

# El Mercado de los Bonos de Carbono (“bonos verdes”): Una Revisión

**Germán Lobos A.<sup>1</sup>, Oscar Vallejos B.<sup>2</sup>, César Caroca J.<sup>3</sup>, y Cristián Marchant C.<sup>3</sup>**

**RESUMEN.** El aumento de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) ha generado importantes cambios climáticos, suscitando gran atención internacional. Como una forma de reducir las emisiones de GEI, se puede utilizar los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), los cuales ofrecen la posibilidad que los países industrializados puedan adquirir certificados de reducción o bonos de carbono en aquellos países en desarrollo que no tienen compromisos de reducción de emisiones, como es el caso de Chile. En este trabajo se presenta una revisión de los aspectos más relevantes del mercado de los bonos de carbono, se revisan algunos estudios sobre rentabilidad de captura de carbono, se analizan los cambios climáticos en el contexto de un mercado ambiental global y se presentan algunas conclusiones relevantes para Chile, como una nueva oportunidad de negocio.

**Palabras clave:** gases efecto invernadero, cambios climáticos, emisiones, oportunidad de negocio

**The carbon dioxide bond market (“Green Bond”): A review**

**ABSTRACT.** The rising of the Greenhouse Gas Effect emissions has generated considerable climate changes, enhancing international awareness about this issue. As a manner of reducing the GGE emissions, Clean Development Mechanisms (CDM) can be used, in which industrialized countries are allowed to purchase emission reduction certificates from developing countries that are not compelled to reduce the emissions, such as Chile. This paper addresses an examination of the most relevant aspects in the carbon dioxide market; it reviews some studies of the carbon credit returns; it analyzes the climate changes in a global environmental market, and, finally relevant conclusions are presented for the case of Chile, as a new business opportunity.

**Keywords:** Greenhouse Gas Effect, climate changes, emissions, business opportunities

**(Recepción de originales: 31 de enero de 2005. Aceptado para publicación: 11 de julio de 2005)**

---

<sup>1</sup>Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Empresariales. E-mail: [globos@utalca.cl](mailto:globos@utalca.cl) <sup>2</sup>Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. E-mail: [ovallejo@utalca.cl](mailto:ovallejo@utalca.cl) <sup>3</sup>Ingeniero Comercial, Universidad de Talca

## 1. INTRODUCCIÓN

El aumento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) ha generado importantes cambios climáticos, lo cual ha suscitado gran atención internacional. Según el Protocolo de Kyoto (PK) llevado a cabo en la ciudad japonesa del mismo nombre, los GEI que deben limitarse o reducirse son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ). De acuerdo con el IPCC (2001), el efecto directo de las emisiones de GEI es el aumento de la temperatura de la tierra entre  $0,6 \pm 0,2$  °C en los últimos 100 años; además se han alcanzado límites amenazantes en lo ambiental, social y económico. Las proyecciones indican que los costos de las acciones para combatir el cambio climático serían menores que los incurridos si éstas no fuesen realizadas (Villalobos, 1999).

El  $\text{CO}_2$  es el GEI con mayor efecto proporcional en el calentamiento global, siendo responsable del 65% de este fenómeno (FAO, 2001). Según el IPCC (2001), la concentración de GEI aumentó  $31 \pm 4\%$  desde el período 1000-1750 hasta el año 2000, a causa de la utilización de combustibles fósiles (tales como gas licuado, gasolina, petróleo diesel, kerosén doméstico, carbón y gas natural), de la fabricación de cemento y de la deforestación. Para dimensionar la importancia del mercado de los combustibles fósiles sobre la economía global, cabe señalar que el PIB mundial proviene en un 90% de la energía generada a partir de dichos combustibles. Esto demuestra claramente que la economía y el desarrollo se encuentran supeditados al uso de este tipo de energía. En EE.UU. se han hecho estimaciones según las cuales el costo de reducir en un 10% las emisiones de  $\text{CO}_2$  significaría una pérdida, en términos del PIB mundial, del orden del 3% anual, es decir, 6 trillones de dólares al año (Salgado y Zambrano, 2002).

Los bosques juegan un papel crucial en la reducción del  $\text{CO}_2$  atmosférico debido a que fijan carbono en el proceso de fotosíntesis. Es por esto que desde los años 90, un grupo de países industrializados han realizado una serie de esfuerzos para reducir el contenido de  $\text{CO}_2$ , en particular, y de GEI, en general, en la atmósfera, y con ello, combatir el calentamiento global, previniendo los amenazantes acontecimientos que podrían generarse (algunos de ellos son los aumentos en el nivel del mar, cambio en las precipitaciones, sequías e inundaciones). Lo anterior tendría impactos negativos sobre sistemas humanos

y naturales, amenazando la disponibilidad de agua y alimentos, la estabilidad de ecosistemas y la biodiversidad, e incluso, la salud de gran parte de la población mundial (Kanninen y Mery, 2002).

El esfuerzo de prevención realizado por el grupo de países industrializados dio origen al PK, de 1997, que es un acuerdo mediante el cual 86 naciones industrializadas (aún resta que ratifiquen 10) se comprometieron a reducir en un 5% sus emisiones de  $\text{CO}_2$  (y de GEI en general), respecto de los niveles de 1990, entre los años 2008 y 2012, siendo éste el primer período de compromiso. En este sentido, el documento establece una serie de medidas de flexibilización de mecanismos, entre los que se cuenta la Implementación Conjunta de Proyectos (IC), la Transacción de Emisiones entre Países del Anexo I (TE) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). En el marco del MDL los países en desarrollo (PED), y en particular Chile, tienen una atractiva oportunidad de negocio, pues para efectos del cumplimiento de sus obligaciones, los países industrializados que no tienen la posibilidad de implementar en sus territorios estas medidas, o que les resulta demasiado costoso, pueden comprar los bonos por reducción de emisiones que se generen en los PED donde se aplique el MDL. El potencial de Chile en cuanto a aprovechar el MDL como oportunidad de negocio se presenta en el estudio desarrollado por Sanhueza *et al.* (2003). Especial importancia se le atribuye al capítulo sobre “potencial de mitigación de gases de efecto invernadero y sus beneficios para el país en el sector no-energía” y “cartera de proyectos sector forestal”.

De acuerdo con Gayoso y Schlegel (2001), los tipos de proyectos forestales que se consideran para los efectos del MDL son tres: (1) Proyectos de conservación de carbono, (2) Proyectos de captura de carbono y (3) Proyectos de sustitución de carbono. En el caso de los proyectos tipo (2), en general la literatura se refiere a “proyectos de captura de carbono”, aunque en estricto rigor debe hablarse de “proyectos de fijación de carbono” o “absorción de  $\text{CO}_2$ ”. En adelante en este trabajo se usa el término “Proyectos de absorción de  $\text{CO}_2$ ”.

En el caso de Chile, Caroca y Marchant (2004) incorporaron el concepto de adicionalidad para determinar la rentabilidad económica de la absorción de  $\text{CO}_2$  al incrementar la superficie cubierta por bosques y la biomasa mediante nuevas plantaciones. Lo anterior debido a que según la Conferencia de la Partes número 9 (COP9), realizada en Milán, Italia,

en diciembre de 2003, sólo las actividades de Forestación y Reforestación (FyR) son consideradas actividades forestales de MDL permisibles para el primer período de compromiso. De acuerdo con la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (2004), la "forestación" es la conversión por actividad humana directa de tierras que carecieron de bosque durante un período mínimo de 50 años en tierras forestales mediante plantación, siembra o fomento antropógeno de semilleros naturales. Por otra parte, la "reforestación" es la conversión por actividad humana directa de tierras no boscosas en tierras forestales mediante plantación, siembra o fomento antropógeno de semilleros naturales en terrenos donde antiguamente hubo bosques, pero que están actualmente deforestados. En el primer período de compromiso del PK las actividades de reforestación se limitarán a la de terrenos carentes de bosques al 31 de diciembre de 1989.

Se entiende por adicionalidad, o carbono adicional, al carbono capturado por la plantación (FyR) y susceptible de incorporarse al MDL; es el carbono extra, calculado en comparación con la línea base; absorción antropógena neta, según COP9 (Gayoso y Schlegel, 2001). En el trabajo de Caroca y Marchant (2004), se consideraron sólo nuevas plantaciones bajo el supuesto de absorción nula de la línea base, por lo que todo el carbono capturado se consideró como adicional.

Según Jorge Urrutia, especialista del Instituto de Investigación Forestal (INFOR) y delegado chileno en la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en la COP9 se alcanzó un auspicioso acuerdo para los proyectos forestales, que coincide con la posición chilena planteada en esa instancia. Este nuevo acuerdo ha generado grandes expectativas para los proyectos forestales en el mercado del carbono en Chile, lo que le permitirá convertirse en un actor destacado por su gran potencialidad en el sector. Además, se acordó la definición de normas y procedimientos que regirán los proyectos forestales en el marco del MDL. Incluso el encuentro culminó con la ratificación oficial de las modalidades y procedimientos para proyectos de FyR en el MDL, relativos al primer período de compromiso, transformándose en un documento de decisión de la COP9 denominado FCCC/CP/2003/L.27.

Uno de los principales aspectos resueltos en la COP9 fue la eliminación de la exigencia propuesta por la Unión Europea (UE) respecto a incorporar un apéndice sobre la evaluación de los impactos

sociales, económicos y ambientales y sobre la biodiversidad, que debían evaluarse en los proyectos forestales de MDL, lo cual en definitiva entrega la responsabilidad sobre el desarrollo sustentable a cada país. Otro elemento de importancia para Chile es que no se cuestiona el uso de las especies introducidas; sólo se hace reparos sobre aquellas especies de carácter invasivo, que no es el caso de las más usadas en Chile, como el pino radiata, eucalipto, pino oregón o el pino ponderosa, entre otros. Las restricciones impuestas son sobre plantaciones transgénicas o modificadas genéticamente, lo que tampoco afecta a Chile.

Según el Diario PYME (2004), si Chile pretende ser protagonista en este nuevo proceso ambiental global, debe afrontar nuevos desafíos, tales como la elaboración de las normas que regirán los proyectos de pequeña escala. Esto permitirá que un gran número de pequeños propietarios participen en el mercado del carbono mediante proyectos de forestación. Bajo esa modalidad se crea un mecanismo de vía rápida para la aprobación de estos proyectos, reduciendo significativamente los costos tanto de formulación como de transacción. Por otro lado, se genera una vía para acceder a nuevos financiamientos, particularmente de instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, que buscan de este modo acelerar el proceso de creación de proyectos en el sector no energía.

Según Jorge Urrutia, otro punto que podría estar operativo durante el segundo período de compromiso 2013-2017, es la rehabilitación y restauración de ecosistemas forestales naturales, lo que representa un gran desafío para Chile, pues gran parte de nuestro bosque nativo se encuentra en un estado de degradación, debido fundamentalmente a las actividades extractivas de tipo selectivo que durante muchos años fueron aplicadas en la explotación de estos bosques.

## **2. ESTUDIOS SOBRE RENTABILIDAD DE CAPTURA DE CARBONO**

En general, se determina la rentabilidad de los proyectos de captura de carbono concluyéndose que determinados parámetros, tales como la tasa de descuento, el horizonte de planeación, los precios, el momento en que se producen los ingresos y los costos de certificación, son variables críticas en la rentabilidad del negocio. Según Loguercio (2002), el monitoreo de la captura de carbono es aún un costo adicional incierto; el autor utilizó un precio de 10

dólares  $t^{-1}$  de  $CO_2$  y tasas de descuento de 8, 10 y 12% para presentar tres métodos formales por los cuales se puede calcular la captura certificada y concluyó que la conveniencia económica cambia al variar los parámetros decisivos.

Por otro lado, Chidiak *et al.* (2003), plantearon que la tasa de descuento es una de las variables con mayor incidencia en la rentabilidad de este tipo de proyectos, sensibilizando sus evaluaciones con tasas del 8, 10 y 12%, y utilizando precios de 1, 3 y 5 dólares  $t^{-1}$  de  $CO_2$ . Sin embargo, los autores subestiman los efectos de los precios sobre sus cálculos, argumentando que no se espera gran variabilidad.

Loza (2001) utilizó el supuesto de que las plantaciones forestales serán aceptadas en el MDL y que los créditos de carbono serán transferidos directamente al productor forestal. Además, para poder analizar el valor esperado de la tierra, el largo de rotación óptima y el manejo silvicultural de mejor resultado económico, el autor incluyó los precios de los créditos de captura de carbono en el análisis de los flujos de caja descontados. Utilizó tasas de descuentos de 8 y 12% y precios de 10, 50 y 100 dólares  $t^{-1}$  de  $CO_2$ , concluyendo que el valor esperado de la tierra aumenta al incluir los créditos de captura de carbono y que el resultado económico mejora a medida que aumenta el valor de los créditos de carbono y disminuye la tasa de descuento.

Según Gutiérrez y Lopera (2001), se puede superar el problema de los precios inciertos considerando los costos de oportunidad de la captura de carbono. Con el objeto de determinar la rentabilidad de los proyectos, los autores calcularon el valor actual neto (VAN), para tasas de descuento de 2, 4, 6 y 8%; la tasa de descuento pertinente la consideraron como parámetro decisivo para la sensibilización del VAN.

López y Villena (2003) incorporaron los efectos secundarios e indirectos; los autores utilizaron una tasa de descuento del 5%, un precio de 12 dólares  $t^{-1}$  de  $CO_2$  y plantearon que las externalidades positivas, en términos ambientales y de salud, justifican la aplicación de subsidios a este tipo de proyectos. Lo anterior, con el fin de que los costos privados se igualen a los sociales, más específicamente, para igualar las edades de corte óptimas privadas y sociales. Similar argumento plantearon Haltia y Keipe (1997), quienes concluyeron que se justifican compensaciones por externalidades positivas. A este respecto, según la empresa MININCO (2004), el costo de la fijación de carbono para la humanidad, estimado

por especialistas, oscila entre 8 y 20 dólares  $t^{-1}$  de C y el valor de la externalidad positiva que representa la fijación de carbono de sus plantaciones, según estimaciones de la empresa, asciende a 213 dólares  $ha^{-1}$ .

Por otra parte, Gayoso y Schlegel (2001), plantearon que las externalidades de este tipo de proyectos pueden dividirse en: (a) las relacionadas con los GEI (transferencias y fugas) y (b) las no relacionadas con los GEI (impactos ambientales y de desarrollo). Es decir, existen tanto externalidades positivas como negativas. Las fugas son las pérdidas de beneficios de carbono anticipados, producto del desplazamiento de actividades del área del proyecto hacia áreas fuera del proyecto que producen emisiones (Gayoso y Schlegel, 2001). En el trabajo de Caroca y Marchant (2004) se supuso que no habían fugas, tal como en las investigaciones de Loguercio (2002), Chidiak *et al.* (2003), y Pedroni y Locatelli (2004a, 2004b).

En cuanto a las externalidades de este tipo de proyectos se destacan principalmente los aportes de López y Villena (2003), aunque los autores sólo hacen referencia a las externalidades positivas; Gayoso y Shlegel (2001) sólo describieron de qué se tratan las externalidades asociadas a este tipo de proyectos. En cuanto a las externalidades negativas, las denominadas fugas, por lo general, los distintos trabajos suponen que no existen.

En la actualidad existen numerosos aspectos referentes a los proyectos forestales MDL que están en una fase exploratoria. Por ejemplo, recién en la COP9 se establecieron, por lo menos para el primer período de compromiso, las definiciones de FyR. De acuerdo a las propuestas de las partes, se especificaron modalidades, procedimientos y demás aspectos importantes necesarios para elaborar un proyecto forestal MDL con menor incertidumbre. Dentro de los aspectos relevantes destacan la confirmación de que para el primer período de compromiso sólo califican, entre los proyectos forestales de MDL, la FyR, los aspectos relacionados con la no permanencia, los horizontes posibles o permisibles para este tipo de proyectos y todo lo que se refiere a la burocracia y procedimientos derivados de ésta.

Considerando lo anterior, se aprecia que todas las investigaciones anteriores a la COP9, y en especial las que incluían aspectos relativos a análisis de costo-beneficio, trabajaron en base a una serie de supuestos, algunos más y otros menos concordantes

respecto de lo que finalmente se acordó y reglamentó. Por lo tanto, sus aportes deben considerarse en ese contexto.

Según Pedroni (2004) y Pedroni y Locatelli (2004a, 2004b), uno de los mayores problemas que se presentaba (ahora también, pero en menor medida), al momento de realizar una evaluación económica de este tipo de proyectos, dice relación con que no existía información confiable de los costos de transacción y los precios de los Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) generados por proyectos forestales. Los CERs (*Certificates of Emissions Reduction*) corresponden al activo transado en el marco del MDL.

En el caso de los costos, se puede hacer referencia a la literatura y a experiencias similares en condiciones comparables. Para los precios resulta particularmente difícil conseguir una referencia, pues aún no existen transacciones de CERs procedentes de proyectos forestales posteriores a la COP9. No obstante, se puede estimar que los CERs forestales se transarán a un precio menor respecto a los otros certificados "de carbono" reconocidos en el sistema contable del PK. Lo anterior se debe al problema de la no permanencia, inherente a los CERs forestales. La no permanencia es una consecuencia del ciclo natural del carbono. Cualquier átomo de carbono removido de la atmósfera y almacenado en un ecosistema forestal a través de la fotosíntesis no permanece allí indefinidamente. Tarde o temprano regresa a la atmósfera debido a la respiración, mortalidad y descomposición naturales o inducidas por actividades antropógenas. Por eso, remover CO<sub>2</sub> de la atmósfera mediante proyectos de FyR no puede compensar para siempre las emisiones de GEI que se hacen en otras partes del mundo (Chomitz, 2000; UNFCCC, 2000; Dutschke, 2001).

La COP9 resolvió este problema tomando la decisión de que solamente certificados temporales (tCERs) o de largo plazo (ICERs) podrán ser emitidos para proyectos de FR (UNFCCC, 2004). A diferencia de todos los demás certificados del sistema contable del PK, los tCERs y los ICERs vencen después de un determinado período. Por lo tanto, los países que deciden utilizar CERs forestales para cumplir con sus metas de reducción de emisiones deberán reemplazarlos una vez que éstos caduquen, ya sea con nuevos certificados o con reducción de emisiones. Por esta razón, el precio de los CERs forestales será menor al precio de cualquier otro certificado no perecedero del PK, tales como: CERs no forestales,

Unidades de Cantidades Asignadas (AAUs) y Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs) (Pedroni y Locatelli, 2004). Según Chidiak *et al.* (2003) las AAUs (*Assigned Amount Units*) corresponden al activo transado en el marco de la Transacción de Emisiones (TE) y las ERUs (*Emission Reduction Units*) corresponden al activo transado en el marco de la Implementación Conjunta (IC). Caroca y Marchant (2004) estimaron el precio de los CERs forestales a partir de su vida útil, del precio de los CERs permanentes y de la tasa de descuento de los países compradores de los CERs forestales.

Considerado lo anterior, se puede concluir que las evaluaciones económicas anteriores a la COP9 no presentan una metodología para la estimación de la tasa de descuento relevante, sino que solamente sensibilizan la evaluación variando dicha tasa. Es decir, no plantean una metodología para la determinación del costo de capital, factor determinante al momento de analizar si un proyecto genera o no riqueza.

En el estudio de Caroca y Marchant (2004) se calculó la tasa de descuento relevante, junto con considerar las decisiones de la COP9 respecto de factores como la determinación o estimación de los precios de los CERs forestales y los horizontes de evaluación que se definieron, estableciéndose un máximo de 20 años, renovables hasta 2 veces, o un máximo de 30 años, una sola vez. En lo que se refiere a los costos, la COP9 dejó abierta la posibilidad, y más aún, hizo un llamado a que se propusieran modalidades y procedimientos simplificados (M&PS), específicamente para los proyectos de pequeña escala que redujeran sus costos y así los hicieran más atractivos económicamente, esperándose contar con un panorama definitivo después de la COP10. Según Pedroni y Locatelli (2004a), dichas M&PS significarían una disminución considerable en los costos, entre 50 y 80% respecto de los actuales.

### 3. UN MERCADO AMBIENTAL GLOBAL

Este apartado está basado en el estudio "Situación y tendencias del mercado de carbono", de Lecocq *et al.* (2003), realizado sobre la base de datos e ideas facilitados por Evolution Markets LLC, Natsource LLC y PointCarbon, y que fue revisado en enero de 2004 por la Unidad de Financiamiento del Carbono del Banco Mundial.

Dado que los GEI se distribuyen uniformemente en

la atmósfera, ambientalmente la reducción de las emisiones se puede llevar a cabo en cualquier parte del mundo. Es por esto que para el cumplimiento de este objetivo, el PK otorga a los países del Anexo I cierto grado de flexibilidad en los mecanismos por los cuales logran y miden su reducción de emisiones (RE). Estos se circunscriben en tres tipos de mecanismos:

- Implementación Conjunta (IC): este mecanismo permite a los países del Anexo I adquirir unidades de RE a través del financiamiento de ciertos tipos de proyectos en otros países miembros del Anexo I (Artículo 6 del PK, de 1997).
- Transacción de Emisiones (TE): corresponde a un régimen de transacción internacional de emisiones que permite a los países industrializados comprar y vender derechos de emisión entre ellos mismos (Artículo 17 del PK, de 1997).
- Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL): por este mecanismo, los PD pueden financiar proyectos de RE en PED y recibir créditos por ello. El propósito del MDL es ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la CMCC, así como ayudar a las Partes incluidas en el Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y RE (Artículo 12 del PK, de 1997).

Algunos gobiernos y empresas ya han tomado voluntariamente medidas para disminuir las emisiones de GEI como consecuencia de las reglas vigentes o previstas. Gran parte de las normas permiten alguna modalidad de compra externa de créditos de emisión, sentando de esta manera las bases para el denominado "Mercado de Carbono" (MC).

Analizar el MC es complejo. No se dispone de registros públicos de las transacciones, tampoco de índices de precios internacionalmente reconocidos. Generalmente, elementos clave como los precios o las características contractuales permanecen confidenciales. Con el objeto de superar esta limitación, PCF plus Research estructuró una base de datos de transacciones de este tipo, en colaboración con los principales participantes en el mercado, que sirve de plataforma para el análisis presente en Lecocq *et al.* (2003). Los datos relativos al año 2003 provienen de dos grandes intermediarios: Evolution Markets LLC y Natsource LLC, y un

importante analista del mercado, PointCarbon. Esta base, contiene 288 transacciones basadas en proyectos realizados entre 1996 y el tercer trimestre de 2003 e incluye la mayor parte de las actividades del sector público en el mercado de carbono, ya que en gran parte son de dominio público y por lo general están bien documentadas. En cambio, es más difícil estimar el alcance de su cobertura de las transacciones privadas.

El MC comprende, por una parte, las transacciones de RE basadas en proyectos -en que el comprador adquiere RE provenientes de un proyecto, gracias al cual sus emisiones de GEI son menores de lo que habrían sido en su ausencia (dentro de las cuales se encuentran las reglamentadas por MDL, y en particular las forestales) - y, por el otro, el comercio de derechos de emisión de GEI (concedidos de acuerdo a regímenes existentes o en preparación para el establecimiento de límites e intercambio de las emisiones). Las principales conclusiones de Lecocq *et al.* (2003) son las siguientes:

- El volumen de las transacciones en el MC se ha duplicado con creces desde 2002, tronzándose más de 70 millones de toneladas métricas equivalentes de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>e) en 2003 (hasta el mes de noviembre). La mayor parte de este volumen se intercambió mediante transacciones basadas en proyectos, gran parte de las cuales tenían por objeto cumplir el PK.
- Los compradores son gobiernos, asociaciones público-privadas y, cada vez con más frecuencia, empresas privadas, especialmente japonesas. El sector privado constituye más del 40% del volumen total de las RE adquiridas en PED.
- En 2003 el 90% de RE resultaron de proyectos situados en PED o en países con economías en transición. Por volumen, la primera región es América Latina, seguida de Asia y de los países con economías en transición. África y los países más pobres de Asia prácticamente no participan en este comercio, lo que es preocupante por la distribución a largo plazo de los beneficios del MDL.
- Los precios varían según el segmento del mercado y la estructura de la transacción. Por ejemplo, en las transacciones que tienen por objeto el cumplimiento de compromisos contraídos en virtud del PK, el riesgo de que las RE no lleguen a registrarse en el marco

del MDL o de la IC supone una penalización significativa.

- Los mercados de derechos son más importantes si lo que se tiene en cuenta es el número de transacciones, pero el volumen intercambiado sigue siendo pequeño en comparación con las transacciones basadas en proyectos.

Según Lecocq *et al.* (2003) las principales motivaciones de los compradores de las transacciones basadas en proyectos son las siguientes:

- Cumplimiento de las obligaciones y restricciones existentes en los mercados nacionales.
- Cumplimiento anticipado del PK: los compradores esperan que el proyecto se registre en el marco de la IC o del MDL, y de esa manera puedan utilizar sus RE para cumplir obligaciones que prevén como resultado del PK.
- Cumplimiento voluntario: los compradores tratan de utilizar las RE para cumplir una especie de meta voluntaria que han adoptado, ya sea en virtud de planes nacionales o voluntarios.
- Planes de comercio al por menor: los compradores son empresas e individuos sin emisiones importantes que procuran no contribuir al cambio climático con el fin de demostrar su responsabilidad social o de promover una marca determinada.

### 3.1 Estructura de las transacciones

Antes de los Acuerdos de Marrakech (aprobados en la Séptima Conferencia de las Partes -COP7- en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en noviembre de 2001), un gran número de contratos se negociaron como Opciones de Compra (25% del volumen registrado en la citada base de datos para el período de 1996 a 2001). Desde la COP7, la mayor parte de la actividad se realiza mediante compras a término, predominando las RE para el primer período de compromiso. Los contratos de Opción de Compra representan menos del 5% del volumen negociado en 2002-2003. Cuando las Opciones se pactaron en ese período, se refirieron algunas veces a años posteriores a 2012, aunque los datos sobre los precios recientes de las Opciones son incompletos.

### 3.2 Diferentes clases de activos

Si bien en los primeros años del mercado predominaron los proyectos de uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (LULUCF, por su sigla en inglés), las transacciones realizadas en 2002-2003 ponen de manifiesto una distribución mucho más pareja entre las tecnologías. En cuanto a volumen, la captación de gases de rellenos sanitarios ocupa el primer lugar (30%), seguida de las centrales hidroeléctricas (15%), la biomasa (15%) y el cambio de combustible (12%). En conjunto, las tecnologías renovables representan más de 37% del volumen total de las RE basadas en proyectos que fueron comerciadas. Los proyectos LULUCF, por otro lado, representaron, a finales de 2003, una parte más pequeña del volumen total (7%).

### 3.3 El mercado minorista emergente

En general, se incluye en el segmento minorista del mercado todas las transacciones basadas en proyectos con un volumen total (hasta el año 2012) inferior a 50.000 tCO<sub>2</sub>e. Tanto particulares como empresas tienden cada vez más a comprar a "minoristas" del carbono volúmenes pequeños de RE de proyectos. Estas RE generalmente no obedecen a motivos relacionados con el cumplimiento del PK, aunque pueden haberse generado en conformidad al MDL o la IC. Su objetivo más bien es demostrar la preocupación por el cambio climático y asumir, transparentemente, alguna responsabilidad por las repercusiones de las actividades de las empresas y los negocios en el clima. Algunas empresas pueden usar estas reducciones como medio de cumplimiento o para ganarse la lealtad de los consumidores.

Es frecuente que las RE de este tipo se retiren de los mercados secundarios para obtener ventajas impositivas. Para la generación de las RE en este segmento del mercado, se suele acudir a Instituciones de Desarrollo y a Organizaciones No Gubernamentales (ONG), para la formulación de proyectos o para que den su "visto bueno", formal o informal, a los proyectos que cumplen criterios ambientales y sociales predeterminados.

Las RE provenientes de proyectos pequeños con una considerable contribución al desarrollo sostenible han logrado sobrepagos en el mercado con precios entre 5 y 12 dólares por tCO<sub>2</sub>e. Este segmento ha crecido rápidamente, pasando de 150.000-200.000 t en 2002 a no menos de 500.000 t en 2003 (estimadas). Cada transacción suele tener volúmenes de 5.000 a 10.000

tCO<sub>2</sub>e y los contratos suelen ser al contado o a un plazo de dos o tres años. En este segmento, los clientes poseen una evidente inclinación por las transacciones con proyectos agroforestales de base comunitaria y otros tipos de proyectos forestales.

### 3.4 Últimas tendencias del mercado del carbono

Los antecedentes que se presentan en este apartado se extrajeron principalmente de Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente (CAEMA, 2004). Según el reporte "Significant Increases in Greenhouse Gas Trading in 2004" de Natsource (2004), el comercio de GEI sufrió un crecimiento notable durante los primeros cuatro meses de 2004 respecto al año anterior. En 2003, las transacciones doblaron con creces a los niveles de 2002. A su vez, el volumen total de reducciones comercializadas durante los primeros meses de 2004 alcanzó aproximadamente las 64 millones de tCO<sub>2</sub>e y se espera que los volúmenes totales tranzados, en el 2004, nuevamente doblen a los del año anterior, excediendo las 150 millones de t, lo cual aparentemente se debe a la mayor certidumbre política y regulatoria del último año, y a la hasta ese entonces probable ratificación de Rusia, con lo cual el PK entraría en vigor.

Los precios para las RE candidatas a ser CERs – provenientes de proyectos MDL- están en un rango entre 3 y 6,5 dólares, con un precio promedio aproximadamente de 4 dólares. Los precios para las Unidades de Emisiones Reducidas (ERUs) – provenientes de proyectos de IC- están entre 4,7 y 6,5 dólares, con un precio promedio de 5 dólares. Los precios más altos fueron pagados a dueños de proyectos que asumieron una mayor responsabilidad por una eventual complicación en el cumplimiento de las obligaciones contractuales. Los precios actuales podrían aumentar producto de la reciente ratificación del PK por parte de Rusia (ratificado el 18 de noviembre de 2004, con lo cual el PK entraría en vigor 16 de noviembre de 2005).

El precio de referencia de los CERs es determinado por los vaivenes del mercado internacional. Para un proyecto MDL individual, los principales factores de valoración son el estado de - avance del proyecto en el proceso aprobatorio y la modalidad de pago por los CERs. A medida que un proyecto avance en el proceso aprobatorio su valor se incrementa debido a que van disminuyendo los riesgos de generación y entrega percibidos por los demandantes. Por lo general, una idea de proyecto tiene poco o nulo valor en el mercado. Lo más importante para crear valor

en un proyecto es avanzar en el proceso de formulación, aprobación y registro. Proyectos con un "Documento de Diseño de Proyecto" (PDD, por su sigla en inglés) formulado, que utilicen una metodología de línea de base aprobada por Naciones Unidas, pueden empezar a posicionarse ante los compradores. Con la puesta en marcha del proyecto según lo previsto, aumenta aún más el valor. Al finalizar el primer período de acreditación, logrando la verificación de las reducciones y la certificación, el precio se incrementa.

Finalmente, cuando la Junta Ejecutiva del MDL emita los CERs del proyecto, todo riesgo regulatorio y de proyecto se elimina para esos CERs: deben valer lo mismo que los permisos de emisión negociables de la UE, es decir, 9 euros, al 2004.

El momento de pago también es determinante en establecer el precio de CERs. Hoy existen por lo menos tres diferentes tipos de transacción, con diferentes momentos de pago, en el mercado MDL:

- **Pago Inmediato Contra Entrega Futura:** Algunos propietarios de proyectos con PDD que necesiten efectivo de inmediato para finalizarlos pueden pre-vender una parte de su flujo de CERs. El precio es relativamente bajo, porque cuando un inversionista aporta hoy, asume un mayor nivel en los riesgos de entrega: el demandante paga, pero no hay certidumbre sobre la entrega. Hoy se está pagando entre 1,5 y 2 dólares por CERs en esta opción.
- **Pago Contra Entrega en el Futuro:** Para este tipo de transacción se desarrolló el ERPA (*Emisión Reduction Purchase Agreement*). Las primeras transacciones se dieron entre 2 y 3 dólares; en Colombia el precio subió a 4,4 dólares en 2004; y la Alianza CAEMA-Natsource tiene compradores que pagan entre 5 y 6 dólares por proyectos de buen tamaño con PDD formulado.
- **Generación y Venta de los CERs ya emitidos en el Mercado Spot:** Si el precio de referencia en el mercado europeo asciende a 9 euros, un CERs ya emitido debe valer lo mismo. Tan pronto como son emitidos, los CERs sirven de inmediato para cumplimiento respecto a lo establecido en el Anexo B del PK, sin riesgo alguno. Los CERs serán fungibles con otros bienes de cumplimiento y fácilmente transables en los mercados secundarios. Además, tienen dos



características que los AUE no tienen: primero, son libremente transables desde Europa hacia los otros países del Anexo B y viceversa; si hay mayor demanda y precio en Japón o Canadá, los actores europeos pueden vender sus CERs excedentes. Además, se pueden ahorrar para usarlos en futuros periodos de cumplimiento, cuando se espera que los precios sean mayores.

En conclusión, los dueños de proyectos interesados en cofinanciar sus inversiones con el MDL deben iniciar el proceso de formulación y aprobación tan pronto como sea posible. Los CERs son el producto de un proceso regulatorio que depende de una demanda derivada del cumplimiento forzoso de lo señalado en el Anexo B: sólo se crea valor en la medida que se avanza hacia la validación, registro y emisión de los CERs. Los CERs pueden llegar a ser muy valiosos, aportando altos ingresos a proyectos de inversión, pero es poco probable que algún integrante del Anexo B pague por la simple idea de un proyecto.

#### 4. CONCLUSIONES

- Producto de la demora existente entre la preparación del proyecto y la primera "entrega" de RE, y la falta de claridad sobre la validez de las RE basadas en proyectos más allá de 2012, las oportunidades para iniciar transacciones basadas en proyectos podrían desaparecer rápidamente. Además, la prolongada incertidumbre acerca de la entrada en vigor del PK podría haber dado lugar no sólo al aplazamiento, sino a la cancelación de algunas transacciones basadas en proyectos. Este escenario, sin embargo, se torna más optimista producto de la ratificación del PK por parte de Rusia.
- El desarrollo de proyectos es un proceso largo, que involucra la licencia, el financiamiento y la construcción. Por lo tanto, para que los proyectos puedan conseguir una parte significativa de las RE que podrían obtenerse para 2012, tendrán que comenzar a más tardar el año 2006 ó 2007. La cuestión más importante, además de la ratificación del PK, es la demora para la IC y el MDL, a mediano plazo. Si no se ofrece alguna aclaración acerca de la validez de las RE basadas en proyectos para los años posteriores a 2012, el volumen comercializado en virtud de estos mecanismos podría disminuir fuertemente antes de que comience el primer período de compromiso.
- El análisis del MC ofrece un panorama futuro de rápida expansión, en particular para el MDL, siempre y cuando sea impulsado por normativas claras, y un mayor sentido de urgencia en relación con la entrada en vigor de políticas que limiten las emisiones de GEI en Europa, Canadá y, posiblemente, Japón. Esta dinámica ha dado lugar a un número sin precedentes de proyectos de RE en PED y países con economías en transición, en los que la participación del sector privado está alcanzando niveles semejantes al de las entidades públicas y las asociaciones entre el sector público y el privado.
- La posibilidad, en tiempos pasados sólo teórica, de que el MDL pueda atraer inversiones privadas significativas para las tecnologías limpias y contribuir al desarrollo sostenible se está haciendo realidad lentamente, por lo menos en los PED, pese al difícil contexto mundial para la inversión extranjera directa. Sin embargo, este progreso es frágil, porque las transacciones basadas en proyectos probablemente disminuirán antes de 2008, debido al mencionado problema de la demora, a menos que se aclare la situación de las RE basadas en proyectos después de 2012.
- Aún existe margen para un crecimiento sustancial del mercado, dado que el volumen total de RE que generarán los proyectos ya firmados o que estaban en una etapa avanzada de negociación (al 2003), llegaba como máximo a 90 millones de tCO<sub>2</sub>e (suponiendo que todos los proyectos funcionen de acuerdo con lo previsto y que todos se registren en el marco del PK). Esto representa sólo entre el 3% y el 10% de la demanda prevista de RE de países del Anexo B del Protocolo, excluido EE.UU. y Australia (Lecocq *et al.* 2003), y si se considera que según CAEMA (2004) estas cifras se duplicarán en 2004.
- En el marco del MDL los PED tienen atractivas oportunidades de negocio. Lo anterior debido a que por razones de costo-

beneficio es más conveniente para los países del Anexo B comprar los bonos por RE que se generen en PED, donde se aplique MDL, en lugar de realizar dichas reducciones ellos mismos.

- Chile tiene un gran potencial en términos forestales. Específicamente en los proyectos forestales de MDL (Proyectos de Absorción de CO<sub>2</sub>), de FyR, los que corresponden, de acuerdo a la COP9, a los únicos proyectos forestales MDL permisibles para el primer período de compromiso.

## REFERENCIAS

CAEMA. 2004. Instrumentos económicos y medio ambiente. Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente. v.4, n.3, p.5-7. Disponible en <http://www.andeancenter.com/boletin/boletines.html>. Consultado el 25 de octubre de 2004.

Caroca, C; Marchant, C. 2004. Evaluación económica de la absorción adicional de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para nuevos sitios de plantación forestal en Chile. *Memoria de Ingeniero Comercial*. Talca, Chile. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Empresariales, Escuela de Ingeniería Comercial. 50p.

Chidiak, M.; Moreyra, A.; Greco, C. 2003 *Captura de carbono y desarrollo forestal sustentable en la Patagonia Argentina: sinergias y desafíos*. Universidad de San Andrés, Buenos Aires, Argentina. 133p.

Chomitz, K. M., 2000. Evaluating carbon offsets from forestry and energy projects: How do they compare? *Development Research Group*, World Bank: 28p.

Diario PYME. 2004. En el mercado del carbono: Chile emprende un nuevo desafío exportador. Disponible en: <http://www.diariopyme.cl>. Consultado el 2 de junio de 2004.

Dutschke, M. 2001. Permanence of CDM forests or non-permanence of land use related carbon credits?. Hamburg Institute of International Economics, HWWA. *Discussion Paper*, n.134, 34p. Disponible en ([http://www.hwwa.de/Projects/Res\\_Programmes/RP/Klima\\_politik/HWWA\\_3062\\_FSP\\_Klima\\_Publikationen.htm](http://www.hwwa.de/Projects/Res_Programmes/RP/Klima_politik/HWWA_3062_FSP_Klima_Publikationen.htm)). Consultado el 2 de mayo de 2004.

FAO. 2001. El cambio climático y los bosques. *In: Situación de los Bosques del Mundo 2001*. p.60-73. Disponible en [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/003/y0900s/y0900s00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/003/y0900s/y0900s00.htm). Consultado el 15 de abril de 2004.

Gayoso, J.; Schlegel, A. 2001. *Guía para la formulación de proyectos forestales de carbono*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Proyecto FONDEF "Captura de Carbono". 15p.

Gutiérrez, V.; Lopera, G. 2001. Valoración económica de la fijación de carbono en plantaciones tropicales de *Pinus patula*. Universidad Nacional de Colombia. 19p. Simposio "Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales" 2001. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Disponible en <http://www.uach.cl/procarbono/simposio/>. Consultado el 20 de abril de 2004.

Haltia, O.; Keipe, K. 1997. *Financiamiento de inversiones forestales en América Latina: el uso de incentivos*. Washington DC. Inter-American Development Bank. Sustainable Development Department. 29p.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2001: Synthesis Report, Summary for Policymakers. This Summary, approved in detail at IPCC Plenary XVIII (Wembley, United Kingdom, 24-29 September) 34p. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pub/SYRspm.pdf>. Consultado el 20 de abril de 2004.

Kanninen, M.; Mery, G. 2002. *Proyectos de mitigación. Actividades y energéticas que mitigan y actividades elegibles en el MDL*. Curso Internacional de Cambio Climático en los sectores forestales y energéticos. 23-27 de septiembre de 2002. Costa Rica. 35p.

Lecocq, F.; Capoor, K.; PCF plus Research, Banco Mundial. 2003. *Situación y tendencias del mercado de carbono*. Washington D.C. 33p.

Loguercio, G. 2002. Fijación de carbono: un beneficio adicional para proyectos forestal en Patagonia. Área de Gestión Ambiental. *CIEFAP Patagonia Forestal*, Año VIII, n.2, p.7-10.

López, H.; Villena, M. 2003. *Incentivos económicos y política forestal óptima: beneficios de captura de carbono para el caso chileno*. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Departamento de Economía, Concepción, Chile. 61p.

- Loza, I. 2001. Impacto del mercado del Carbono en la Performance Económica de Proyectos Forestales.- Estudio de Caso para *Pinus taeda* en Uruguay. Simposio "Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales" 2001. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Disponible en <http://www.uach.cl/procarbono/simposio/>. Consultado el 20 de abril de 2004.
- MININCO. 2004. Externalidades positivas en las plantaciones de captura de carbono. Disponible en <http://www.mininco.cl/>. Consultado el 15 de mayo de 2004.
- Natsource. 2004. Natsource Reports Significant Increases in Greenhouse Gas Trading in 2004. Disponible en <http://www.natsource.com/feature.asp?n=448>. Consultado el 5 de octubre de 2004.
- Pedroni, L. 2004. *Proyectos de pequeña escala: características, implicaciones, potencialidad*. Reunión informativa sobre modalidades y procedimientos para actividades de proyectos de forestación y reforestación en el Mecanismo para un Desarrollo Limpio adoptados en la COP-9. 13 de febrero de 2003 San José, Costa Rica. 18p.
- Pedroni, L.; Locatelli, B. 2004a. *Escala mínima viable*. Reunión Consultiva en Proyectos de Forestación y Reforestación de Pequeña Escala dentro del MDL. 1-3 de marzo 2004. Lima, Perú. 20p.
- Pedroni, L.; Locatelli, B. 2004b. *Mecanismo para un Desarrollo Limpio: ¿Un incentivo para pequeños emprendimientos forestales?*. 11p.
- Salgado, L.; Zambrano, B. 2002. *Políticas de regulación para obtención de edad de una plantación socialmente óptima*. Informe preliminar. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Departamento de Economía, Concepción, Chile. 28p.
- Sanhueza, E.; Maldonado, P.; Neuenschwander, A. 2003. *Climate Protection Programme (CaPP). Estudio de la Estrategia Nacional (NSS) para el MDL en Chile*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), División 44 - Ambiente e Infraestructura. 211p.
- UNFCCC. 2000. Paper 5: Colombia. Land-use, land-use change and forestry (LULUCF) projects in the CDM: expiring CERs, a proposal to addressing the performances issues. In: Methodological issues, FCCC/SBSTA/2000/Misc.8, p. 23-26. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2000/sbsta/misc08.pdf>. Consultado el 2 de mayo de 2004.
- UNFCCC. 2004. Decision 19/CP.9. In: Report of the Conference of the Parties on its ninth session, held at Milan from 1 to 12 December, 2003. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its ninth session, 42p. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/cop9/06a02.pdf>. Consultado el 2 de mayo de 2004.
- Villalobos, F. 1999. *Estimación del costo marginal de los servicios de fijación de carbono en Costa Rica*. Curso Internacional de Cambio Climático en los sectores forestales y energéticos. 23-27 de septiembre de 2002. Costa Rica. 31p.