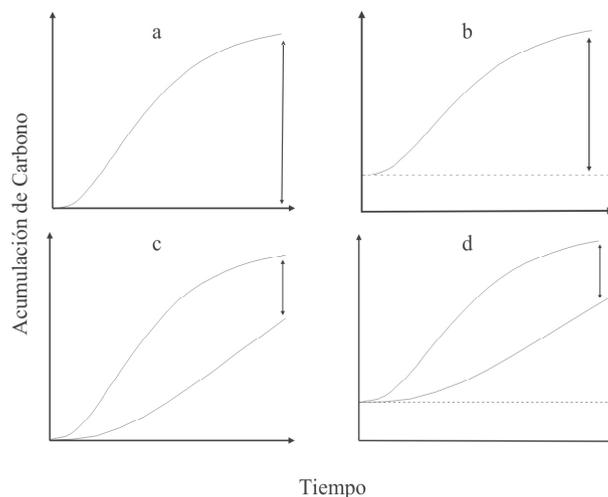


Figura 1. Adicionalidad para diferentes tipos de línea base en proyectos forestales bajo el MDL. a) línea base cero y estática; b) línea base estática diferente de cero; c) línea base dinámica de origen cero; d) línea base dinámica con origen diferente de cero. Las flechas en doble sentido denotan la adicionalidad ambiental para cada uno de los casos

En la COP 9 se definieron modalidades y procedimientos para AFR bajo el MDL en el primer período de compromiso. Entre las decisiones adoptadas en dicha conferencia se determinó la manera cómo se abordaría el problema de la no permanencia de los proyectos forestales. En tal sentido, se definieron dos tipos de créditos de emisiones reducidas (CERs): los certificados temporales (tCERs) y los certificados a largo plazo (ICERs). Su diferencia radica en que los primeros expiran al final del siguiente período de compromiso para el cual fueron aprobados, mientras que los segundos expiran al final del período de acreditación del proyecto.

Según las decisiones de la COP 9, el período de acreditación para proyectos forestales puede ser de 20 años, con dos posibilidades de renovación, o de 30 años, sin posibilidades de renovación. Antes de su expiración, estos certificados deben renovarse o reemplazarse por otro tipo de unidades válidas para cumplir con los compromisos de reducción, CERs, *Assigned Amount Units (AAUs)*, *Removal Units (RMUs)*.

Los tCERs, generados durante un período de compromiso, corresponden a las existencias de carbono almacenadas durante dicho período. Por su parte, los

ICERs, generados durante el mismo período, corresponderán al crecimiento neto de la plantación desde el período inmediatamente anterior. Esto lleva a que el momento de la expiración de los certificados ocurra en tiempos diferentes. Estas diferencias se ilustran en la figura 2.

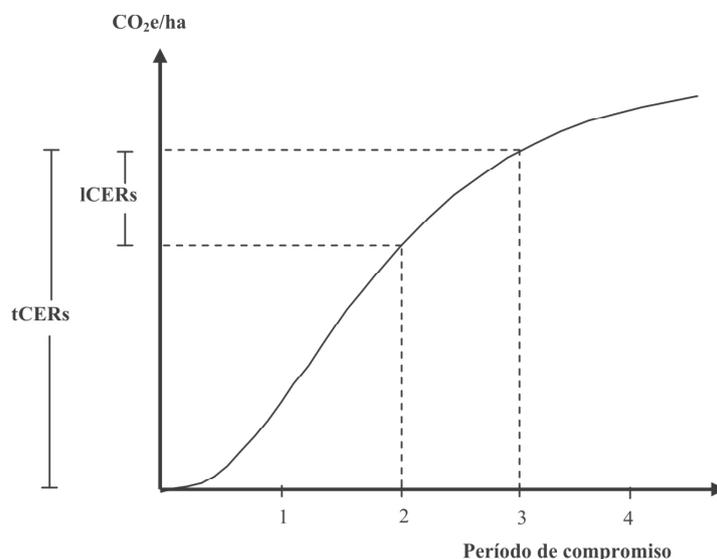


Figura 2. Total de créditos generados bajo las dos modalidades de certificados aprobados para proyectos forestales bajo el MDL.

Fugas

Las fugas son todas aquellas emisiones cuantificables de GEI por fuera del área del proyecto, como consecuencia de la implementación de un proyecto MDL. El ejemplo típico para explicar este concepto es el establecimiento de proyectos que reforestan áreas degradadas de pasturas. Si ocurre un desplazamiento de las actividades de pastoreo a nuevas zonas, en donde se realizan prácticas de adecuación de tierras y establecimiento de nuevos pastizales, esto se considera una fuga, la cual debe ser cuantificada dentro de la AFR¹³.

Aunque comúnmente las fugas se ven como una externalidad negativa, también pueden ser positivas si el proyecto promueve indirectamente nuevos sumideros. Lamentablemente, dentro de las decisiones adoptadas en la COP 9 para el primer período de compromiso, no se contempla la contabilización de fugas positivas dentro de los créditos a obtener por los proyectos, no siendo así con las fugas negativas, las cuales deben descontarse de los créditos obtenidos. Según las reglas adoptadas, los proyectos forestales dentro del MDL deben contemplar medidas para minimizar las fugas.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ÁREAS ELEGIBLES PARA EL MDL

En la séptima Conferencia de las Partes (COP7), realizada en Marrakech durante el año 2001, la UNFCCC estableció como definición oficial de bosque aquellas coberturas que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 m, con una superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1 hectárea, y con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30%¹. La definición de bosque incluye, además, las masas forestales naturales y todas las plantaciones forestales jóvenes que aún no han alcanzado una densidad de copas de entre el 10 y el 30% o una altura de los árboles de entre 2 y 5 m, así como las superficies que normalmente forman parte de la zona boscosa pero carecen temporalmente de población forestal a consecuencia de la intervención humana por ejemplo, de la explotación o por causas naturales, pero que se espera vuelvan a convertirse en bosque¹.

Igualmente, determinó que la Autoridad Nacional Designada en los países que generen CERs, tiene la potestad de decidir acerca de las características que deben poseer las coberturas vegetales para ser consideradas como bosque, con base en los rangos de superficie, altura mínima y cubierta de copa definidos anteriormente. En conformidad, la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático (OCMCC) decidió adoptar, en la definición de bosque, los valores máximos: 5 metros de altura, un mínimo de 1 hectárea y 30% de cobertura de copa (OCMCC sf.).

En el reporte de la 22^a reunión de la Junta Ejecutiva del MDL*, los participantes del proyecto deben proveer evidencia de que la tierra dentro de los límites del proyecto es elegible como una actividad de forestación/reforestación (AFR), cumpliendo los pasos siguientes:

- a) Demostrar que la tierra al momento del inicio del proyecto no se encuentra cubierta por bosque, suministrando información respecto a que:
 - La tierra se encuentra bajo los umbrales nacionales de bosque (cobertura de copa, altura de los árboles y superficie mínima de tierra) para la definición de bosque, según las decisiones 11/CP.7 y 19/CP.9 tal como fue comunicado por la Autoridad Nacional Designada respectiva; y
 - La tierra no se encuentra temporalmente sin bosques como un resultado de intervención humana, tal como cosechas o causas naturales, o no se encuentra cubierta (como se mencionó anteriormente) por rodales naturales o plantaciones en estados juveniles, los cuales pudieran alcanzar una densidad de copas o una altura igual a los valores nacionales y las cuales tengan el potencial de revertirse a bosques sin intervención humana.
- b) Demostrar que la actividad del proyecto es una actividad de forestación o reforestación:

* Más información en: <http://cdm.unfccc.int/EB/#EB2005>

- Para actividades de reforestación, demostrar que al 31 de diciembre de 1989 la tierra se encontraba por debajo de los valores nacionales de bosque (cobertura de copa, altura y área mínima de tierra), para la definición de bosque según la decisión 11/CP.7, tal como fue comunicado por la Autoridad Nacional Designada respectiva.
- Para actividades de forestación, demostrar que la tierra se encuentra por debajo de los valores nacionales de bosque (cobertura de copa, altura y área mínima de tierra), para la definición de bosque según la decisión 11/CP.7, tal como fue comunicado por la Autoridad Nacional Designada respectiva, por un período de al menos 50 años.

Para demostrar los puntos 1(a) y 1(b), los participantes del proyecto deben suministrar una de las siguientes alternativas de información verificable:

- a) Fotografías aéreas o imágenes de satélite complementada con información de referencia tomada en campo;
- b) Estudios de campo (permisos o concesiones de uso de la tierra, planes de uso del suelo o información de registros locales como catastro, registro de propietarios, registros de uso o manejo de la tierra); o
- c) Si las opciones (a) y (b) no se encuentran disponibles o no son aplicables, los participantes del proyecto deberán enviar un testimonio escrito elaborado mediante una de las metodologías de evaluación rural participativa.

RESULTADOS ESPERADOS

El proyecto de deforestación/reforestación bajo MDL propuesto para las áreas rurales del municipio de Medellín espera ser establecido en áreas que en la actualidad presentan pastoreo y cultivos agrícolas transitorios. Estas actividades han promovido un cambio en las características de fertilidad de los suelos, presentando estados variables de degradación con bajos contenidos de carbono en sus sumideros. Debido a estas condiciones y la continuación de dichas actividades, se espera que la regeneración natural de las coberturas boscosas no se presente. También se pretende incorporar las actividades de pastoreo y cultivos a sistemas multipropósito de producción, como los agroforestales y los silvopastoriles, promoviendo la incorporación gradual de las comunidades a la nueva actividad productiva (la forestal) sin alterar los bienes y servicios identificados en la línea base y sin provocar, en lo posible, el desplazamiento de actividades por fuera de los límites del proyecto.

De acuerdo con el análisis de las características del proyecto y con las especificidades de las metodologías aprobadas, se identificó a la metodología AR-AM0004, diseñada para el proyecto “Reforestación alrededor del parque nacional Pico Bonito” en Honduras, como la más indicada a emplear en la formulación del proyecto MDL forestal para el municipio de Medellín.

ANÁLISIS DE ELEGIBILIDAD DE PREDIOS POTENCIALES

En concordancia con la reglamentación del MDL y con los objetivos del proyecto, se realizó un análisis de elegibilidad potencial para el área rural del municipio de Medellín, a partir de los mapas de coberturas vegetales actuales¹⁴.

En el análisis de elegibilidad se obtuvieron 6.021,37 hectáreas potencialmente elegibles para el MDL forestal (foto 1), la cuales se encuentran en su mayoría, en el área occidental del municipio en los corregimientos San Sebastián de Palmitas, Altavista, San Cristóbal y San Antonio de Prado (tabla 2).

Finalmente, se seleccionaron 2.000 ha para la formulación del proyecto (se destinan 25 ha. para el establecimiento de cortafuegos), las cuales se presentan en la figura 3.



Foto 1. Panorámica de área ganadera (área elegible)

Tabla 2. Áreas potencialmente elegibles para el proyecto MDL forestal en zona rural del municipio de Medellín

Corregimiento	Área total elegible (ha)	Cobertura actual	Área (ha)	Porcentaje (%)
Altavista	800,44	Pastos	608,64	13,29
		Cultivos	91,97	
		Suelos erosionados	27,97	
		Zonas mineras	71,86	
San Antonio de Prado	1.517,01	Pastos	1.395,66	25,19
		Cultivos	120,08	
		Suelos erosionados	1,27	
San Cristóbal	2.007,52	Pastos	1.549,24	33,34
		Cultivos	422,54	
		Suelos erosionados	29,27	
		Zonas mineras	6,47	
San Sebastián de Palmitas	1.069,46	Pastos	830,95	17,76
		Cultivos	235,69	
		Suelos erosionados	2,82	
Santa Elena	626,94	Pastos	568,4	10,41
		Cultivos	58,54	
TOTAL	6.021,37			100

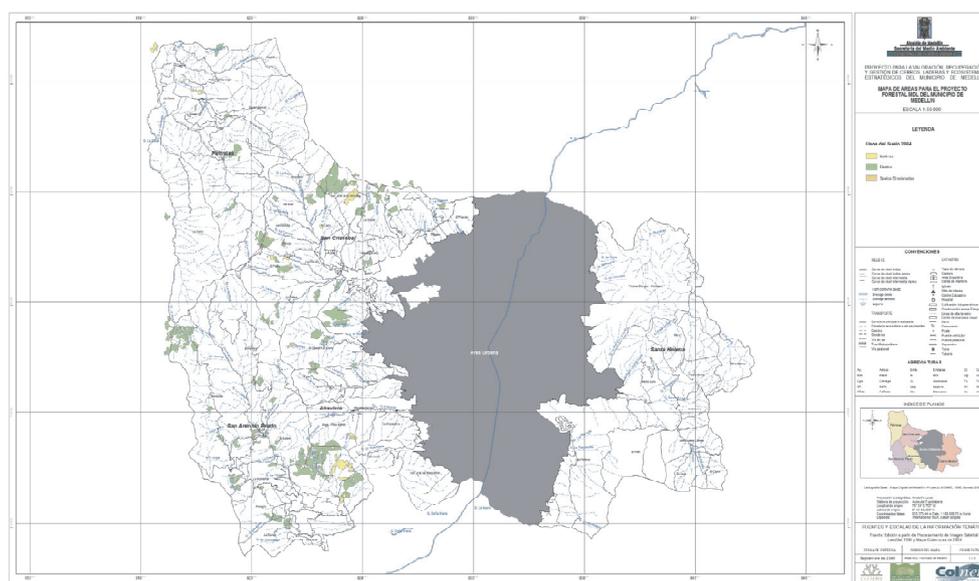


Figura 3. Mapa de las áreas elegibles para el Proyecto “Mas Bosques para Medellín, un ambiente sano para el presente y el futuro”

SISTEMAS FORESTALES PROPUESTOS

El proyecto está constituido por cuatro modelos de rodal, a saber (tabla 3):

- Comercial
- Silvopastoril
- Agroforestal
- Regeneración Natural Asistida (RNA)
- Bosque Mixto Protector (BMP)

Tabla 3. Arreglos forestales propuestos para el proyecto

Modelo	Nombre técnico	Nombre común	Área (ha)
Comercial	<i>Pinus patula</i>	Pino pátula	285
	<i>Pinus tecunumanii</i>	Pino	190
Silvopastoril	<i>Pinus patula</i>	Pino pátula	300
	<i>Eucalyptus grandis</i>	Eucalipto	500
Agroforestal	<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero	200
Regeneración Natural Asistida (RNA)	Mixto(28 especies nativas)		300
Bosque Mixto Protector (BMP)	<i>Montanoa cuadrangularis</i>	Arboloco	100
	<i>Naigea rospiglosii</i>	Pino romerón	34
	<i>Cedrela montana</i>	Cedro de altura	32
	<i>Cytharexylon subflavescens</i>	Quimulá	34
TOTAL			1.975

Para los modelos de rodal (MR) comercial, silvopastoril y agroforestal, se seleccionaron cuatro (4) especies forestales comerciales, a saber: pino pátula, pino tecunumani, eucalipto y nogal cafetero. Es de resaltar que las tres primeras son especies exóticas y han sido incorporadas de manera exitosa en programas de reforestación comercial en Colombia, para suplir las demandas de madera para pulpa y aserrío. Así mismo, las entidades ambientales gubernamentales colombianas han considerado que las plantaciones forestales comerciales establecidas en tierras que se encuentran en proceso de degradación con este tipo de especies forestales, generan impactos ambientales positivos ¹⁵.

Respecto al modelo de Regeneración Natural Asistida (RNA), se seleccionaron especies nativas existentes en los fragmentos de bosque natural cercanos a los predios elegibles y que en ocasiones constituyen los límites del proyecto. En total se propusieron veintiocho (28) especies que fueron clasificadas por grupos ecológicos, teniendo en cuenta sus características ecofisiológicas y las teorías sucesionales existentes ^{16,17}.

Así mismo se formularon los planes de manejo para los modelos de reforestación propuestos, en donde se detallan los procedimientos técnicos para su establecimiento y manejo.

Los MR comercial, silvopastoril y agroforestal tendrán entresacas que dependerán de los planes de manejo para cada una de las especies involucradas. Un ejemplo de ellas para cada modelo de rodal se presenta en la figura 4.

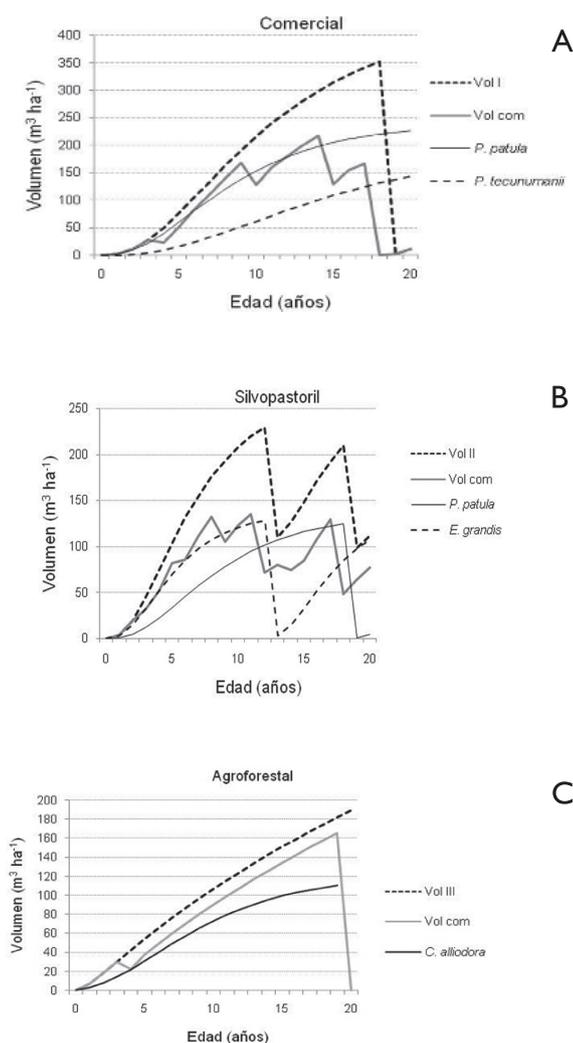


Figura 4. Curvas de volumen para los modelos de rodal propuestos. a) comercial, b) silvopastoril, y c) agroforestal. La curva discontinua negra corresponde al volumen modelado y la curva continua gris al volumen comercial luego de entresacas. Se presentan además las curvas de las especies involucradas en cada modelo de acuerdo con su porcentaje de participación dentro del modelo y la densidad de árboles.

En las proyecciones *ex ante* realizadas, se estima para el proyecto una captura anual de 10.395,97 toneladas de CO₂e para un total de 207.919,45 toneladas de CO₂e en el periodo de acreditación total, que es de 20 años (tabla 4).

Tabla 4. Toneladas de CO₂ acumuladas en el periodo de acreditación del proyecto

Año	Toneladas de CO ₂ e por año
2010	-876,77
I. 2011	-2.793,52
2012	7.660,44
2013	19.596,70
2014	37.253,17
2015	47.176,54
2016	50.665,70
2017	54.146,60
2018	43.534,52
II. 2019	9.568,87
2020	16.114,08
2021	8.556,54
2022	12.687,83
2023	4.965,26
2024	-22.493,93
2025	-1.010,96
2026	3.342,54
2027	17.254,43
2028	-45.750,14
2029	-51.678,41
Total	207.919,45

El proyecto empleará dos períodos de acreditación renovables para proyectos de reforestación MDL, es decir, un período de acreditación de 20 años con dos posibilidades de renovación.

IMPACTO ECONÓMICO DEL PROYECTO

A excepción del sistema de Regeneración Natural Asistida (RN), los modelos de rodal (MR) definidos en el proyecto “*Más bosques para Medellín: un ambiente sano para el presente y el futuro*”, consideran diferentes entresacas e intervenciones a lo largo del periodo de acreditación, además de la participación en el mercado de carbono, con el fin de aprovechar los recursos madereros, similar a los sistemas forestales convencionales.

Para evaluar la adicionalidad financiera que le aporta el componente MDL al proyecto forestal como tal, se consolidó para cada modelo del rodal (a excepción de la regeneración natural asistida), un flujo de caja en el cual se incluyeron todos los costos de establecimiento y manejo de las plantaciones y los costos de transacción MDL, así como el total de los ingresos percibidos por ambos componentes (venta de madera y créditos de carbono). En ninguno de los casos se incluyó el costo de la tierra.

Con el fin de tipificar la incertidumbre en referencia a las condiciones de mercado y del precio de negociación de los CERs, se recrearon cuatro escenarios bajo tres tasas de descuento para la evaluación del VPN en cada MR.

- **MRn (Madera):** escenario de actividad forestal propia de cada modelo con cosecha y venta de madera.
- **MRn (CER US3):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$3.
- **MRn (CER US7):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US\$7.
- **MRn (CER US10):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$10.

En las Figuras 5, 6, 7 y 8 se observa el aumento en los valores de rentabilidad en los escenarios de implementación del MDL para los modelos comercial, silvopastoril, agroforestal y bosque mixto, respectivamente.

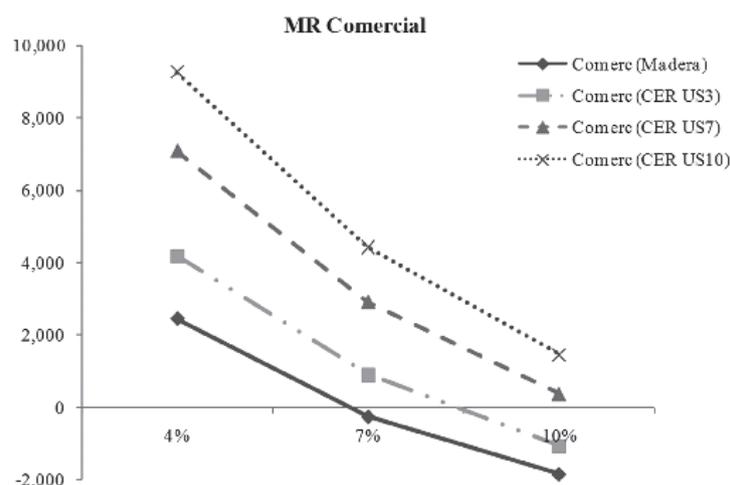


Figura 5. Valor Presente Neto por ha (VPN - \$*ha-1) para el modelo de rodal comercial, evaluado bajo tres tasas de descuento (4, 7 y 10%). **Comerc (Madera):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera. **Comerc (CER US\$3):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$3. **Comerc (CER US\$7):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US\$7. **Comerc (CER US \$10):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$10. Tasa de Cambio utilizada: 2.363 pesos colombianos/US. (Valor promedio entre Enero 01 y Junio 01 de 2009).

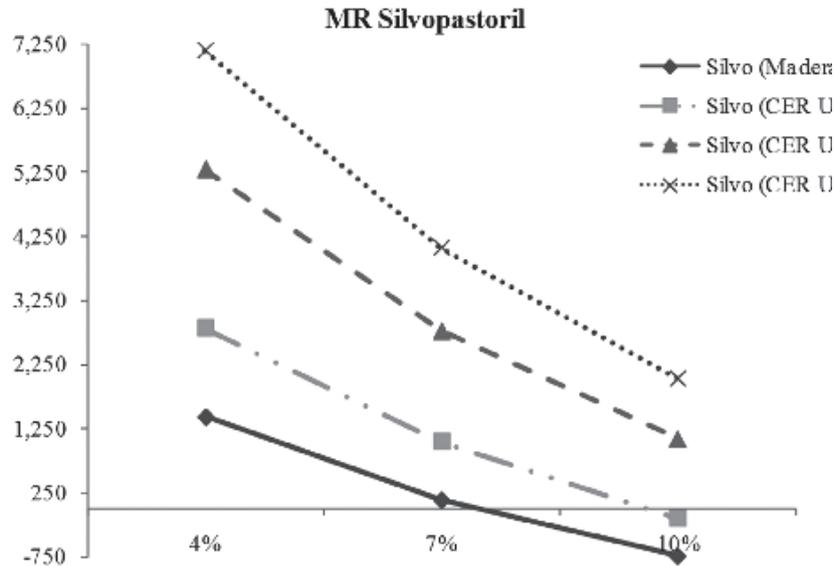


Figura 6. Valor Presente Neto por ha (VPN - \$*ha-1) para el modelo de rodal Silvopastoril, evaluado bajo tres tasas de descuento (4, 7 y 10%). **Silvo (Madera):** escenario de actividad silvopastoril con cosecha y venta de madera. **Silvo (CER US \$3):** escenario de actividad silvopastoril con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$3. **Silvo (CER US\$7):** escenario de actividad silvopastoril con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$7. **Silvo (CER US\$10):** escenario de actividad silvopastoril con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US\$ 10. Tasa de Cambio utilizada: 2.363 pesos colombianos/US. (Valor promedio entre Enero 01 y Junio 01 de 2009).

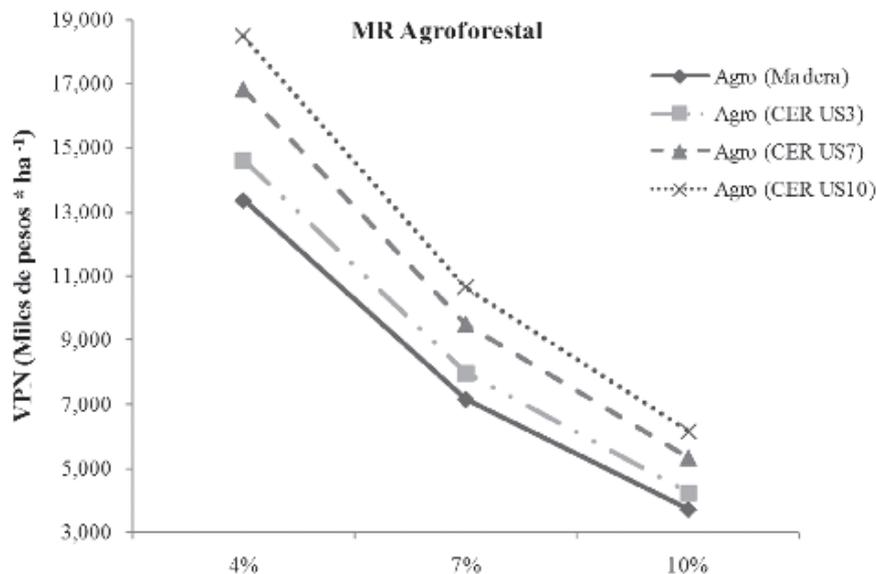


Figura 7. Valor Presente Neto por ha (VPN - \$*ha-1) para el modelo de rodal Agroforestal, evaluado bajo tres tasas de descuento (4, 7 y 10%). **Agro (Madera):** escenario de actividad agroforestal con cosecha y venta de madera. **Agro (CER US\$3):** escenario de actividad agroforestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$3. **Agro (CER US\$7):** escenario de actividad agroforestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$7. **Agro (CER US\$10):** escenario de actividad agroforestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$10. Tasa de Cambio utilizada: 2.363 pesos colombianos/US. (Valor promedio entre Enero 01 y Junio 01 de 2009).

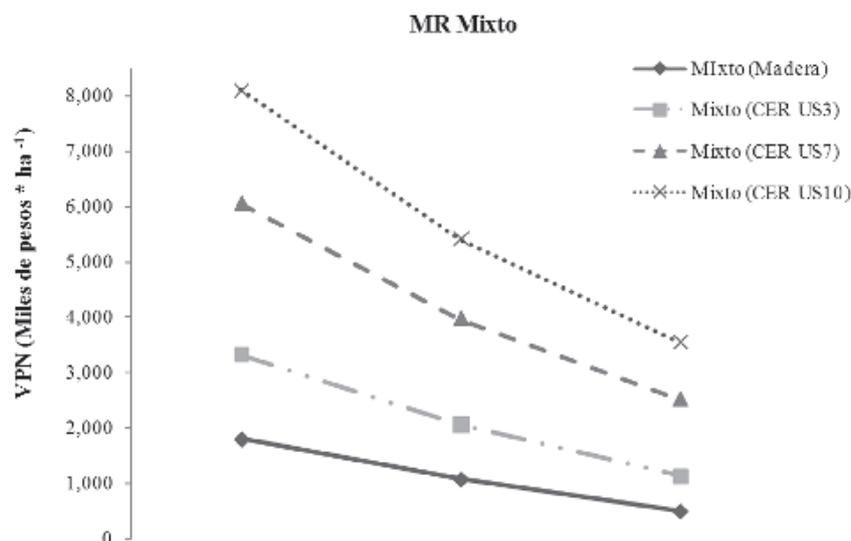


Figura 8. Valor Presente Neto por ha (VPN – \$*ha⁻¹) para el MR Mixto, evaluados bajo tres tasas de descuento (4, 7 y 10%). **Mixto (Madera):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera. **Mixto (CER US\$3):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$3. **Mixto (CER US\$7):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$7. **Mixto (CER US\$10):** escenario de actividad forestal con cosecha y venta de madera y comercialización de CER a un precio de venta de US \$10. Tasa de Cambio utilizada: 2.363 pesos colombianos/US. (Valor promedio entre Enero 01 y Junio 01 de 2009).

CONCLUSIONES

El proyecto MDL forestal atraerá recursos que dinamicen la economía local, propiciando la generación de empleo estable y bien remunerado a las familias que se incorporen como propietarios o como mano de obra para el establecimiento del núcleo forestal. De este modo se espera contribuir con la reducción del desempleo, generando puestos de trabajo directo en el establecimiento de las plantaciones, ofreciendo estabilidad laboral y adicionalmente capacitación para el manejo forestal, asegurando la continuidad y la sostenibilidad del proyecto y la vinculación de mano de obra competitiva, especializada y en capacidad de replicar la experiencia.

El establecimiento del proyecto busca alternativas de uso de la tierra apropiadas para disminuir la presión humana sobre los relictos de bosque natural, hacer uso adecuado del suelo y contribuir con la regulación de los caudales hídricos, impulsando la implementación de proyectos productivos alrededor de los modelos de rodal propuestos, de los cuales se obtengan productos y servicios que beneficien tanto las comunidades locales como a las poblaciones fuera del área de influencia directa del proyecto. Esto debe lograrse sin alterar de manera drástica las costumbres productivas de las comunidades, aportando como mínimo los mismos bienes y servicios identificados en las áreas de interés y generando actividades alternativas de producción, conservación, investigación, ecoturismo y empleo.

Se espera que para los propietarios los ingresos provengan, por una parte, del MDL y los CERs y, por otra, de las actividades complementarias, las cuales están

relacionadas con los sistemas multipropósito como son los arreglos agroforestales y silvopastoriles. Estos sistemas proveen un amplio rango de insumos para los pobladores locales como alimentos, combustible y elementos para la construcción. En algunos casos se aprecian beneficios económicos por la venta de productos procesados o no, se producen mejoras y servicios para instalaciones o granjas por la producción de abono verde, forraje, barreras corta vientos, control de la erosión, aumento de la fertilidad del suelo, incremento de la infraestructura, financiamiento para la educación y mejoras en los hogares.

AGRADECIMIENTOS

Olga Lucía Balbín M. y Julián Guzmán de la Secretaría de Medio Ambiente del municipio de Medellín.

María Patricia Tobón H. de CORNARE.

Jaime Andrés García U., Jaddy Cristina Toro G., Lucrecia Cardona V. y Camilo Ricaurte de la Corporación para el Manejo Sostenible de los Bosques – MASBOSQUES.

William Laguado y Andrés Sierra del Centro de Investigación en Ecosistemas y Cambio Climático - CARBONO & BOSQUES

Alejandra Echeverri y Andrés Echeverri de Colombia Limpia Ltda. – COLNET LTDA.

BIBLIOGRAFÍA

1. MEDELLÍN. ALCALDÍA. Coberturas vegetales, uso actual del suelo y determinación de conflictos de uso del suelo con base en el POT de la zona rural del municipio de Medellín: convenio Interadministrativo 4800000990 Alcaldía de Medellín–Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Medellín: UNFCCC, 2002. 2006a
2. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Cambio climático: informe de síntesis. Tercer informe de Evaluación. En: Reunión Plenaria del IPCC. (18: 24-25, septiembre: Wembley, Reino Unido). Reino Unido: IPCC, 2001.
3. ----- . Good practice guidance for land use, land – use change and forestry. Institute for global environmental strategies of IPCC. Japan: IPCC, 2003
4. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM. CDM information and guidebook. Climate and Sustainable Development. [en línea]. Roskilde,

- Denmark: Risø National Laboratory. UNEP, Risø Centre on Energy, 2004. [citado 20 sep., 2009]. Disponible en: <http://www.cd4.cdm.org>
5. FLETCHER, Susan R. Global climate change: the Kyoto protocol. Italia: Congressional Research Service. The Library of Congress. CRS Report. Kagi & Schone, 2005
 6. CAPOOR, Karan y AMBROSI, Philippe. State and trends of the carbon market. [en línea]. Washington: International Emissions Trading Association (IETA), The World Bank. Evolution Markets, 2007. [citado 20 sept., 2009]. Disponible en: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/NEWS/0,,contentMDK:21319781~pagePK:64257043~piPK:437376~theSitePK:4607,00.html>
 7. JUNG, Martina. The role of forestry projects in the clean development mechanism. En: Environmental Science and Policy. April, 2005, vol. 8, no. 2, p. 87-104
 8. SCHWATZ, Reimund. Activities implemented jointly: another look at the facts. En: Ecological Economics February, 2000, vol. 32, no. 2, p.255-267.
 9. GUTIÉRREZ, Victor Hugo, et al. Maximizing the profitability of forestry projects under the clean development: mechanism using a forest management optimization model. En: Forest Ecology and Management. 2006, vol. 226, no. 1-3, p.341–350.
 10. ZAVYALOVA, Lilia y MICHAELOWA, Axel. National CDM criteria, baseline methodologies and case studies for Uzbekistan. HWWA Discussion [en línea]. Neuer Jungfernstieg Hamburg: Departmen World Economic. 2001. [citado 20 sep., 2009]. Paper 126. Disponible en: <http://opus.zbw-kiel.de/volltexte/2003/648/pdf/126.pdf>
 11. SALDARRIAGA, Carlos; ESCOBAR, Juan y ORREGO SUAZA, Sergio. Análisis económico de proyectos forestales como parte del mecanismo de desarrollo limpio, en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica Porce II. Trabajo de Grado. Ingeniero Forestal. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2001
 12. CORNELIS, G., et al. How costly are carbon offsets? A meta-analysis of carbon forest sinks. En: Environmental Science and Policy. August, 2004, vol. 7, no. 4, p. 239-251.
 13. TIMOTHY PEARSON, Sara; BROWN, Walker y BROWN, Sandra.. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. [en línea]. Washington: BioCarbon Fund-Winrock International, 2005. [citado 20 sep., 2009]. Disponible en: http://wbcarbonfinance.org/docs/LULUCF_Sourcebook_compressed.pdf

14. MEDELLÍN. ALCALDÍA. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT). [CD ROM]. Documentos técnicos de soporte: diagnóstico y formulación. Medellín:Alcaldía de Medellín, 2007
15. COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Programa para la implementación del plan estratégico para la restauración y establecimiento de bosques en Colombia. Plan Verde: bosques para la paz. Período 1999-2000. Bogotá: El Ministerio, 1999. 81 p.
16. MARTÍNEZ-RAMOS, Miguel. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. México: Alhambra Mexicana, S.A., 1985.
17. LAMPRECHT, H. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Alemania: (GTZ) GMBH, Eschborn, 1990. 335 p.