



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS Y EMPRESARIALES

MAESTRIA EN CIENCIAS EN COMERCIO EXTERIOR

Los Productores Pecuarios en el Comercio Internacional de Bonos de Carbono

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS EN COMERCIO EXTERIOR**

P R E S E N T A:

LRI. Ligia Aleida Aburto Martínez

DIRECTOR: Dr. Rubén Molina Martínez

JULIO 2008

DEDICATORIAS

A Dios

Por la vida, por permitirme concluir con éxito una meta más en mi desarrollo profesional

A mi esposo, Jaime Arturo Del Río Monges

Por su amor incondicional y comprensión, por apoyar día a día mis metas profesionales, y a quien admiro profundamente por su ejemplo de tenacidad y lucha constante por mejorar nuestro país, en especial la condición de los más vulnerables.

A mis padres, Teresa Martínez Magallón y Francisco Arturo Aburto Sánchez

Por estar conmigo en todos los momentos de mi vida, apoyándome de manera constante.

A mis hermanas, Elena y Jannete

Por los grandes momentos que nos han hecho crecer y aprender juntas de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado una beca a fin de realizar mis estudios de Maestría en la ciudad de Morelia, Michoacán.

Al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), a sus docentes e investigadores, por todas las enseñanzas aprendidas a lo largo de mis estudios de Maestría.

A mi Director de tesis, Dr. Rubén Molina Martínez por su apoyo y orientación para culminar con éxito mi trabajo de investigación. A mi grupo de sinodales conformado por los investigadores: Dr. Oscar Hugo Pedraza Rendón, Dr. Joel Bonales Valencia, Dr. José Carlos Rodríguez Chávez y Mtro. Mario Gómez Aguirre; por sus recomendaciones, consejos y aportes encaminados a mejorar mi trabajo de tesis.

Muchas gracias a todas las personas e instituciones que me brindaron información invaluable sin la cual este trabajo no hubiera sido posible.

A todos, gracias.

ÍNDICE

Relación de cuadros, gráficas y figuras	9
Resumen	12
Resumen versión en inglés	13
Glosario de términos.....	14
Introducción.....	18
Fundamentos de la Investigación	20
Planteamiento del Problema	20
Situación problemática	20
Problema	22
Objetivos.....	22
Objetivo General	22
Hipótesis	23
Variables.....	23
Justificación.....	24
Método.....	25

Capítulo 1. Marco Contextual

1.1. La naturaleza del fenómeno ambiental del cambio climático	26
1.1.1. El cambio climático y su relación con el efecto invernadero	26
1.1.2. La influencia humana como causa del calentamiento global	28
1.1.3. Los impactos negativos del cambio climático en el planeta.....	29
1.2. La acción internacional frente al cambio climático.....	30
1.2.1. El panel intergubernamental sobre el cambio climático.....	30
1.2.2. La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	33
1.2.3. Naturaleza y alcances del Protocolo de Kyoto	38
1.3. Los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto	40
1.3.1. El comercio de derechos de emisión de gases efecto invernadero	40
1.3.2. Proyectos de aplicación conjunta y mecanismos de desarrollo limpio	41
1.4. Oportunidades de Negocio en el Mercado Internacional de Carbono.....	49
1.4.1 El mercado internacional de bonos de carbono	49

1.4.2. Principales compradores y vendedores de bonos de carbono basados en proyectos.....	54
1.5. Proyectos Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) en México	56
1.5.1. Proyectos MDL registrados en México	56
1.5.2. Proyectos pecuarios MDL en México	57
1.5.3. Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) en proyectos pecuarios MDL en México	58
1.5.4. Participación Pasiva vs Participación Activa de los productores pecuarios mexicanos en proyectos MDL.....	59
1.5.5. Estimación del Potencial de México en la implementación de proyectos pecuarios MDL.....	65

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1. Externalidades, bienes públicos y fallas de mercado	68
2.1.1. La atmósfera como bien público de carácter global	68
2.1.2. La contaminación de la atmósfera como externalidad negativa.....	69
2.1.3. La internalización de la externalidad negativa de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.....	72
2.2. El modelo Heckscher-Ohlin y la dotación relativa de recursos.....	73
2.3. Análisis de sensibilidad en evaluaciones financieras y económicas de proyectos	74
2.3.1. Evaluaciones Financieras de Proyectos.....	74
2.3.2. Evaluaciones Económicas de Proyectos.....	76
2.3.3. Análisis de Sensibilidad en Proyectos de Inversión	78
2.4. Maximización de utilidad a partir de incrementos en capitales del SLF.....	79
2.4.1. Marco Analítico de Medios Sustentables de Vida (SLF).....	79
2.4.1.1. Contexto de Vulnerabilidad.....	80
2.4.1.2. Capitales	80
2.4.1.2.1. Capital Humano.....	80
2.4.1.2.2. Capital Social.....	81
2.4.1.2.3. Capital Natural.....	82
2.4.1.2.4. Capital Físico.....	82

2.4.1.2.3. Capital Financiero.....	82
2.4.1.3. Estructuras y Procesos.....	82
2.4.1.4. Estrategias.....	83
2.4.1.5. Resultados.....	83
2.4.2. Utilidad y Capitales del SLF	83
2.5. Modelación de teoría de juegos para explicar las decisiones de agentes económicos.....	85
2.5.1. Tipos de juegos y terminología básica de teoría de juegos	85
2.5.2. Equilibrio de Nash.....	87
2.5.3. Modelos de agente-principal	88

Capítulo 3. Métodos de Investigación y Diseño

3.1. Casos de Estudio (Investigación de Campo).....	89
3.1.1. Productores Pecuarios de “Posta El Cuatro” en Tepatitlán, Jalisco	89
3.1.2. Productores Pecuarios de CAITSA en Tizayuca, Hidalgo.....	98
3.2. Combinación de métodos cualitativos y cuantitativos	99
3.2.1. Métodos Cualitativos.....	100
3.2.1.1. Entrevistas	100
3.2.1.2. Análisis Discursivo.....	100
3.2.2. Métodos Cuantitativos.....	100
3.2.2.1. Modelación Matemática	100
3.2.2.2. Modelación Econométrica.....	101
3.2.2.3. Modelación de Teoría de Juegos	103
3.2.2.4. Programas Computacionales Utilizados.....	103

Capítulo 4. Análisis

4.1. El Método Heckscher-Ohlin y la dotación relativa del recurso “bonos de carbono”.....	104
4.1.1. Estimación de pronósticos de las series de emisiones equivalentes de CO2	104
4.1.2. Estimación de la dotación relativa disponible del recurso “bonos de carbono”.....	105

4.2. Análisis de sensibilidad en evaluaciones financieras y económicas de proyectos MDL.....	109
4.2.1. Evaluación financiera del proyecto CAITSA—CDM-MEX con participación activa de los productores pecuarios y sin generación de electricidad.....	109
4.2.2. Evaluación financiera del proyecto CAITSA—CDM-MEX con participación activa de los productores pecuarios y con generación de electricidad.....	123
4.2.3. Evaluación económica del proyecto CAITSA—CDM-MEX con participación activa de los productores pecuarios con generación de electricidad.....	129
4.2.4. Evaluación económica del proyecto CAITSA—CDM-MEX con participación activa de los productores pecuarios sin generación de electricidad.....	137
4.2.5. Evaluación financiera del proyecto CAITSA—CDM-MEX con participación pasiva de los productores pecuarios y sin generación de electricidad.....	143
4.2.6. Evaluación económica del proyecto CAITSA—CDM-MEX con participación pasiva y sin generación de electricidad.....	149
4.3. Determinación del tamaño mínimo de proyecto rentable.....	152
4.4. Maximización de la utilidad de los productores pecuarios a partir de potenciales incrementos en sus capitales al implementar proyectos MDL	153
4.5. Modelación de teoría de juegos para explicar el tipo de participación de productores pecuarios en proyectos MDL.....	156
4.5.1. Modelo 1. Negociación entre AgCert (jugador I) y Posta El Cuatro (jugador II) con información incompleta del jugador II	156
4.5.2. Modelo 2. Negociación entre CDM-MEX (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa.....	157
4.5.3. Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información incompleta.....	158
4.5.4. Modelo 4 Problema de agente-principal con riesgo moral e información asimétrica entre los administradores de CAITSA (agente) y los productores pecuarios de CAITSA (principal).....	159

Capítulo 5 Propuesta

5.1. Problema de política pública	186
-----------------------------------------	-----

5.2. Objetivo de la política pública.....	186
5.3. Generación de la política pública y actores involucrados	187
5.4. Componentes de la política pública.....	189
Conclusiones.....	192
Recomendaciones para futuras investigaciones	195
Referencias	196
Anexo 1. Países anexo I del Protocolo de Kyoto	207
Anexo 2. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentadas de las series de tiempo analizadas (emisiones equivalentes de CO2 e inventarios ganaderos) para verificar no estacionalidad en las series.....	208
Anexo 3. Pronósticos de las emisiones equivalentes de CO2 de los países del Anexo I y algunos países no Anexo I.....	231
Anexo 4. Series de emisiones equivalentes de CO2 de los países Anexo I de Protocolo de Kyoto y algunos países no Anexo I (datos históricos del Banco Mundial 1960-2003, pronósticos 2004-2012).....	251
Anexo 5. Relación de personas clave entrevistadas para la realización de esta investigación.....	259
Anexo 6. Resumen de preguntas clave en entrevistas.....	260

Relación de tablas, cuadros, gráficas y figuras

Tabla 1: Gases de Efecto Invernadero

Tabla 2: Actividades que producen gases de efecto invernadero

Tabla 3: Proyectos MDL en México registrados en SEMARNAT

Tabla 4: Contexto de Vulnerabilidad del Marco Analítico de Medios de Vida Sustentables

Tabla 5: Estructuras y Procesos del Marco Analítico de Medios de Vida Sustentables

Tabla 6: Costos de Inversión y Costos de Operación del proyecto pecuario MDL

Tabla 7: Datos para la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM- MEX

Tabla 8: Resultados de la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX

Tabla 9: Datos para la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX (incluyendo la generación de electricidad)

Tabla 10: Resultados de la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX (incluyendo la generación de electricidad)

Tabla 11: Datos para la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX (incluyendo generación de electricidad)

Tabla 12: Resultados de la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX (incluyendo generación de electricidad)

Tabla 13: Datos para la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX

Tabla 14: Resultados de la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX

Tabla 15: Datos para la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX

Tabla 16: Resultados de la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX

Tabla 17: Datos para la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA—CDM-MEX

Tabla 18: Resultados de la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA-CDM-MEX

Tabla 19: Tamaños Mínimos de Proyectos Rentables para Proyectos MDL realizados con bovinos

Tabla 20: Tamaños Mínimos de Proyectos Rentables para Proyectos MDL realizados con porcinos

Cuadro 1: Muy breve historia de la Teoría de Juegos

Cuadro 2: Terminología básica de la Teoría de Juegos

Cuadro 3: Pronósticos econométricos mediante la técnica de suavización exponencial

Cuadro 4: Estimación de parámetros de emisiones equivalentes de CO2 por tipo de ganado

Cuadro 5: Conversión de biogás a electricidad en proyectos pecuarios MDL

Gráfica 1: Principales compradores de Bonos de Carbono (2005)

Gráfica 2: Principales vendedores de Bonos de Carbono (2005)

Gráfica 3: Principales vendedores de Bonos de Carbono (2006)

Gráfica 4: Principales compradores de Bonos de Carbono (2006)

Gráfica 5: El impacto potencial en los capitales de productores pecuarios ante participaciones activas ó pasivas en la implementación de proyectos MDL

Gráfica 6: Importaciones y Exportaciones de México (1993/2006)

Gráfica 7: Pronósticos de las Emisiones equivalentes de CO2 de México

Gráfica 8: Dotación relativa del recurso “bonos de carbono”

Gráficas 9: Supuestos de las variables sensibles en escenarios pesimistas (precio 3.1 euros tCo2)

Gráfica 10: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 3.1 euros tCo2)

Gráficas 11: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 3.1 euros tCo2)

Gráfica 12: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 3.1 euros tCo2)

Gráficas 13: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 3.1 euros tCo2)

Gráfica 14: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 3.1 euros tCo2)

Gráfica 15: Frecuencia en escenario pesimista (precio 4.7 euros tCo2)

Gráficas 16: Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 3.7 euros tCo2)

Gráfica 17: Frecuencias de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 3.7 euros tCo2)

Gráficas 18: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 3.7 euros tCo2)

Gráfica 19: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 3.7 euros tCo2)

Gráficas 20: Supuestos de las variables sensibles en escenario optimista (precio 3.7 euros tCo2)

Gráfica 21: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 3.7 euros tCo2)

Gráfica 22: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 5.4 euros tCo2)

Gráficas 23: Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 0 euros tCo2)

Gráfica 24: Frecuencias de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 0 euros tCo2)

Gráfica 25: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 0 euros tCo2)

Gráfica 26: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 0 euros tCo2)

Gráficas 27: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 0 euros tCo2)

Gráfica 28: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 0 euros tCo2)

Gráfica 29: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 0.7 euros tCo2)

Gráfica 30: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario pesimista (precio 2.3 euros tCo2)

Gráfica 31: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 2.3 euros tCo2)

Gráficas 32: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 2.3 euros tCo2)

Gráfica 33: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 2.3 euros tCo2)

Gráficas 34: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 2.3 euros tCo2)

Gráfica 35: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 2.3 euros tCo2)

Gráfica 36: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 3.6 euros tCo2)

Gráfica 37: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario pesimista (precio 5.8 euros tCo2)

Gráfica 38: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 5.8 euros tCo2)

Gráficas 39: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 5.8 euros tCo2)

Gráfica 40: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 5.8 euros tCo2)

Gráficas 41: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 5.8 euros tCo2)

Gráfica 42: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 0 euros tCo2)

Gráfica 43: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 8.6 euros tCo2)

Gráfica 44: Supuestos sobre las variables sensibles en escenario pesimista (precio 0 euros tCo2)

Gráfica 45: Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 0 euros tCo2)

Figura 1: Efecto Invernadero

Figura 2: Fases de un proyecto MDL

Figura 3: Pronósticos del Inventario de ganado bovino-leche en México

Figura 4: Pronósticos del Inventario de ganado porcino-leche en México

Figura 5: Marco Analítico de Medios de Vida sustentables (SLF) del Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (UK DFID)

Figura 6: Componentes de la Estrategia Integral de Impulso a las Participación Activa de Productores Pecuarios y demás Agentes Económicos Mexicanos en la Implementación de Proyectos MDL

Resumen

La necesidad de abatir el problema ambiental del cambio climático ha traído como consecuencia el surgimiento del mercado internacional de bonos de carbono. Los países subdesarrollados pueden participar dentro de los proyectos MDL que se plantean en los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto. La finalidad de los proyectos MDL es ayudar a los países desarrollados a cumplir sus compromisos de reducciones de emisiones de gases efecto invernadero generando a su vez desarrollo sustentable en los países en donde se llevan a cabo los proyectos.

Los proyectos pecuarios MDL que se están implementando en México en su mayoría se han desarrollado a iniciativa de empresas extranjeras, en donde los productores pecuarios se han involucrado de manera pasiva en la implementación de dichos proyectos. Por lo tanto, las ganancias derivadas de los proyectos pecuarios MDL en México las están obteniendo en su mayoría dichas empresas, esto debido a la falta de promoción masiva de las oportunidades que ofrece el mercado internacional de carbono, así como de un adecuado soporte institucional, público y privado.

En la investigación se demuestra que México tiene ventaja comparativa en la exportación de bonos de carbono, ya que al no estar obligado a reducir emisiones de gases efecto invernadero, puede vender todos los bonos de carbono que puede producir, al ser este un factor relativamente abundante. Por otra parte se demuestra que una participación activa por parte de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL incrementa más sus distintos capitales (natural, social, financiero, físico y humano). Finalmente, aplicando teoría de juegos, se confirma que cuando hay información completa y simétrica, la decisión más racional de los productores pecuarios es adoptar una participación activa en donde puedan negociar ganancias y llevar la iniciativa de los proyectos.

El objetivo final de esta investigación es hacer una propuesta para incentivar una participación activa de los productores pecuarios mexicanos –y de otros agentes económicos mexicanos- en la implementación de proyectos MDL, con la finalidad de aprovechar las oportunidades del mercado internacional de carbono.

Resumen versión en inglés

The World Carbon Market has appeared with the need to confront climate change. The developing countries can participate in the Clean Development Mechanism (CDM) projects included as flexible mechanisms within the Kyoto Protocol. The double aim of the CDM projects is to help the Annex I to achieve their goals of greenhouse gases emission reductions, and to contribute to the sustainable development of the countries that implement such projects.

Foreign enterprises have implemented most of the CDM livestock projects in Mexico. The Mexican livestock producers have adopted a passive participation in these projects. Therefore, those foreign enterprises have received the gains of such projects. The lack of massive promotion of the business opportunities related to the World Carbon Market; in addition to the lack of institutional support to develop CDM projects explain the passive participation of livestock producers in Mexico.

In this research, it is demonstrated that Mexico has a comparative advantage in the implementation of CDM projects. Mexico has a high relative endowment of the factor carbon credits, because it does not have to fulfill goals of greenhouse gases emission reduction goals. Therefore, Mexico can sell all the carbon credits that it can produce. Additionally, it is demonstrated that an active participation of livestock producers in the implementation of CDM projects can increase more their capitals (natural, social, financial, physical, and human) than a passive participation in such projects. Finally, applying Game Theory, it is confirmed that when there is complete and symmetric information, the most rational decision of livestock producers is to adopt an active participation in CDM projects, where they can negotiate benefits and take the lead in such projects.

The final objective of this thesis is to provide a proposal focused on how to promote an active participation of Mexican livestock producers –and other Mexican economic agents- in the implementation of CDM projects. The aim is that such actors can benefit from their participation in the World Carbon Market.

Glosario de términos

Atmósfera: Envoltura gaseosa que rodea la Tierra. La atmósfera seca está compuesta casi enteramente de nitrógeno (en una relación de mezcla volumétrica de 78.1 %) y oxígeno (en una relación de mezcla volumétrica de 20.9 %), más una serie de oligogases como el argón (en una relación de mezcla volumétrica de 0.93%), el helio y gas es de efecto invernadero como el dióxido de carbono (en una relación de mezcla volumétrica de 0.035 %) y el ozono. Además, la atmósfera contiene vapor de agua en cantidades muy variables, pero generalmente en una relación de mezcla volumétrica de 1 %. La atmósfera también contiene nubes y aerosoles. (Glosario del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2006).

Bióxido de Carbono: Es el más importante de los gases de origen antropogénico, alcanza concentraciones atmosféricas de 0.04%, provenientes fundamentalmente de la combustión de combustibles fósiles y en cierta forma de la quema de bosques. (Sepúlveda, 1997).

Bonos de Carbono: Son las reducciones de emisiones certificadas internacionalmente que serían los títulos intercambiados en las transacciones que ocurran dentro de este mercado internacional (Acquatella, 2001).

Cambio Climático: Es una modificación del clima atribuida, directamente o indirectamente, a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante un periodo de tiempo comparable. Modificación cuya repercusión sustancial se concreta en la progresiva emisión y el continuado aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera, que podría dar origen a una alteración irreversible del equilibrio climático y a un posible incremento de las temperaturas medias del planeta (Pernas, 2002).

Calentamiento Global: Es la forma en que la temperatura de la tierra se incrementa, en parte debido a las emisiones de gases asociada con la actividad humana (Definición de la Oficina de Implementación Conjunta y Mecanismos de Desarrollo Limpio de Honduras, 2005).

Combustibles Fósiles: Son los combustibles basados en carbono, como petróleo, carbón y gas natural (Definición de la Oficina de Implementación Conjunta y Mecanismos de Desarrollo Limpio de Honduras, 2005).

Efecto Invernadero: Es el proceso mediante el cual ciertos gases presentes en la atmósfera absorben radiación infrarroja proveniente del sol produciendo el calentamiento atmosférico (Sepúlveda, 1997).

Emisiones: En el contexto del cambio climático, se entiende por emisiones la liberación de gases de efecto invernadero y / o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, en una zona y un período de tiempo específico (Glosario del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2006).

Emisiones Antropogénicas: Emisiones de gases de efecto invernadero, de precursores de gases de efecto invernadero, y aerosoles asociados con actividades humanas. Entre estas actividades se incluye la combustión de combustibles fósiles para la producción de energía, la deforestación y los cambios en el uso de la tierra, que tienen como resultado un incremento neto de emisiones (Glosario del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2006).

Gases de Efecto Invernadero: Son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos (generados por el hombre) que absorben y remiten radiación infrarroja proveniente del sol (Definición de la Oficina de Implementación Conjunta y Mecanismos de Desarrollo Limpio de Honduras, 2005). Los principales son causados por el hombre y son: el Vapor de Agua (H₂O), el Bióxido de Carbono (CO₂), el Metano (CH₄), el Óxido Nítrico (N₂O), los Clorofluorocarbonos (CFC11, 12 y 13), los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC), otros Hidrocarburos y los Halones (Sepúlveda, 1997).

Mitigación: Intervención humana destinada a reducir las fuentes o intensificar los sumideros de gases de efecto invernadero (Glosario del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2006).

Mecanismos de Flexibilidad: Mecanismos económicos basados en principios de mercado que las Partes en el Protocolo de Kyoto pueden utilizar en un intento por atenuar los impactos económicos potenciales de los requisitos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Glosario del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2006).

Los mecanismos de flexibilidad en el marco del Protocolo de Kyoto comprenden el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el Comercio de Emisiones (CE) y la Implementación Conjunta (IC). Estos mecanismos buscan explorar las oportunidades de reducir los costos de mitigar las emisiones de gases invernadero permitiendo que estas reducciones ocurran en aquellas naciones donde el costo marginal por tonelada de emisiones reducidas sea menor. Entre los mecanismos de flexibilidad, sólo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) permite la participación de países en vías de desarrollo en acciones de mitigación de emisiones (países no-Anexo B que no ha asumido compromisos bajo la convención) (Acquatella, 2001).

Metano: Hidrocarburo que es un gas de efecto invernadero, producido por la descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de residuos en vertederos, digestión animal, descomposición de residuos animales, producción y distribución de gas natural y petróleo, producción de carbón, y combustión incompleta de combustibles fósiles (Glosario del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, 2006). El metano tiene un periodo de vida de 10 años en la atmósfera (Sepúlveda, 1997).

Oxido Nitroso: Es un gas biogénico que desprenden las deforestaciones, quemaduras de biomasa, fertilizantes nitrogenados y los combustibles fósiles al arder (Andrasko, 2001).

Países Anexo I: Son los países desarrollados y aquellos con economías en transición (a economías de mercado). Estos países adquirieron el compromiso de reducir sus emisiones de gases invernadero para el año 2000 al nivel que tenían en 1990. (Martínez, 1998)

Países Anexo II: Son los países del Anexo I que deberán prestar ayuda económica y tecnológica a las Partes de la Convención con menores recursos para frenar los impactos del cambio climático (Martínez, 1998).

Países no- Anexo I: Son un grupo constituido por países en vías de desarrollo (como México) y que por lo tanto no pertenecen a ninguno de los anexos arriba mencionados. Sus compromisos se reducen a publicar periódicamente inventarios, realizar programas nacionales de mitigación y adaptación (Martínez, 1998).

Vapor de Agua: Es el gas de efecto invernadero que más influye porque su concentración es cercana al 1%, pero sus concentraciones están determinadas por el equilibrio natural entre la evaporación y la precipitación poco influye el hombre en ello (Sepúlveda, 1997).

Introducción

El problema ambiental del cambio climático ha puesto de manifiesto la necesidad de llevar a cabo una serie de acciones con la finalidad de abatirlo. Dichas medidas han provocado el surgimiento del mercado internacional de carbono dentro del cual existen importantes oportunidades de negocio para diversos países que tienen una ventaja comparativa en la exportación de bonos de carbono, entre estos México.

Los Mecanismos Flexibles del Protocolo de Kyoto tienen como objetivo esencial facilitar el cumplimiento de reducciones de gases de efecto invernadero por parte de los países Anexo I (países desarrollados). Entre estos Mecanismos Flexibles se encuentran los Proyectos Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), que se pueden implementar en países no Anexo I (subdesarrollados) en donde puede ser más económica la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, generando a su vez desarrollo sustentable en los países donde se llevan a cabo los proyectos.

El nivel de beneficios derivados del mercado internacional del carbono que puedan obtener países subdesarrollados dependerá de una serie de elementos encaminados a fortalecer el aprovechamiento de estos proyectos MDL.

Por lo anteriormente expuesto, el planteamiento del problema de la presente investigación se centra en la falta de aprovechamiento por parte de México de los beneficios derivados de proyectos MDL específicamente en el sector pecuario, ya que la participación pasiva que han tenido los productores pecuarios en la implementación de dichos proyectos les ha otorgado pocos beneficios, y para el país ha significado la pérdida de importantes divisas. Por lo que la hipótesis central de la que parte este trabajo es la siguiente: *La participación activa de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL para acceder al comercio internacional de bonos de carbono les permite mayores capitales que una participación pasiva.*

El objetivo general que se persigue en este trabajo es plantear una propuesta de solución que incentive la participación activa de los productores pecuarios mexicanos en la implementación de proyectos MDL vinculados al comercio internacional de bonos de carbono.

Para cumplir con este objetivo, se analizan dos casos de estudio de productores pecuarios que han adoptado una participación pasiva en la implementación de proyectos MDL, los cuales fueron llevados a cabo por empresas extranjeras.

De esta forma la tesis inicia con un primer capítulo que plantea el marco contextual de la investigación partiendo del problema ambiental del cambio climático y ligandolo al comercio internacional de bonos de carbono. El segundo capítulo de la investigación desarrolla el marco teórico en el cual se exponen las teorías utilizadas para la argumentación de esta tesis, el tercer capítulo se refiere a el método de investigación y diseño, en este capítulo se explican los instrumentos utilizados para analizar los datos recabados que permitieran cumplir con los objetivos de la investigación, en el cuarto capítulo se lleva a cabo el análisis e interpretación de los resultados, para continuar con el quinto capítulo en el cual se plantea la propuesta, que se refiere a los componentes que deberían incluirse en una política pública integral que incentive una participación activa de los productores pecuarios mexicanos en proyectos MDL, para finalizar la investigación se plantean las conclusiones y recomendaciones a futuras investigaciones.

Fundamentos de la Investigación

Planteamiento del Problema

a) Situación problemática

En México, han sido empresas transnacionales las que han implementado activamente los proyectos MDL en el sector pecuario. La participación pasiva de los productores vinculados a estos proyectos les ha generado incrementos en su capital natural (beneficios ambientales por un manejo higiénico del estiércol de sus animales). Sin embargo, existe un costo de oportunidad con relación a posibles incrementos en otros capitales:

1. Los productores han obtenido incrementos mínimos ó nulos en su capital financiero. En una participación activa, los productores podrían obtener ingresos substanciales por la venta de bonos de carbono y electricidad.
2. Los productores no han obtenido incrementos en su capital humano. En una participación activa los productores podrían obtener conocimientos empresariales adicionales al incursionar en un nuevo agronegocio. Asimismo, los productores podrían tener la experiencia de incursionar en el comercio internacional (en muchos casos por vez primera).
3. Los productores no han obtenido incrementos en su capital físico. La infraestructura y equipo utilizados en los proyectos MDL le pertenecen a las empresas extranjeras que implementan dichos proyectos cuando los productores adoptan una participación pasiva.

En una participación pasiva, los productores permiten que algún actor externo implemente el proyecto MDL, sin negociar una distribución equitativa de ingresos con dicho actor. Así, la empresa que implementa el proyecto MDL obtiene todos, ó casi todos los beneficios financieros de dicho proyecto.

En una participación activa, los productores pecuarios i) contratan a alguna empresa para que les ayude a implementar el proyecto MDL, ó ii) se asocian con alguna empresa para implementar dicho proyecto. En el primer caso, los productores obtienen los beneficios financieros derivados de dicho proyecto.

En el segundo caso, los productores negocian una distribución equitativa de los beneficios financieros del proyecto con la empresa con la cual se asocian. En la participación activa los productores pueden obtener incrementos en otros capitales (humano, social, físico) además del incremento en su capital financiero.

El problema de investigación se desarrolla bajo el siguiente contexto:

a) La oferta mundial de bonos de carbono está siendo rebasada por la demanda de dichos *commodities* ambientales, por lo que existe incertidumbre de que los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto puedan cumplir con sus metas de reducciones de emisiones de GEI dentro del primer período de compromiso de dicho Protocolo (2008-2012). Debido a lo anterior, existe una presión alcista en el precio internacional de los bonos de carbono, lo que hace aun más atractiva la oportunidad de negocio que presenta el comercio mundial de reducciones de emisiones de GEI.

b) Los proyectos MDL tienen la doble finalidad de proveer reducciones de emisiones a los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto (compradores), y promover el desarrollo sustentable de las naciones no pertenecientes al Anexo I que los implementan (vendedores).

c) Las oportunidades de negocio que presenta el mercado mundial de carbono no han sido difundidas lo suficiente en México. Debido a lo anterior, diversos sectores en donde podrían implementarse proyectos MDL no están al tanto de las ganancias que podrían obtener por las ventas de bonos de carbono.

d) El sector pecuario puede implementar proyectos MDL de manejo de desechos animales. Actualmente, las empresas transnacionales AgCert y Ecosecurities son las que están obteniendo los mayores beneficios económicos por la implementación de proyectos pecuarios MDL en México. Sin embargo, los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) están pensados para generar ingresos en países en vías de desarrollo por medio de la venta de bonos de carbono a los países industrializados (Anexo I) del Protocolo de Kyoto. En este sentido, la coyuntura favorable que ofrece el comercio internacional de bonos de carbono no está siendo aprovechada por los productores pecuarios nacionales.

b) Problema

De acuerdo a Fred Kerlinger (2005), el Problema de investigación debe seguir tres criterios: el primero es que debe expresar una relación entre dos o más variables, el segundo es que debe formularse de forma clara y sin ambigüedades, y el tercero es que implique la posibilidad de ser sometido a una prueba empírica (Kerlinger, 2005). Por lo tanto el problema de investigación que se plantea en esta tesis es el siguiente:

La falta de una participación activa en la implementación de un proyecto MDL, para acceder al comercio internacional de bonos de carbono, está privando a los productores pecuarios de México de una oportunidad de negocio con potencial para incrementar algunos de sus capitales (financiero, humano, natural, social).

Objetivos

Los objetivos son los propósitos por los cuales se lleva a cabo la investigación y pueden clasificarse en Objetivos Generales y Objetivos Específicos. El Objetivo General consiste en formular lo que se pretende conocer, buscar y realizar en la investigación. Los Objetivos Específicos son originados por el Objetivo General y son las acciones concretas que el investigador va a realizar para alcanzar el logro de dichos objetivos (Tamayo, 1995). De lo anterior, se desprenden los siguientes objetivos de la investigación.

Objetivo General

Plantear una propuesta de solución que incentive la participación activa de los productores pecuarios mexicanos en la implementación de proyectos MDL vinculados al comercio internacional de bonos de carbono.

Objetivos Específicos

a) Demostrar que una participación activa en la implementación de proyectos MDL puede incrementar más el beneficio de los productos pecuarios con relación a una participación pasiva.

b) Identificar los factores que pueden explicar la adopción de una participación pasiva por parte de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL.

c) Demostrar que México tiene una ventaja comparativa en la implementación de proyectos MDL.

Preguntas de Investigación

a) ¿Cuál tipo de participación (activa vs pasiva) de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL tiene un mayor impacto en sus beneficios?

b) ¿Tiene México una ventaja comparativa en la implementación de proyectos MDL?

c) ¿Cómo podría incentivarse a los productores pecuarios mexicanos –y otros agentes económicos mexicanos- a que adopten una participación activa en la implementación de proyectos MDL?

Hipótesis

La hipótesis es una explicación tentativa del fenómeno a investigar que se formula como una proposición, e involucra a dos o más variables (Kerlinger 2005), por tanto, la hipótesis de la investigación es la siguiente:

La participación activa de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL para acceder al comercio internacional de bonos de carbono les permite mayores capitales (financiero, natural, físico, humano y social) que una participación pasiva.

Variables

Dentro de la hipótesis como mencionamos se relacionan dos variables, la variable independiente y la variable dependiente. Las variables independientes son consideradas como las causas posibles del fenómeno que se estudia. Las variables dependientes son los efectos (Rojas, 1997). En suma, la variable dependiente es hacia la que se hace la predicción mientras que la variable independiente es aquella a partir de la cual se predice (Kerlinger, 2005). Por tanto, las variables que se desprenden de la hipótesis de esta tesis son las siguientes:

1) Variable Independiente: Participación activa de los productores pecuarios en la implementación de proyectos pecuarios MDL.

2) Variable Dependiente: Incremento en los capitales (capital financiero, capital natural, capital físico, capital humano, capital social) de los productores pecuarios.

Justificación

El desafío internacional que representa el cambio climático global para la sociedad internacional, ha abierto un abanico de posibilidades para abatir los variados efectos que está ocasionando este problema ambiental en el mundo. A raíz del Protocolo de Kyoto surgen los llamados “mecanismos flexibles” con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos mecanismos conforman el mercado mundial de carbono, el cual ofrece una gran oportunidad de negocio a países en vías de desarrollo o a través de la implementación de proyectos Mecanismos para el Desarrollo Limpio (MDL).

Los proyectos MDL pueden implementarse en diversos sectores, siendo el sector bovino lechero uno de ellos. En nuestro país se están llevando a cabo este tipo de proyectos principalmente en el sector porcino, pero los mayores beneficios por la implementación de estos proyectos los están obteniendo las empresas trasnacionales AgCert y EcoSecurities aprovechando el desconocimiento de los productores de nuestro país de la oportunidad de negocio que representa el comercio internacional de los bonos de carbono.

El sector porcino está siendo rápidamente cooptado por la empresa extranjera AgCert en relación a la implementación de proyectos MDL, por lo que es importante tomar conciencia de este problema antes de que esto abarque en su mayoría otros sectores. Es importante conocer el potencial económico que tendría la venta de estos servicios ambientales, para generar conciencia de la oportunidad de mercado que se está perdiendo en nuestro país por no participar directamente en el comercio internacional de bonos de carbono.

De acuerdo al Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR), se estima que México tiene un potencial de reducciones de emisiones de 100 millones de tCO₂ por año. Se estima que el sector pecuario (considerando sólo granjas porcícolas y establos lecheros) puede aportar el 15 % del potencial nacional en reducciones de emisiones, es decir, 15 millones de toneladas por año. Actualmente se está reduciendo 2, 507,942 tCO₂ por año en proyectos MDL implementados en el sector pecuario. En este sentido, se está aprovechando menos del 20 % del potencial de reducción de emisiones en dicho sector.

Se encuentran registrados ante SEMARNAT 142 proyectos MDL en el sector pecuario (88 implementados en granjas porcícolas y 53 en establos lecheros). Tan sólo 3 proyectos MDL han sido registrados por productores mexicanos. El resto de dichos proyectos pertenecen a empresas extranjeras (108 a la empresa estadounidense-irlandesa AgCert y 31 a la empresa británica EcoSecurities). Así únicamente tres grupos de productores pecuarios han tenido una participación activa en la implementación de 142 proyectos MDL, el resto han mantenido una participación pasiva dejando que empresas extranjeras aprovechen el negocio del comercio internacional de bonos de carbono.

El precio internacional de los bonos de carbono (tCO₂) supera los 20 euros (22.28 euros por tCO₂ el 20 de Enero de 2008). Así, las ganancias anuales por la venta de bonos de carbono en proyectos MDL pecuarios se aproximan a los 1,000 millones de pesos. Dichas ganancias las están obteniendo casi por completo las empresas extranjeras que han implementado los proyectos MDL en México.

La postura de esta investigación es que debe implementarse una estrategia integral de política pública para fomentar que los productores pecuarios nacionales aprovechen la oportunidad de negocio que ofrece el comercio internacional de bonos de carbono.

Método

En método por medio del cual se llevó a cabo la investigación es el comúnmente utilizado en las ciencias sociales propuesto por Hernández, Sampieri (2005). De manera general los siguientes pasos del método científico fueron los que de forma sistemática se llevaron a cabo en la investigación: La investigación se inició con la observación de un fenómeno y el planteamiento de un problema, posteriormente con la recolección de datos e información obtenida de diversas fuentes (libros, revistas, periódicos, páginas por internet, entrevistas, etc), lo que hizo más fácil el acercamiento al objeto de estudio y el planteamiento de hipótesis y objetivos. Se elaboró con la información obtenida el marco contextual y el marco teórico de la investigación que permitió darle mayor soporte a la investigación, posteriormente se describieron las herramientas de investigación utilizadas para con ello realizar la investigación de campo, posteriormente se analizaron los datos obtenidos, para finalizar con una propuesta de solución al problema planteado y llegar a las conclusiones.

Capítulo 1. Marco Contextual

1.1 La Naturaleza del fenómeno ambiental del Cambio Climático

1.1.1 El cambio climático y su relación con el efecto invernadero

Actualmente, podemos afirmar que el clima en la tierra está cambiando, dado que existe evidencia científica que confirma las variaciones climáticas en la tierra. A partir de los años ochenta, pero sobretodo en la década de los noventa, comienzan a proliferar estudios científicos que señalan que la temperatura global del planeta se está elevando a una tasa preocupante. El tercer informe de evaluación llevado a cabo en el seno de las Naciones Unidas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC) estima una elevación de la temperatura media mundial de la superficie terrestre en torno a 0.6 grados centígrados y según las evaluaciones de los más recientes modelos climáticos, se prevé que la tendencia al alza se prolongue (PICC, 2001). Así, los pronósticos apuntan un incremento en la temperatura global del planeta para el 2100 que oscilará entre 1.4 y 5.8 grados centígrados respecto a 1990. Ésta tasa de modificación de la temperatura terrestre es posiblemente la más alta desde el fin de la era glacial (UNFCCC Climate Change Secretariat, 2002).

El Cambio Climático es generado por el calentamiento global del planeta, el cual es causado por el fenómeno natural del efecto invernadero, éste se ocasiona debido a que ciertos gases en la atmósfera permiten que la mayor parte de la radiación solar incidente penetre hasta la superficie del planeta, mientras impide que la totalidad de la energía infrarroja emitida por nuestro planeta regrese al espacio exterior. Cuando mayor es la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI), menor es la cantidad de radiación infrarroja que la tierra emite libremente de vuelta al espacio (Ordoñez, 1999). Los gases de efecto invernadero se comportan ante la radiación solar como el vidrio de un invernadero que deja pasar el calor hacia el interior pero no hacia su exterior, consecuencia de ello es que se produce un calentamiento de la tierra y de la capa de la atmósfera.

A pesar de que el efecto invernadero es considerado uno de los mayores riesgos existentes para el futuro del medio ambiente en todo el mundo, se trata de un fenómeno natural imprescindible para la vida, sin el cual la temperatura de la superficie del planeta disminuiría de manera significativa. El problema surge cuando la acción del hombre agudiza su impacto intensificándolo, provocando un aumento anormal de la temperatura global del planeta.

Figura 1. El Efecto Invernadero



Fuente: Tudela (2004)

Tabla 1. Gases de Efecto Invernadero

GEI	Fuentes	Potencial de calentamiento
Bióxido de carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados del petróleo y gas), producción de cemento, cambio de uso de suelo.	1
Metano (CH ₄)	Descomposición anaeróbica (cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol), minas y pozos petroleros.	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	Producción de fertilizantes, quema de combustibles fósiles (motores)	310
Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes.	140-11,700
Perfluorocarbonos (PFCs)	Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes.	6,500-9,200
Hexafloruro de azufre (SF ₆)	Emitidos en procesos de manufactura donde se usa como fluido dieléctrico.	23,900

Fuente: United Nations Framework Convention on Climate Change, 2003.

1.1.2. La influencia humana como causa del calentamiento global

La idea de que la temperatura global está aumentando es unánime entre los científicos; y si bien las causas pueden tener múltiples orígenes, los últimos informes demuestran que la influencia humana es cada vez más evidente y puede diferenciarse de causas naturales. El calentamiento global es provocado por el incremento del efecto invernadero a raíz de una mayor emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, si bien algunos provienen de fuentes naturales, otros son exclusivamente originados por el hombre. Las actividades humanas que liberan gases de efecto invernadero a la atmósfera y que contribuyen al calentamiento global son las siguientes:

Tabla 2. Actividades que producen GEI

ACTIVIDADES	PROCESOS
Energía	Quema de combustible: Industria de energía Industria manufacturera y construcción Transporte Otros sectores Emisiones Fugitivas de combustibles: Combustibles sólidos Petróleo y gas natural
Procesos Industriales	Productos minerales Industria química Producción de metales Producción de halocarbonos Producción de hexafluoruro de azufre
Utilización de disolventes y otros productos	Agricultura: Fermentación entérica Aprovechamiento del estiércol Cultivo de arroz Suelos agrícolas Quema prescrita de sabanas Quema en el campo de residuos agrícolas
Desechos	Eliminación de desechos sólidos en la tierra Tratamiento de aguas residuales Incineración de desechos

Fuente: (Quinto y Ferreira, 2005)

Las actividades humanas son causa principal del calentamiento global, los países industrializados son los que tienen una mayor responsabilidad dado que han sido los principales emisores históricos de gases efecto invernadero a la atmósfera dado su crecimiento económico. Sin embargo, en la solución de un problema de magnitud global todos los países tienen el compromiso de revertir el calentamiento

global, ya que los impactos negativos de este fenómeno afectaran en mayor o menor medida a todos los países.

1.1.3 Los impactos negativos del cambio climático en el planeta

La evidencia científica de que el clima en la tierra está cambiando se confirma cada vez más con la serie de consecuencias negativas que este problema ambiental está originando. Si bien ya son palpables los efectos del cambio climático en la tierra se prevé a futuro una serie de catástrofes naturales de continuar las tendencias actuales de emisiones de gases de efecto invernadero.

Algunas de las consecuencias que trae consigo el problema del cambio climático, según informes del Instituto Nacional de Ecología (2005), son las siguientes:

➤ *Aumento reciente de los acontecimientos atmosféricos extremos*

Las lluvias y tormentas más intensas y las sequías prolongadas que se presentan en la actualidad son ya parte de la evidencia de que el cambio climático está sucediendo.

➤ *La disminución de la extensión del hielo y de las capas de nieve*

Otra evidencia del cambio climático es la disminución en la extensión del hielo y de la capa de nieve sobre la superficie terrestre. La temperatura promedio del ártico, en el aire que corre cerca de la superficie del suelo, ha aumentado; en los últimos treinta años la extensión de la capa de hielo que flota sobre la superficie del mar se ha reducido en un 8 % y su grosor en un 10 a 15 %.

➤ *Aumento del nivel del mar*

Una de las evidencias del cambio climático es que el nivel medio del mar en todo el mundo ha subido y el contenido de calor en los océanos ha aumentado.

➤ *Cambio en el comportamiento de algunas especies animales y vegetales*

Otra evidencia del cambio climático son las variaciones en el comportamiento y distribución sobre la tierra de algunas especies animales y vegetales.

Es importante señalar que las consecuencias relacionadas con el cambio climático son más complejas que las mencionadas anteriormente pues estas mismas pueden desencadenar efectos negativos de diversa índole económica, política y social. Si bien las consecuencias del cambio climático ya son palpables estas pueden potencializarse y traer consigo impactos negativos a mediano y largo plazo, sobre todo para los países más pobres, que según palabras de la directora Bárbara Stocking de Oxfam Britain (2007) son los más vulnerables a los efectos del calentamiento global. Países como Afganistán, Haití, así como gran parte del continente africano, están enfrentando grandes sequías, lo que ha hecho cada vez más difícil la agricultura de subsistencia (Foro Davos, 2007).

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC) en su informe especial sobre vulnerabilidad (1997), plantea todo un reporte con base científica de los impactos negativos que está ocasionando el cambio climático en la salud humana, los sistemas ecológicos y los sectores socioeconómicos (por ejemplo, hidrología y recursos hídricos, producción de alimentos y de fibras, sistemas costeros o asentamientos humanos), los cuales son vitales para un desarrollo sustentable.

Así pues el cambio climático es como señala Avalos (2004), un problema con grandes complicaciones debido a las considerables incertidumbres propias de una cuestión tan compleja, a la posibilidad de daños y costos irreversibles, a que las causas y los efectos varían extensamente entre regiones y que los resultados de acciones para mitigarlos son a muy largo plazo.

1.2 La Acción internacional frente al Cambio Climático

1.2.1 El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático

Hoy día se hace evidente que el problema ambiental más importante que enfrenta la humanidad es el cambio climático global, lograr el nivel de consenso y compromiso que actualmente se tiene sobre la magnitud de este problema ambiental y la necesidad de mitigarlo no ha sido un proceso fácil ni rápido, se ha requerido de la suma de esfuerzos por parte de organismos gubernamentales y civiles para presionar las acciones que hoy se han logrado a nivel internacional.

Uno de los primeros organismos gubernamentales que realizó estudios sobre este problema ambiental fue la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que desde 1951 inició investigaciones sobre la influencia que tiene el bióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera.

Sin embargo, hasta principios de los años setenta, este tema cobró importancia en la sociedad internacional, cuando fue evidente el aumento de CO₂ en la atmósfera. En 1979 se llevó a cabo la primera Conferencia Mundial del Clima, con objeto de revisar los conocimientos existentes sobre el cambio y la variabilidad climática debido a causas naturales y antropogénicas (Avalos, 2004).

La serie de desastres naturales como sequías, inundaciones, huracanes, ciclones y tifones, así como las altas temperaturas globales registradas, dieron mayor relevancia al problema del cambio climático, a tal punto que a la década de 1980 se le conoce como la “década del invernadero” (Figueres, C y Gowan, M. 2002, citado en Avalos, 2004). Por lo que el calentamiento global se convierte en tema importante de la agenda política internacional.

Debido a estas cuestiones fue necesario dar mayor información con base científica sobre el cambio climático, por lo que en 1988, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) crearon conjuntamente el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC), con la finalidad de evaluar los conocimientos disponibles sobre el sistema climático y el cambio climático, analizar los impactos ambientales, económicos y sociales del cambio climático e idear estrategias de respuesta (Martínez, 1998 A).

Avalos (2004) define al PICC como un órgano científico-técnico intergubernamental, cuyo mandato es evaluar la información científica y técnica existente sobre el clima y el cambio climático, identificar los impactos económicos y sociales del desarrollo de estrategias potenciales de respuesta a estos impactos.

El PICC está dividido en tres grupos de trabajo y un equipo especial sobre inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Los Grupos de Trabajo son los siguientes:

- i) *Grupo de trabajo I*, el grupo científico: lleva a cabo la evaluación de la información científica mundial disponible sobre cambio climático.

- ii) *Grupo de trabajo II*, el grupo de vulnerabilidad, impactos y adaptación: evalúa la vulnerabilidad de los sistemas naturales y socioeconómicos al cambio climático, y las consecuencias negativas y positivas del cambio. Asimismo, identifica los impactos a estos sistemas y propone medidas de adaptación.
- iii) *Grupo de trabajo III*, el grupo de respuesta o mitigación: evalúa opciones para limitar las emisiones de GEI o estrategias de mitigación del cambio climático.
- iv) Equipo especial sobre inventarios: establecido por el PICC en 1998, lleva a cabo el Programa sobre el Invernadero Nacional de Gases de Efecto Invernadero (<http://ipcc.ch/about/bspanish.pdf>).

Con el objetivo de proveer una opinión científica, autorizada e internacional sobre el cambio climático, el PICC produce informes de evaluación de manera periódica, sobre las causas, impactos y posibles estrategias de respuesta frente a este problema ambiental. Los Informes de Evaluación del PICC, son los documentos de mayor relevancia para la toma de decisiones de los gobiernos internacionales, y hasta el momento se han presentado los siguientes:

1) *Primer informe de evaluación*

Este primer informe se publicó en 1990, dos años después de la creación del PICC, y fue presentado en la Segunda Conferencia Mundial del Clima. El informe causó conmoción entre los responsables de políticas y el público en general, al confirmar la existencia científica del cambio climático y sus posibles impactos. El informe llevó a los gobiernos a crear el Comité Intergubernamental de Negociación y ayudó a establecer los acuerdos de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que entró en vigor en 1994.

2) *Segundo informe de evaluación*

El PICC continuó actuando como organización de apoyo, para proporcionar información científica, técnica y socioeconómica a la comunidad mundial, en especial a las Partes de la CMNUCC; y en 1995 publicó su segundo informe, en el cual de manera significativa y con material adicional hace referencia

a las implicaciones de emisiones y consecuencias regionales, proporcionando los insumos clave para la negociación de la adopción del Protocolo de Kyoto por parte de la CMNUCC en 1997.

3) Tercer informe de evaluación

El tercer informe fue publicado en el 2001, contó con la participación de 450 autores principales, más de 800 colaboradores y la revisión de alrededor de mil expertos de los países. Este informe indicó que los informes anteriores fueron conservadores en cuanto a la predicción del calentamiento global y reveló nueva evidencia científica respecto a la participación humana en el calentamiento global reciente. (Avalos, 2004)

Como señala Ana Chacón (2003), la importancia del tercer informe radica en que presenta una fuerte evidencia de que el calentamiento ocurrido durante los últimos 50 años es atribuible a actividades humanas.

4) Cuarto informe de evaluación

En febrero del 2007, el PICC entregó el IV informe de evaluación, el cual aborda tres temas principales: evidencias físicas del fenómeno, la necesidad de adaptación y las medidas de mitigación.

Con las afirmaciones científicas hechas por el PICC sobre el Calentamiento Global desde la publicación de su primer informe, la comunidad internacional reaccionó a tal punto, que decidió establecer la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con la finalidad de establecer una serie de acciones para combatir el calentamiento global.

1.2.2 La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

A raíz de las afirmaciones científicas hechas por el PICC, se decide llevar a cabo una ronda de negociaciones internacionales sobre el tema de cambio climático con la finalidad de establecer la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Dada la complejidad del tema y los intereses económicos involucrados, surgieron opiniones divergentes entre los países desarrollados y subdesarrollados en cuanto a contraer compromisos que limitaran sus emisiones de gases efecto invernadero. Los países subdesarrollados se resistían a contraer compromisos que pudieran

poner en peligro su crecimiento económico, y consideraban que el cambio climático era un problema básicamente ocasionado por los países desarrollados. Por su parte, los países desarrollados reconocían que debían cargar con la responsabilidad principal y se mostraban dispuestos a adoptar medidas para reducir sus emisiones, pero consideraban que los países subdesarrollados también tenían que adquirir ciertos compromisos.

Con base en el principio de *responsabilidades comunes pero diferenciadas*, se formaron grupos dentro de la CMNUCC, de esta forma los países desarrollados fueron agrupados en el Anexo I de la Convención que incorpora a todos los miembros de la OCDE y al nuevo grupo con economías en transición (los ex socialistas). México quedó en el grupo de países “no Anexo I”, que podía recibir los recursos nuevos y adicionales que estaban siendo negociados para promover su participación en la respuesta al problema. Los proveedores de dichos recursos quedaron incluidos en el denominado Anexo II de la Convención, los cuales eran todos aquellos miembros de la OCDE, si n extenderse la obligación a México y Corea del Sur, pues nos encontrábamos en proceso de negociaciones para el ingreso a dicha organización (De Alba, 2005).

Como señala De Alba, un factor decisivo para alentar la negociación fue el contexto que vivía el mundo con respecto a la preparación de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de Río), pues los gobiernos estaban influidos por un estado muy favorable a la protección ambiental.

Durante la Cumbre de Río se crearon dos importantes documentos: la Declaración de Río y la Agenda XXI que representaban voluntades políticas colectivas, mientras que como productos jurídicamente vinculantes se firmaron las convenciones sobre el cambio climático y sobre biodiversidad (De Alba, 2005).

La CMNUCC, se aprobó el 9 de mayo de 1992 en Nueva York y fue firmada por más de 150 países y la Comunidad Europea en la Cumbre para la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, entrando en vigor hasta el 21 de marzo de 1994. La CMNUCC, como su propio nombre lo indica, es un tratado marco cuyo propósito es poner de manifiesto la probabilidad de que el crecimiento económico esté acarreando mutaciones en el sistema climático del planeta.

En concordancia con este objetivo pretende sentar las bases de un nuevo modo de desenvolvimiento de la actividad humana que sea compatible con el de desarrollo sustentable y que no ponga en peligro la viabilidad de la vida en la tierra para las generaciones futuras (Velázquez, 2005).

La estructura de la CMNUCC no es excesivamente compleja, en la primera parte se recogen las disposiciones introductorias, esto es, las distintas definiciones que ofrece el Convenio Marco de los conceptos empleados (art.1), su objetivo principal, que se concreta en “la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático” (art. 2), y los principios que guían la actuación de los Estados Parte en la consecución de este objetivo” (art. 3)

La segunda parte constituye la clave de bóveda del Convenio Marco (art. 4, 5, 6 y 12), al explicar los compromisos de los Estados parte en relación a las acciones para la prevención y reducción de los gases de efecto invernadero y las referentes a la cooperación científica, técnica y tecnológica, información pública, y la transferencia de recursos. A tal efecto, el Convenio Marco establece una clara distinción entre los países desarrollados (listados en el anexo I) y los países en desarrollo, sobre la base del principio de las responsabilidades compartidas pero diferenciadas que explícitamente reconoce el Convenio Marco.

La tercera parte del Convenio Marco establece propiamente el entramado institucional para la ejecución de sus disposiciones (art. 7 a 11 y 21), definiendo sus cinco órganos de ejecución, que ya hemos explicado con anterioridad.

En una cuarta parte se recogen los distintos mecanismos de control que prevé el Convenio Marco para garantizar su aplicación, que esencialmente consisten en la transmisión de comunicaciones nacionales y su revisión por los órganos del Convenio (art.12 y 7), la institución de un nuevo Mecanismo Consultivo Multilateral (art. 13), y el arreglo pacífico de las controversias internacionales (art. 14).

Por último, las cláusulas finales del Convenio Marco tratan aspectos tales como la elaboración de anexos y protocolos, el procedimiento de enmienda, la ratificación y la entrada en vigor (art. 15 a 25) (Campis, 1999).

Es importante señalar los principios generales que se especifican en la Convención y que regulan las acciones de las Partes firmantes de la misma:

- El *Principio de Responsabilidades Comunes pero Diferenciadas*, que exhorta a los países desarrollados a tomar la iniciativa en la lucha contra el cambio climático, que fue el que guió la adopción de límites cuantitativos a las emisiones para estos países.
- El *Principio de Precaución*, según el cual no debería utilizarse la falta de total certidumbre como razón para posponer las medidas cuando haya amenaza de daño grave o irreversible.
- El *Principio de Cooperación entre las Partes* y el de que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático sean eficaces en función de los costos (la llamada costo-efectividad) para asegurar beneficios mundiales al menos costo posible, que son los que fundamentan los mecanismos de flexibilidad aprobados en Kyoto.
- El Principio según el cual las medidas no deben suponer un freno al crecimiento económico, sin considerar que es precisamente el tipo de crecimiento intensivo en energía el que ha provocado esta situación de aumento del efecto invernadero (Ramos, 2001).

Para llevar a cabo sus distintas funciones la Convención se compone de los siguientes órganos:

- Conferencia de las Partes (CP)

La Conferencia de las Partes es el “órgano supremo” de la Convención, es decir su máxima autoridad con capacidad de decisión. Es una asociación de los países que son Partes de la Convención. Su función principal es examinar la aplicación de la Convención y los compromisos de las Partes, así como los descubrimientos científicos y la experiencia lograda en la aplicación de las políticas relativas al cambio climático. La Conferencia de las Partes se reúne todos los años, a no ser que las Partes decidan lo contrario (<http://unfccc>).

La primera Conferencia de las Partes tuvo lugar en Alemania en marzo de 1995. En ella los delegados adoptaron el “Mandato de Berlín”; que exigía a las Partes que entablaran negociaciones para reducir las emisiones mediante objetivos cuantitativos y plazos concretos. Ello dio fruto en Japón en 1997 en la tercera Conferencia de las Partes, que agregó a la Convención el Primer acuerdo adicional, o Protocolo (Ministerio del Medio Ambiente Español, 2004).

➤ Órganos subsidiarios

La Convención estableció dos órganos subsidiarios permanentes: el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT) y el Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE). Ambos presentan asesoramiento a la Conferencia de las Partes y cada uno de ellos tiene su mandato específico. Están abiertos a la participación de todas las Partes, y los gobiernos envían con frecuencia representantes que son especialistas en los temas de sus respectivos órganos.

Como su nombre lo indica, el OSACT tiene como misión ofrecer a la CP asesoramiento sobre cuestiones científicas, tecnológicas y metodológicas. El OSACT colabora estrechamente con el IPCC, solicitando información específica o informes del mismo, y colabora también con otras organizaciones internacionales que comparten el objetivo común del desarrollo sostenible.

El OSE asesora a la CP sobre cuestiones relacionadas a la aplicación de la Convención. Una labor especialmente importante a este respecto es examinar la información contenida en las comunicaciones nacionales y los inventarios de emisión presentados por las partes, con el fin de evaluar la eficacia global de la Convención. El OSE examina la asistencia financiera otorgada a las Partes no incluidas en el anexo I para ayudarlas a aplicar los compromisos contraídos en el marco de la Convención (<http://unfccc.int>).

➤ Órganos constituidos

La Junta Ejecutiva del MDL supervisa el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) en virtud de lo dispuesto en el Protocolo de Kioto. Realiza diversas tareas relacionadas con el funcionamiento cotidiano del MDL, entre ellas la acreditación de entidades operacionales.

El Grupo Consultivo de Expertos sobre comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I fue establecido en 1999, para ayudar a mejorar el proceso de preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I, a tenor de lo dispuesto en la Convención.

El Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología, cuya función es ofrecer asesoramiento científico y técnico para promover el desarrollo y transferencia de tecnologías inocuas para el medio ambiente en el marco de la Convención.

El Grupo de Expertos de los Países Menos Adelantados es ofrecer asesoramiento a los países menos adelantados para la preparación y aplicación de los programas nacionales de adaptación (<http://unfccc.int>).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, fue sin duda un paso esencial para lograr una mayor conciencia internacional sobre el problema del cambio climático y la búsqueda de compromisos concretos respecto a la reducción de emisiones de gases invernadero a la atmósfera.

Como señala Anderson (2000), la Convención, en su calidad de tratado marco, se diseñó para servir de punto de partida a un proceso de deliberación y de negociación diplomática que condujera con el tiempo a adoptar planes de acción concretos, por lo que es a partir de esta Convención que surge el protocolo de Kyoto el cual plantea una serie de mecanismos para reducir las emisiones de gases efecto invernadero.

1.2.3 Naturaleza y alcances del Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto emanó de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y fue adoptado en 1997. Según el jurista Velázquez Elizarrarás (2005), este acuerdo internacional se define como un Protocolo basado en una convención, y representa un acuerdo formalizado con obligaciones de fondo y específicas, que instrumenta los objetivos generales de una convención marco previa o más amplia. Los acuerdos plasmados en el instrumento se incorporan por su conducto o por vía de un anexo, para formar parte integrante y complementaria del tratado de origen o acuerdo matriz,

junto con las obligaciones fundamentales específicas y de conformidad con los artículos convenidos en el propio tratado básico. Este tipo de celebración jurídica asegura una elaboración más sencilla y acelerada de un tratado y se usa específicamente en el campo del derecho ambiental internacional.

El Protocolo según el derecho internacional es equivalente a un convenio o tratado, ya sea bilateral o multilateral. Este tiene la misma naturaleza y características jurídicas que un tratado. Por lo que el Protocolo de Kyoto se constituyó como el primer tratado internacional en materia de cambio climático que incorporar objetivos cuantificados y determinar plazos para su consecución.

El objetivo central del Protocolo de Kyoto se encuentra enunciado en el Art. 3, en el cual se establece un primer período de compromisos para los países Anexo I (industrializados) comprendido entre los años 2008 y 2012, que busca reducciones de gases de efecto invernadero en un 5 % como mínimo respecto al nivel registrado en 1990 (Naciones Unidas, 1998). Es decir, que los únicos países que adquieren compromisos son los países industrializados, prácticamente todos los de la OCDE y también los países del Este europeo de economías en transición, por lo que los países en vías de desarrollo no asumen objetivos cuantificados de recortar sus emisiones, aunque se prevé que se vayan incorporando a los compromisos progresivamente.

La entrada en vigor del Protocolo de Kyoto no fue tarea sencilla, tras el retiro del mayor emisor mundial de GEI a la atmósfera (Estados Unidos) en el 2001, se generaron dudas sobre la eficacia del mismo, y las posibilidades de entrar en vigor. Si bien, ya lo habían ratificado 126 países, incluida toda la Unión Europea, el acuerdo no podía entrar en vigor por los propios requisitos internos exigidos, que pedían la firma de al menos 55 países y entre ellos suficientes países desarrollados cuyas emisiones sumarán por lo menos el 55% del total de dichos países en 1990. La ratificación por parte de Rusia hace que el acuerdo tenga validez legal y pueda entrar en operación el 16 de Febrero del 2005 (<http://www.belt.es/noticias/2004/octubre/29/rusia.htm>).

La entrada en vigor del Protocolo de Kyoto significaba básicamente cuatro alcances importantes:

- Treinta países industrializados quedaban obligados jurídicamente a cumplir con objetivos cuantificables para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.

- El mercado internacional de carbono pasaría a ser una realidad jurídica y práctica.
- El Mecanismo para un desarrollo limpio (MLD) pasaría de una fase inicial a la plena operatividad.
- El Fondo para la Adaptación del Protocolo establecido en el 2001, comenzaría a prepararse para ayudar a los países en desarrollo a hacer frente a los efectos negativos del cambio climático (CMNUCC, Comunicado 2004)

La entrada en vigor del Protocolo de Kyoto implicó un gran avance en materia ambiental a nivel mundial, sin embargo, el logro de este primer periodo de compromisos por parte de los países industrializados aún está por evaluarse. Las metas de reducciones de emisiones de GEI, amerita una serie de cambios en la forma en que hasta el momento se ha dado el crecimiento económico, lo que tiende a afectar sus intereses económicos. Con la finalidad de reducir esos costos económicos y asegurar el cumplimiento de las metas establecidas en el Protocolo, se establecieron los Mecanismos de Flexibilidad.

1.3 Los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto

1.3.1 El comercio de derechos de emisión de gases efecto invernadero

La entrada en vigor del Protocolo de Kyoto puso en marcha el mercado mundial de carbono. Los bonos de carbono o certificados que avalan reducciones de gases de efecto invernadero comenzarían a comercializarse a nivel internacional, surgiendo así un nuevo rubro exportador: bonos de carbono (derechos de emisión de gases efecto invernadero).

El Protocolo de Kyoto con la finalidad de facilitar el cumplimiento de reducciones de GEI para los países industrializados (Anexo I), establece los mecanismos flexibles, en donde los países Anexo I pueden instrumentar medidas de reducción de emisiones incluso en países subdesarrollados, para lograr reducciones de la manera más eficiente en relación a los costos, a través del mercado.

Estos mecanismos incluyen: el comercio de derechos de emisión, la implementación conjunta y los mecanismos de desarrollo limpio, los dos últimos se refieren a la creación de proyectos en varios sectores buscando reducir gases de efecto invernadero.

El Comercio de Derechos de Emisión (ET: Emission Trading), es un instrumento que posibilita que un país que emite menos de lo que le está permitido, venda la parte de su cuota de emisión no usada a un segundo país de forma que éste pueda emitir la suma de su cuota original más la comprada al primero (Vela, 2005). Este mecanismo es sólo para países que forman parte del Anexo I y que por tanto, tiene compromisos vinculantes en el Protocolo de Kyoto. Es decir, el comercio de emisiones se lleva a cabo sólo entre países industrializados.

Es importante señalar que el artículo 17 del Protocolo de Kyoto menciona que toda operación de este tipo será suplementaria a las medidas nacionales que se adopten para cumplir los compromisos cuantitativos de limitación y reducción de emisiones.

1.3.2. Proyectos de aplicación conjunta y mecanismos de desarrollo limpio

Dentro de los Mecanismos Flexibles del Protocolo de Kyoto también encontramos los proyectos de implementación conjunta y los mecanismos de desarrollo limpio, ambos tienen que ver con la implementación de proyectos que reduzcan emisiones de GEI a la atmósfera.

El Mecanismo de Implementación Conjunta (JI: Joint Implementation), permite que los países industrializados (Anexo I) que son parte de la Convención puedan contribuir en la financiación de proyectos orientados a reducir emisiones netas de Gases Efecto Invernadero en otro país industrializado del Anexo I. A cambio, el país que financia el proyecto recibe un crédito por el valor de ese bióxido de carbono (CO₂) no emitido a la atmósfera (medido en toneladas de CO₂ equivalente, pues el proyecto puede incluir otros gases de efecto invernadero aparte del CO₂). Estas son las llamadas Unidades de Reducción de Emisiones. Este tipo de proyectos incluyen tanto los de reducción de emisiones (fuentes) como los de absorción de emisiones (mejora de sumideros como lo son los bosques) En la práctica implica un intercambio de “reducciones de emisiones” entre países desarrollados y países del Este de Europa que en el lenguaje de la CMNUCC se conocen como países en vías de transición a la economía de mercado” (Ramos, 2001). Este mecanismo también tiene que ser suplementario a las acciones domésticas para reducir emisiones.

Los proyectos Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), tienen el mismo objetivo que los proyectos de Implementación Conjunta sólo que estos se pueden realizar entre países industrializados (Anexo I) y los países subdesarrollados (no Anexo I). Este tipo de proyectos tienen la finalidad de generar un

desarrollo sustentable en los países subdesarrollados donde se implementan a la vez que ayudan a cumplir con sus compromisos a los países del Anexo I del Protocolo de Kioto (PNUMA, 2001).

Las condiciones fundamentales de elegibilidad de los Proyectos MDL son en primer lugar que las reducciones de las emisiones de GEI sean reales y mesurables en un país en desarrollo; en segundo lugar, que las reducciones sean adicionales a aquellas reducciones que pudieran ocurrir en ausencia de la actividad del proyecto; y en tercer lugar, que contribuya al desarrollo sustentable en el país en donde se implemente, algunos criterios son:

- Criterios sociales: que el proyecto mejore la calidad de vida, disminuya la pobreza y aumente la equidad.
- Criterios económicos: el proyecto proporciona réditos a las entidades locales, resulte en un impacto positivo sobre la balanza de pagos y genere transferencia de tecnología.
- Criterios ambientales: además de reducir las emisiones de GEI y la utilización de combustible fósil, preservar los recursos locales, reducir la presión sobre los ambientes locales, procurar salud y otros beneficios ambientales, así como generar políticas ambientales y energéticas (Corporación para la Promoción del Mecanismo para el Desarrollo Limpio, 2005).

La Fundación para el Desarrollo Sustentable (2006), clasifica los proyectos MDL en tres modelos diferentes:

El *modelo bilateral*: Este modelo permite que uno o más países del Anexo I inviertan como participantes directos en la implementación de un proyecto MDL. En esta estructura, el modelo, la selección del proyecto, la financiación y el beneficio de los créditos es consensuado entre las partes. Desde la perspectiva de los países desarrollados, la formulación bilateral impone costos de transacción más altos que las demás opciones de cumplimiento. Ellos deben buscar el socio dentro de los países en vías de desarrollo, estudiar y negociar su participación en un proyecto, desarrollar los compromisos contractuales, asumir los costos legales y administrar el proyecto conjuntamente.

El *modelo Multilateral*: Este tipo de modelo, es análogo a lo que puede ser un fondo mutual de proyectos MDL. Los recursos financieros de los países Anexo I están centralizados en un fondo de inversión y son intercambiados por los de los países no Anexo I mediante el intercambio de bonos de

carbono (certificados de reducciones de emisión). El Fondo en cuestión puede proveer asesoría financiera, servicios técnicos para el diseño de proyectos. Una vez que las reducciones de emisiones derivadas de los proyectos son certificadas, los créditos pueden venderse a través de un mercado centralizado a los inversionistas. El fondo maneja su propio sistema de administración y selecciona los proyectos a financiar consistentemente con los principios del MDL.

El *modelo Unilateral*: este modelo es el único que plantea la ausencia de países que integren el Anexo I. La financiación, la implementación y desarrollo del proyecto corre por cuenta del país huésped. Como todo proyecto MDL es necesario que exista una parte que apruebe el diseño, la línea base y que emita los certificados de reducciones de emisiones.

Una vez que estos son certificados, el país huésped puede vender todo o parte de los bonos de carbono a las corporaciones o gobiernos del Anexo I. El precio puede ser negociado por el comprador y el vendedor o comercializados por una tercera parte bajo la supervisión del Comité Ejecutivo del MDL.

Según, la Cámara Internacional de Comercio (2006), los proyectos MDL pueden implementarse en 15 sectores:

1. Fuentes de energía
2. Distribución de energía
3. Demanda de energía
4. Industria manufacturera
5. Industria química
6. Construcción
7. Transporte
8. Minería / Producción mineral
9. Producción de metales
10. Emisiones fugitivas de combustible (sólido, petróleo, gas)
11. Emisiones fugitivas de la producción de halocarbonos y hexafluoruro sulfúrico.
12. Uso de solventes
13. Manejo de desechos orgánicos
14. Reforestación
15. Agricultura

En los proyectos MDL intervienen varios organismos y personas tanto para la autorización y ejecución del proyecto como para la expedición de los bonos de carbono por las reducciones certificadas de emisiones. Las principales autoridades según la Organización Latinoamericana de Energía, (2005) son las siguientes:

- La Conferencia de las Partes
- La Junta Ejecutiva del MDL
- La entidad operacional designada
- Los países inversores y receptores de la inversión
- Las autoridades nacionales para el MDL

De manera resumida, se abordará la actuación de cada una de las autoridades y participantes de los Proyectos MDL según Quinto y Ferreira (2005):

A) La Conferencia de las Partes:

En su calidad de reunión de las partes del Protocolo de Kyoto, tiene autoridad sobre el MDL. Impartirá orientaciones especialmente a la Junta Ejecutiva respecto a la aprobación de metodologías y procedimientos y la designación de las entidades operacionales independientes que ésta acredite, así como sus normas de desarrollo para su acreditación. Además examina los informes anuales de la Junta Ejecutiva, examina e imparte orientación respecto a la distribución regional y subregional del ámbito de actuación de las entidades operacionales designada regional y subregional del ámbito de actuación de las entidades operacionales designadas y su acreditación, desarrollando además la prestación de la asistencia necesaria a fin de conseguir fondos para las actividades de proyectos MDL.

B) La Junta Ejecutiva

Es el órgano creado en el Protocolo de Kyoto, que supervisa el funcionamiento del mecanismo, rindiendo sus informes a la Conferencia de las Partes. Dentro de sus principales funciones están:

- Recomendar a la Reunión de las partes del Protocolo las nuevas modalidades y procedimientos del MDL, cuando sea procedente.

- Elaborar las recomendaciones a la Reunión de las partes en cuanto a modificaciones de su propio reglamento.
- Informar de sus actividades anualmente en cada periodo de sesiones de la Reunión de las Partes.
- Aprobar nuevas metodologías respecto a las líneas bases aprobadas, los planes de vigilancia y los ámbitos de los proyectos, incluidos los de pequeña escala.
- Realizar la acreditación de las entidades operacionales y las recomendaciones para su designación por parte de la Reunión de las Partes, incluyendo los temas de su renovación, suspensión y revocación, como la aplicación práctica de las normas y procedimientos para la acreditación y su modificación cuando sea procedente
- Informar a la Reunión de las partes sobre la distribución regional de las actividades de proyectos en aras de identificar los obstáculos sistémicos o sistémicos a su distribución equitativa.
- Tener a disposición del público información relacionada con el desarrollo de las actividades de proyectos, las metodologías y procedimientos aprobados, informes de verificación, reducciones certificadas de emisiones expedidas y las entidades operacionales designadas.
- Llevar a cabo el registro del MDL.

La Junta Ejecutiva está integrada por diez miembros procedentes de partes que hayan ratificado el Protocolo de Kyoto, distribuidos así: un miembro de cada uno de los cinco grupos regionales de las Naciones Unidas, otros dos procedentes de las partes del Anexo I de la Convención Marco, otros dos de las partes no Anexo I y uno en representación de los pequeños estados insulares en desarrollo, propuestos por cada grupo a representar y elegidos por la Reunión de las partes del Protocolo de Kyoto, para un período de dos años, renovado por un mandato más consecutivo. Deberán poseer conocimientos apropiados y se remunerarán con cargo al presupuesto de la Junta Ejecutiva.

C) Las entidades operacionales designadas

Son acreditadas por la Junta Ejecutiva y cumplen la función de valorar los proyectos y verificar y certificar las reducciones de emisiones o los niveles de absorción de carbonos por los sumideros. Son responsables ante la Reunión de las partes por conducto de la Junta ejecutiva. Dentro de sus principales funciones están: validar las actividades de proyectos propuestas, verificar y certificar las reducciones de

emisiones antropógenas por las fuentes de los gases de efecto invernadero, llevar una lista pública de todas las actividades que validen o verifiquen y certifiquen.

D) El País en vías de desarrollo receptor del proyecto

Para que un país “no Anexo I” pueda ser receptor de los proyectos MDL y el consecuente traslado de tecnología, debe haber ratificado el Protocolo de Kyoto y haber designado la autoridad competente para este mecanismo. Es muy importante además que tenga establecidas las líneas que considere deben cumplir los promotores respecto al respeto al medio ambiente y cumplimiento de los principios de desarrollo sostenible.

E) El País inversor que hace parte de la lista del Anexo I de la Convención Marco y del Anexo B del Protocolo de Kyoto

Como se mencionaba en los requisitos de admisibilidad, este País debe ser parte del Anexo I, tener asignada una cuota de reducción de sus emisiones en el Anexo B del Protocolo de Kyoto y por consiguiente haber ratificado este instrumento jurídico. Además y frente a los compromisos adquiridos con el Protocolo, la utilización de los mecanismos de flexibilidad deberá darse de manera adicional a las políticas internas que desarrollen para reducir y mitigar las emisiones de los gases de efecto invernadero dentro de su territorio.

F) Las autoridades nacionales designadas en cada uno de los países que participan en el proyecto, ante los cuales se tramita el proyecto.

Se requiere que cada Parte designe una Autoridad Nacional (AND), que será la entidad que confirmará la participación voluntaria del País en la actividad de proyecto y que para el caso de los países en vía de desarrollo, además evaluarán el cumplimiento de los requisitos de los proyectos candidatos en cuanto a la contribución al desarrollo sostenible del país receptor y cumplimiento de los criterios nacionales, a ser la entidad que aprueba o rechaza los proyectos y la que promociona la realización de los proyectos en su territorio.

Los proyectos MDL para implementarse pasan por diferentes etapas esto es lo que se conoce como el ciclo de un proyecto MDL. El desarrollo del Proyecto MDL cuenta con una fase previa que tiene que

ver con la acreditación y asignación de la entidad operacional por parte de la Junta Ejecutiva y la Conferencia de las Partes respectivamente y dos fases principales, la primera de diseño del proyecto y la segunda que abarca la ejecución del mismo, éstas a su vez se subdividen en diferentes etapas.

Fase I: Documento Diseño del Proyecto (Línea Base y Aprobación del País Anfitrión) Validación y Registro. Esta primera fase inicial consiste en la elaboración del proyecto a través del Documento Diseño del Proyecto (PDD), que elabora el participante del proyecto y que incluye los siguientes elementos:

- Descripción general del proyecto
- Metodología para la base de referencia
- Descripción de la adicionalidad (La forma como se reducirán las emisiones)
- Duración (vida útil técnica y contable) del proyecto / período de acreditación
- Análisis de las repercusiones ambientales
- Fuentes de financiación públicas
- Observaciones de los interesados
- Plan y metodología de vigilancia y su justificación

Una vez que el proyecto cuenta con el visto bueno de expertos o potenciales compradores de carbono se debe preparar el estudio de Línea Base el cual consiste en proveer información consistente de qué es lo que hubiera ocurrido en ausencia del proyecto en términos de emisiones, así como proveer información sobre la estimación de reducciones de emisiones del proyecto. Es importante resaltar en esta primera etapa y antes de la etapa de validación el requerimiento de que el país anfitrión, (aquel en donde se desarrollará el proyecto), lo apruebe a través de su Autoridad Nacional, atendiendo los criterios de contribución al desarrollo sustentable (Guía Latinoamericana del MDL, 2005).

Una vez finalizado el PDD, y cuando el proyecto cuenta ya con la opinión favorable y la aprobación del país anfitrión, se inicia el proceso de *Validación* del proyecto propuesto el cual consiste en una evaluación que se lleva a cabo por una entidad independiente llamada entidad operacional. Las entidades operacionales deben estar acreditadas por la Junta Ejecutiva del MDL. Por último y para concluir con esta primera fase, se lleva a cabo el *Registro* por parte de la Junta Ejecutiva una vez que la Entidad Operacional lo haya solicitado con su respectiva validación. El registro se produce en ocho

semanas a no ser que se exijan revisiones por parte de la Junta Ejecutiva, situación que retrasaría el período de ejecución. Una vez efectuado el registro se puede proceder a la negociación de los contratos de compra de emisiones, pero hay que tomar en cuenta, que en esta etapa aún no están validadas ni certificadas las reducciones finales que generarán los bonos de carbono, por lo que los principales compradores están apostando a que efectivamente se dé la certificación y expedición de los bonos de carbono (Programa Synergy, 2002).

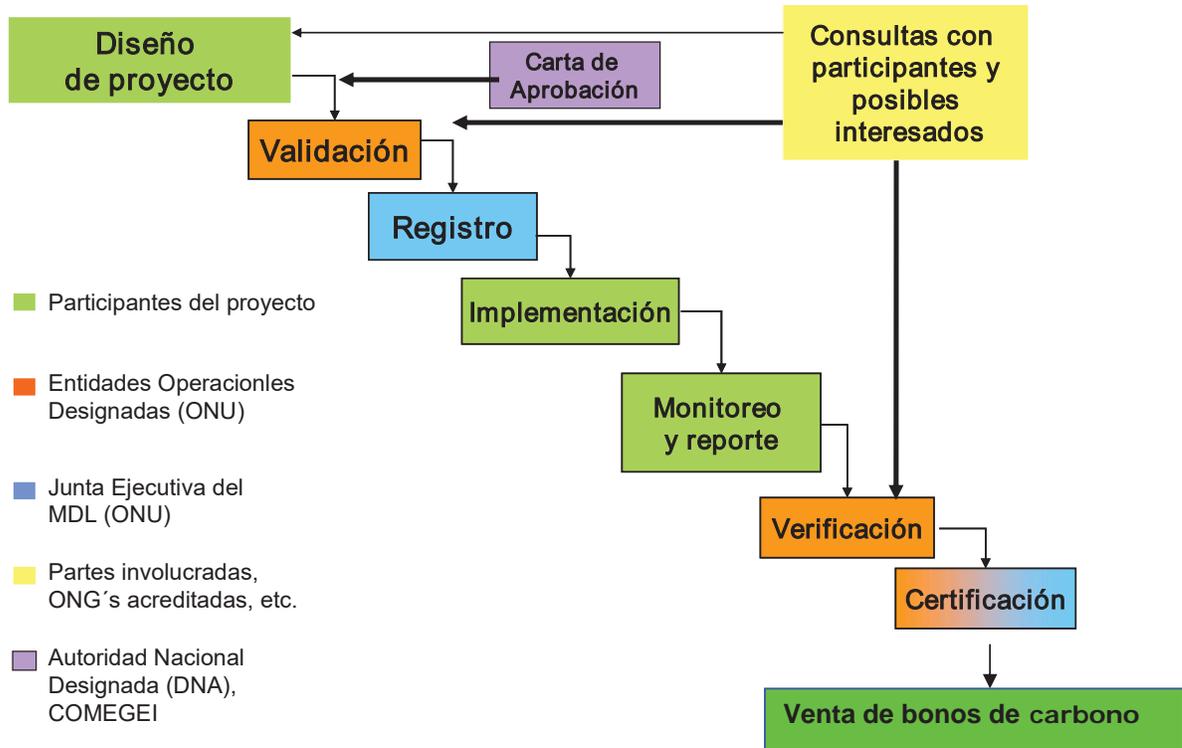
Fase II: Implementación del Proyecto, (Monitoreo y Reporte), Verificación, Certificación y Venta de los bonos de carbono.

Esta segunda fase se inicia con la implementación del proyecto durante el cual se realiza el monitoreo y reporte con la finalidad de estimar toda la reducción de gases efecto invernadero lograda, de manera periódica se envían los resultados del proyecto a la entidad operacional designada quien verificará y certificará las reducciones de emisiones expresadas en toneladas de CO₂.

La Verificación y la Certificación de las emisiones, se efectúa por parte de la Entidad Operacional. La verificación se lleva a cabo periódicamente según se vayan entregando los reportes del seguimiento del monitoreo por parte del promotor del proyecto. La certificación por su parte, es la confirmación que hace la Entidad Operacional de que en el período determinado se han reducido las emisiones de gases efecto invernadero allí expuestas según lo verificado en el monitoreo. El paso siguiente es la Emisión de los Certificados, para lo cual la Entidad Operacional solicitará a la Junta Ejecutiva la expedición de Certificados de Reducciones de Emisión (CRE's) conforme a la reducción de emisiones verificadas. Una vez aprobada la solicitud se emiten los CRE's al titular que desarrolló el proyecto, esta emisión suele hacerse anualmente (Quinto y Ferreira, 2005). Al finalizar esta etapa, ya se puede hacer la venta internacional de los bonos de carbono tanto a empresas, como a gobiernos de los países que forman parte del Anexo I del Protocolo de Kioto, es decir a los países industrializados que tienen compromisos vinculantes de reducción de emisiones de gases invernadero.

De manera esquemática podemos ver las Fases de un Proyecto MDL en la siguiente figura:

Figura 2. Fases de un proyecto MDL



Fuente: SEMARNAT (2007).

Se espera que el MDL genere inversiones en países en desarrollo, especialmente del sector privado, y que se incremente la transferencia de tecnologías eficientes favorables al medio ambiente, con el fin de promover el desarrollo sustentable en general. El Mecanismos de Desarrollo Limpio, es el que ofrece grandes oportunidades de negocio para países subdesarrollados. México al no ser parte del Anexo I del Protocolo de Kyoto puede participar en la implementación de estos proyectos.

1.4. Oportunidades de Negocio en el Mercado Internacional de Carbono

1.4.1 El mercado internacional de bonos de carbono

A partir de la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto en el 2005, el mercado internacional del carbono comenzó a operar, lo que derivó en el comercio internacional de bonos de carbono. El nombre de “bonos de carbono” se ha dado como nombre genérico a un conjunto de instrumentos que pueden

derivarse de diversas actividades de reducciones de emisiones. Así se puede decir que existen diferentes tipos de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que estos fueron generados:

- Certificados de Reducciones de Emisiones (CERs)
- Montos Asignados Anualmente (AAUs)
- Unidades de Reducción de Emisiones (ERU)
- Unidades de Remoción de Emisiones (RMU)

El Instituto Nacional de Ecología (2006) los define de la siguiente manera:

Certificados de Reducciones de Emisiones (CERs), Los países del Anexo I (industrializados) que intervienen en proyectos bajo el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), pueden obtener Certificados de Reducciones de Emisiones por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto.

Montos Asignados Anualmente (AAUs), corresponde al monto total de emisiones de gases de efecto invernadero que a un país se le permite emitir a la atmósfera durante el primer periodo de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kyoto. Cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas localizadas en su territorio a manera de límite de emisiones por empresas.

Unidades de Reducción de Emisiones (ERU), corresponde a un monto específico de gases de efecto invernadero que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de Implementación Conjunta.

Unidades de Remoción de Emisiones (RMU), corresponde a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono.

Estas unidades o créditos sólo pueden ser obtenidos por países del Anexo I del Protocolo de Kyoto y pueden obtenerse también en proyectos de Implementación Conjunta. Las Unidades de Remoción de Emisiones solamente pueden ser usadas por los países dentro del período de compromiso durante el cual fueron generadas, y son para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Estos créditos no pueden ser considerados en periodos de compromiso posteriores.

Las transacciones de bonos pueden ser desde una simple compra o venta de una cantidad específica de bonos, hasta una estructura de compra-venta con diversas opciones. Algunas de las opciones son las siguientes:

- **Compras Spot:** el precio del bono y la cantidad de bonos se acuerdan en la fecha del acuerdo de compra-venta pero la entrega y el pago del bono se realizan en una fecha futura cercana. Se puede considerar como si la compra-venta ocurriera en el momento, aunque pasen unos días entre el pago y la entrega. Esto se hace para asegurar un precio conveniente para ambas partes y para reducir el riesgo de que el bono no se venda en el futuro.
- **Contratos a Futuro:** se acuerda la compra-venta de bonos de carbono al precio del mercado actual, pero el pago y entrega se realizará en fechas futuras de acuerdo a un calendario establecido.
- **Acuerdos de Compra de Reducción de Emisiones:** el proponente del proyecto vende al comprador los derechos de la totalidad o parte de la reducción de emisiones a lograr por el proyecto. El acuerdo contiene información sobre el volumen estimado de reducciones de emisiones anual, el volumen mínimo a ser comprado, el precio acordado y las condiciones de pago. En general, el pago se efectúa con la entrega de los bonos de carbono, pero en algunos casos se puede obtener un adelanto (Guzmán, *et al*, 2005).

La mayor parte de las transacciones basadas en proyectos siguen un “modelo de bienes o mercancías”, en donde el comprador adquiere créditos de reducciones de emisiones de GEI generados por determinado proyecto, como si estuviera comprando cualquier otro bien o servicio. Lo anterior tiene implicaciones en la estructura financiera de los proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio e Implementación Conjunta, ya que los compradores pagan por las reducciones de emisiones de GEI sin exponerse a los riesgos inherentes del desarrollo de los proyectos.

Si bien los flujos de efectivo que pagará el comprador entran en la evaluación de los proyectos, el vendedor tendrá que hacer frente a los costos de inversión del proyecto que requerirán de financiamiento. La mayor parte de los contratos no incluyen el apoyo directo por parte del comprador para el financiamiento de los proyectos. Sin embargo, los compradores pueden favorecer dicho financiamiento de manera indirecta. Debido a que los compradores generalmente gozan de buenas

calificaciones crediticias y pagan en monedas fuertes (dólares, euros, yens), los vendedores pueden utilizar estos argumentos para facilitar la obtención de financiamiento para sus proyectos.

No existe un contrato estándar para la compra-venta de reducciones de emisiones basada en proyectos. Los arreglos contractuales varían dependiendo de cómo se distribuyen ciertos riesgos entre compradores y vendedores, por ejemplo:

- **Riesgo-proyecto.** Es decir, si el proyecto no generará los resultados esperados en cuanto a los montos de reducciones de emisiones de GEI.
- **Riesgo-Kyoto.** Relacionado con el riesgo de que el proyecto no cumpla con las características para ser registrado dentro alguno de los mecanismos planteados en el Protocolo de Kyoto.
- **Riesgo País.** Relacionado a que el país huésped donde se lleva a cabo el proyecto esté dispuesto a facilitar que dicho proyecto pueda llevarse a cabo (Lecocq y Cappor, 2005).

El precio de los bonos de carbono ha experimentado grandes fluctuaciones, la tonelada equivalente de CO₂ llegó a sobrepasar los 31 euros a principios del 2006, y a mediados del 2006 hasta parte del segundo trimestre del 2007 dichos precios se ubicaron por debajo de 1 euro debido a la sobreoferta de proyectos de destrucción de hidrofluorocarbonos (HFC's) y perfluorocarbonos (PFC's) en Asia y Europa del Este.

Los HFC's y PFC's son gases utilizados en procesos industriales, principalmente en refrigeración. Una tonelada de HFC's puede ser equivalente hasta un máximo de 11,700 toneladas de CO₂, mientras que una tonelada de PFC's puede representar hasta un máximo de 9,200 toneladas de CO₂.

En este sentido, dada la elevada equivalencia de los HFC's y PFC's en términos de CO₂, los proyectos que se enfocaron a destruir cantidades industriales de estos GEI generaron una sobreoferta de bonos de carbono, lo cual mantuvo deprimido su precio. Sin embargo, dicha tendencia no pudo sostenerse indefinidamente ya que no resultaría económicamente viable el producir estos gases únicamente para obtener las ganancias de los bonos de carbono al destruirlos. Actualmente el precio de los bonos de carbono es de 20.4 euros, fecha del 8 de Febrero del 2008 (www.pointcarbon.com).

La demanda mundial de bonos de carbono tenderá a incrementarse por diversas razones. En primer lugar, la Unión Europea (UE) ha anunciado que elevará sus metas de reducción de emisiones de GEI. El Protocolo de Kyoto estipula una meta de reducción de emisiones de GEI para los países del Anexo I (países industrializados y algunas economías en transición) de 5% con relación a sus emisiones de 1990 durante el período 2008-2012. Sin embargo, la UE se ha comprometido a reducir sus emisiones de GEI en 20%, pudiendo elevarse esta meta hasta 30% en caso de que UE corroborara una mayor cooperación ambiental internacional por parte de Estados Unidos, Australia, y de las grandes economías emergentes como China, India, México, Brasil y Sudáfrica (www.reforma.com). Cabe señalar que el nuevo gobierno de Australia ha ratificado el Protocolo de Kyoto a la entrada de Kevin Rudd como primer ministro en noviembre del 2007.

En segundo lugar, se estima que en los próximos años los Estados Unidos podrían ratificar su anexión al Protocolo de Kyoto, lo que los convertiría en el mayor demandante de bonos de carbono, ya que dicho país es el segundo mayor emisor mundial de GEI (aproximadamente 25% del total). Cabe recordar que a pesar de que durante el gobierno del Presidente Clinton se firmó la anexión de EU al Protocolo de Kyoto, durante el gobierno sucesor del Presidente Bush se decidió no ratificar dicha anexión. Sin embargo, el gobierno del Presidente Bush ha enfrentado una presión internacional para que EU asuma su parte en una responsabilidad compartida por mitigar el calentamiento global. Asimismo, recientemente el Congreso de los Estados Unidos determinó que los GEI son contaminantes y por ende el gobierno debería fijar políticas para reducir sus emisiones.

En tercer lugar, se estima que países que actualmente no están obligados a cumplir con las metas de Kyoto, tendrán que asumir en el mediano plazo el mismo compromiso adquirido por los países del Anexo I de dicho Protocolo.

Es factible que entre dichos países se encontrará México, quien contribuye aproximadamente con el 2% de las emisiones globales de GEI. Finalmente, se estima que el esfuerzo internacional por reducir el calentamiento global se mantendrá vigente a largo plazo. En este sentido, una mayor demanda de reducciones de emisiones de GEI tenderá a incrementar el precio de los bonos de carbono.

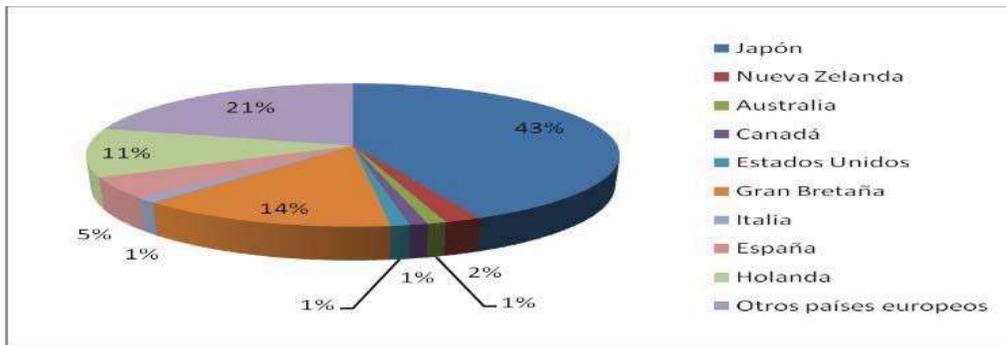
1.4.2. Principales compradores y vendedores de bonos de carbono basados en proyectos

Durante el año 2005 el mayor comprador de bonos de carbono fue Japón (43%), seguido por países europeos entre los que destacan Gran Bretaña (14%) y Holanda con un (11%). En el año 2006, Europa fue el mayor comprador de bonos de carbono, Gran Bretaña se situó como el principal comprador, seguido de Italia (19%), Japón tuvo una participación como comprador del 8 %.

En el 2005 el mayor vendedor de bonos de carbono fue China (73%), seguido de Brasil con un (11%), el resto de Latinoamérica con un 8%, África e India con un 3% y el resto de Asia con un 2%. En el 2006 el mayor vendedor de reducciones de CO2 fue nuevamente China (61%) seguido por la India con un 15 %, el resto de Asia con un 9%, África con un 7 %, el resto de América Latina con un 5% y Brasil con un 4%. China e India dominan el mercado como países vendedores, y como principales compradores tenemos a Europa y Japón (FOMECAR, 2007). Según cifras recientes del FOMECAR, existen aproximadamente 50 Fondos compradores de bonos de carbono en el mercado internacional, fue el Banco Mundial quien constituyó en Julio de 1999 el primer fondo: el “Prototype Carbon Fund” con la participación de 16 empresas y 6 países. Existen pocas iniciativas del lado vendedor; en América Latina se tiene conocimiento de fondos vendedores en Argentina, Perú, Brasil y Chile.

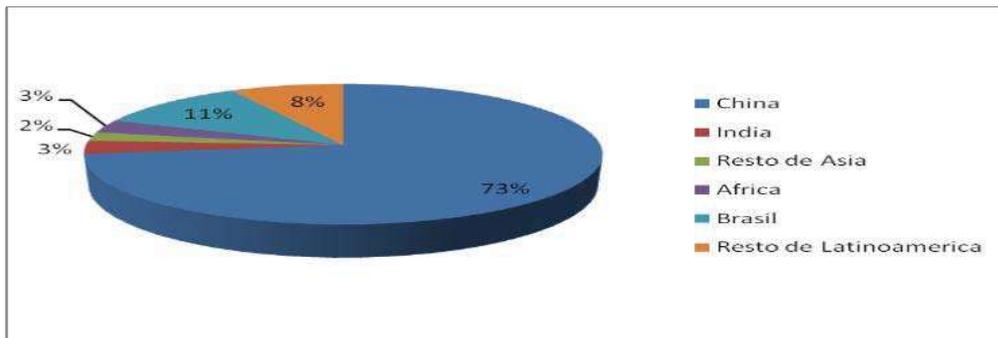
En México el Fondo Mexicano del Carbono (FOMECAR) es la primera iniciativa para el apoyo de los proyectos MDL y la generación de bonos de carbono, cabe señalar que el FOMECAR si bien estaba establecido desde el año 2007, no fue sino hasta este año 2008 que entro en operaciones. Cabe señalar que la empresa Point Carbon, ubica a México como el cuarto país con mejores condiciones para desarrollar proyectos MDL a nivel mundial, tan solo después de China, India y Chile. Sin embargo esta ventaja no ha sido aprovechada al 100% por los distintos actores sociales.

Gráfica 1. Principales compradores de Bonos de Carbono (2005)



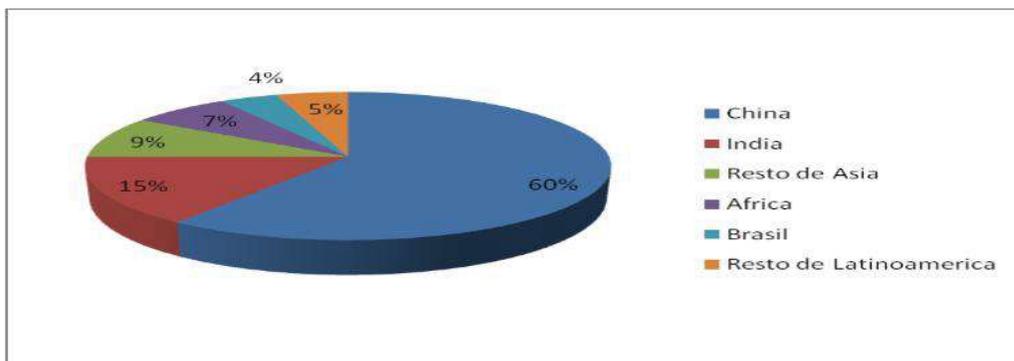
Fuente: International Emission Trading Association-World Bank, 2007

Gráfica 2. Principales vendedores de Bonos de Carbono (2005)



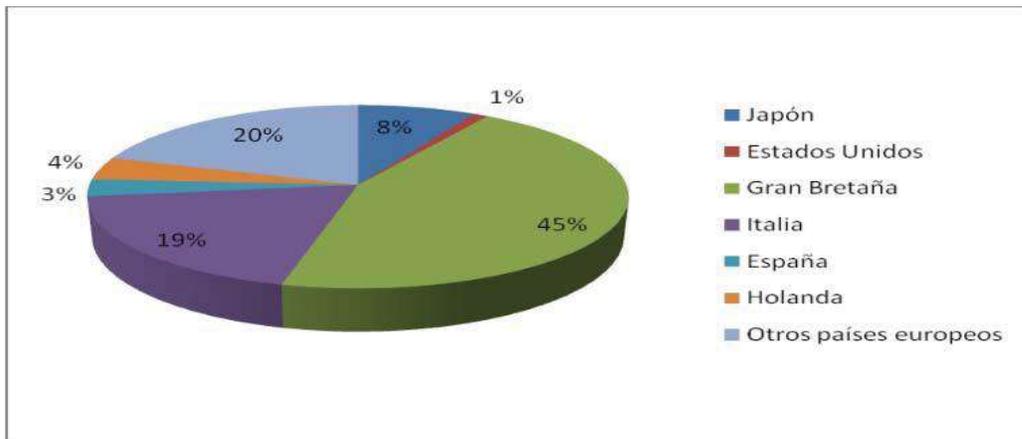
Fuente: International Emission Trading Association-World Bank, 2007

Gráfica 3. Principales vendedores de Bonos de Carbono (2006)



Fuente: International Emission Trading Association-World Bank, 2007

Gráfica 4. Principales compradores de Bonos de Carbono (2006)



Fuente: International Emission Trading Association-World Bank, 2007

1.5 Proyectos Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) en México

1.5.1 Proyectos MDL registrados en México

La posición actual de México dentro del Protocolo de Kyoto ofrece una oportunidad crucial para aprovechar los proyectos MDL, ya que para este primer período de compromiso (2008-2012), México no está obligado a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y por tanto puede participar en la implementación de proyectos MDL y obtener un ingreso adicional por la venta en los mercados internacionales de las reducciones de emisiones de carbono (o equivalentes) que el proyecto genere.

México tiene acuerdos de cooperación internacional en materia de MDL con Japón, España, Italia, Dinamarca, Países Bajos, Austria, Francia, Canadá, Alemania y Portugal, por otra parte, tiene un potencial de reducción de emisiones de GEI de aproximadamente 100 millones de toneladas de CO₂ anuales. Hasta la fecha sólo se han registrado ante la Junta Ejecutiva de Naciones Unidas 100 proyectos mexicanos, que representan reducciones por 5 millones de toneladas de CO₂. Por lo anterior, existe un potencial de reducciones de 95 % (FOMECAR, 2007).

La participación de México en la generación de reducciones de emisiones a nivel mundial en el 2007 no ha sido significativa en este mercado debido a la falta de una cultura MDL y a la carencia de mecanismos coordinados que promuevan el desarrollo de proyectos MDL en los sectores públicos y privados.

Los tipos de proyectos MDL en México son los siguientes:

Tabla 3. Proyectos MDL en México registrados en SEMARNAT

Tipo de proyectos	Número de proyectos	Reducciones equivalentes de CO2 (kton/año)
Manejo de residuos en granjas porcícolas	88	2,507
Manejo de residuos en granjas de ganado vacuno	54	942
Metano de rellenos sanitarios	12	1,645
Manejo de aguas residuales	2	20
Energía eólica	8	2,264
Hydroeléctrico	4	161
Incineración HFC-23	1	2,155
Mitigación N20 en industria química	1	103
Cogeneración y eficiencia energética	1	696
Emisiones Fugitivas	2	665
Transporte	1	24
Total	184	11,181

Fuente: SEMARNAT, 2008.

1.5.2 Proyectos pecuarios MDL en México

México puede implementar proyectos MDL en diversos sectores, siendo el pecuario uno de ellos. Los proyectos pecuarios MDL consisten en la utilización de biodigestores para controlar la descomposición del estiércol producido en establos lecheros, granjas de cerdos, etc. con la finalidad de evitar la emisión de metano a la atmósfera. Desafortunadamente, esta oportunidad de negocio aun no ha sido difundida lo suficiente en nuestro país y por lo mismo no se ha aprovechado de la manera debida. Cabe destacar que son principalmente las empresas extranjeras las que están obteniendo los beneficios de implementar proyectos pecuarios MDL en México, ya que de los 142 proyectos pecuarios registrados ante SEMARNAT (88 implementados en granjas porcícolas, y 53 en establos lecheros).

Tan sólo 3 proyectos pecuarios MDL han sido registrados por productores mexicanos. El resto de dichos proyectos pertenecen a empresas extranjeras. (108 a la empresa estadounidense-irlandesa AgCert y 31 a la empresa británica EcoSecurities).

Una vez que estos proyectos sean validados y certificados por algún despacho consultor avalado por las Naciones Unidas, los bonos de carbono obtenidos pueden ser vendidos a los Fondos de Carbono de distintos países. Se percibe que la mayoría de los empresarios y productores pecuarios en México desconocen las oportunidades de negocio que ofrece el mercado mundial de carbono, y por lo tanto se está desperdiciando la coyuntura favorable que ofrece el Protocolo de Kioto, lo cual también ha ocasionado abusos por parte de las empresas extranjeras.

1.5.3 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) en proyectos pecuarios MDL en México.

Fortalezas

Los proyectos pecuario MDL pueden solucionar el problema del manejo higiénico del estiércol de los establos lecheros, granjas porcícolas etc. Por otra parte un proyecto pecuario MDL con participación activa por parte de los productores respondería a la filosofía de las Naciones Unidas de promover el desarrollo sustentable de los países que implementan proyectos MDL. Así, los beneficios por la venta de bonos de carbono serían aprovechados por mexicanos y no por empresas extranjeras. Existen empresas o consultorías en México que pueden ser contratadas por productores pecuarios para promover los servicios que se requieren para implementar el proyecto MDL. Asimismo los proyectos pecuarios MDL podrían generar electricidad lo que ayudaría a cubrir las necesidades de consumo de algunos productores y les daría ingresos adicionales por la venta de electricidad residual producida por biogás de los biodigestores.

Debilidades

La mayor debilidad para implementar proyectos pecuarios MDL en México radica en el desconocimiento de los productores de la oportunidad de negocio que ofrece el comercio internacional de bonos de carbono. Este problema de información deberá ser atendido por instituciones gubernamentales, académicas u ONG's, como condición necesaria para el aprovechamiento del comercio internacional de bonos de carbono por parte de productores pecuarios mexicanos.

Ha sido precisamente la información asimétrica existente entre los productores pecuarios y las empresas transnacionales (AgCert y Ecosecurities) lo que les ha permitido a dichas empresas la oportunidad de obtener una ventaja en los contratos con los productores pecuarios. Así si bien estas empresas transnacionales les han resuelto el problema del manejo del estiércol a los productores pecuarios mexicanos, por otro lado también ha obtenido todos los beneficios de la venta de bonos de carbono, contraviniendo la intención de las Naciones Unidas en relación a los proyectos MDL.

Oportunidades

El comercio internacional de bonos de carbono ofrece una oportunidad de negocio para productores pecuarios mexicanos. Mediante la implementación de proyectos MDL, los productores pecuarios no sólo pueden encontrar una solución ambiental óptima al manejo del estiércol de sus animales, sino que también pueden obtener ingresos por la venta de bonos de carbono, y la utilización del biogás producido en los biodigestores para producir y vender electricidad.

Amenazas

La mayor amenaza consiste en permitir que por el desconocimiento de los productores pecuarios mexicanos en relación a la oportunidad de negocio que ofrece el comercio internacional de bonos de carbono, empresas extranjeras como AgCert y Ecosecurities estén obteniendo todos los beneficios de la implementación de proyectos MDL. Las Naciones Unidas no sólo pretenden que los proyectos MDL les ayuden a los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto a cumplir con sus metas de reducciones de emisiones de GEI, sino también que promuevan el desarrollo sustentable de los países en vías de desarrollo que los implementan.

1.5.4 Participación pasiva vs participación Activa de los productores pecuarios mexicanos en proyectos MDL.

A continuación se ejemplifican las fases en la implementación de un proyecto pecuario MDL, elaborando una comparación entre participaciones pasiva y activa por parte de los productores.

a. Diseño del Proyecto

(Participación Pasiva) Los productores pecuarios reciben una oferta por parte de alguna empresa (casi siempre extranjera) para que se implemente un proyecto MDL con el estiércol de sus animales, dentro del terreno perteneciente a los productores. Los productores firman un contrato con la empresa que implementará el proyecto MDL, en el cual se estipula que ésta última podrá utilizar los biodigestores y aprovechar el 100% (o cuando menos el 90%) de los beneficios derivados de éstos, generalmente por un período de 10 años. La empresa se encargará de elaborar el Documento de Diseño del Proyecto (PDD por sus siglas en inglés), y de obtener la Nota de Idea del Proyecto (PIN por sus siglas en inglés). Los productores pecuarios no recibirán información acerca del Mercado Mundial de Carbono y las oportunidades de negocio que les ofrece, ó podrán recibir información limitada por parte de la empresa que implementa el proyecto MDL.

(Participación Activa) Los productores pecuarios pueden recibir una oferta por parte de alguna empresa para que se implemente un proyecto MDL con el estiércol de sus animales, dentro del terreno perteneciente a los productores. Asimismo, pueden ser los productores quienes contraten los servicios de alguna empresa para que dirija la implementación total o parcial de un proyecto MDL. La diferencia crucial entre una participación activa con relación a una pasiva por parte de los productores, radica en la proporción de beneficios que éstos obtendrán por la implementación del proyecto MDL.

Evidentemente, mientras más activa sea la participación de los productores -lo cual puede asociarse a la iniciativa para dirigir el proyecto, e igualmente al financiamiento aportado ó contratado para llevar a cabo el proyecto- mayores serán los beneficios que podrán obtener en el proyecto MDL. La más activa de las participaciones de productores pecuarios en proyectos MDL podría consistir en contratar los servicios de las empresas requeridas para implementar dichos proyectos, únicamente pagando los honorarios de dichas empresas; en este caso el financiamiento para implementar el proyecto MDL será aportado, o contratado en forma de crédito, por los productores pecuarios. Sin embargo, pueden suscitarse situaciones intermedias en las que los beneficios del proyecto MDL sean repartidos equitativamente entre los productores pecuarios y alguna empresa que se encargue de dirigir y financiar la implementación del proyecto.

Ciertamente, en algunos proyectos pecuarios MDL implementados en México en donde los productores han tenido una participación pasiva, los beneficios han sido repartidos entre productores y la empresa que dirige el proyecto. Sin embargo, dicha repartición de beneficios dista de ser equitativa. La principal razón de tal inequidad radica en la falta de conocimiento por parte de los productores pecuarios acerca del Mercado Mundial de Carbono y las oportunidades de negocio que les ofrece. Al no conocer ó entender a plenitud estas oportunidades, evidentemente los productores no son conscientes del poder de negociación que tienen para obtener un reparto equitativo de los beneficios derivados en un proyecto MDL. En este sentido, aún cuando puede variar el nivel de una participación activa de productores pecuarios en proyectos MDL, el resultado para dichos productores podrá fluctuar desde aprovechar todos los beneficios obtenidos por el proyecto, ó al menos obtener un reparto equitativo de dichos beneficios.

En una participación activa, los productores podrán realizar demandas específicas que podrían ser incluidas en el diseño del proyecto, por ejemplo podrán solicitar que se considere el reciclaje del agua del estiércol, ó la utilización del biogás capturado en los biodigestores para generar la electricidad que requieren. El PDD será realizado por una empresa especializada contratada por los productores ó con la cual establecerán una sociedad para implementar el proyecto MDL. Sin embargo, como ha sido mencionado, el PDD podrá considerar demandas específicas de los productores pecuarios siguiendo las metodologías aprobadas por Naciones Unidas. El PIN será obtenido por la misma empresa que realizó el PDD.

b. Carta de Aprobación del Proyecto

(Participaciones Pasiva y Activa) La carta de aprobación ó no rechazo del proyecto MDL será elaborada por la Autoridad Operacional Designada (DOE por sus siglas en inglés) por Naciones Unidas en México, es decir, el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI), el cual está presidido por la SEMARNAT.

(Participación Pasiva) La empresa que implementa el proyecto MDL gestionará la carta de aprobación o no rechazo del proyecto ante la COMEGEI.

(Participación Activa) Los productores pecuarios pueden gestionar la obtención de la carta de aprobación o no rechazo del proyecto ante la COMEGEI. Asimismo, los productores pueden utilizar los servicios de la empresa que les diseñó el proyecto para gestionar dicha carta.

c. Validación del Proyecto

(Participaciones Pasiva y Activa) El proyecto MDL deberá ser validado por alguna empresa consultora avalada por Naciones Unidas. En México existen varias empresas consultoras que avalan proyectos MDL; cabe destacar que todas estas empresas son extranjeras. La empresa que ha validado la mayor cantidad de proyectos MDL en México es la noruega DNV (Det Norske Veritas).

(Participación Pasiva) La empresa que implementa el proyecto MDL contratará los servicios de la consultora avalada por Naciones Unidas para que valide el proyecto.

(Participación Activa) Los productores pecuarios pueden contratar los servicios de la empresa consultora avalada por Naciones Unidas para que valide el proyecto MDL. Asimismo, los productores pueden asociarse con alguna empresa que implemente el proyecto, y a su vez contrate los servicios de validación del proyecto.

d. Registro del Proyecto ante Naciones Unidas

(Participaciones Pasiva y Activa) La misma empresa consultora avalada por Naciones Unidas que validó el proyecto MDL, gestionará el registro de dicho proyecto ante este organismo.

e. Implementación Física del Proyecto

(Participación Pasiva) La empresa que implementa el proyecto MDL se encarga de la construcción civil e infraestructura del proyecto, la cual puede ser realizada por personal de dicha empresa ó por alguna otra empresa sub-contratada para tal fin.

(Participación Activa) Los productores pecuarios contratan una empresa –o se asocian con ésta- para que implemente la construcción civil e infraestructura del proyecto.

f. Monitoreo y Reporte

(Participación Pasiva) La empresa que implementa el proyecto MDL realiza el monitoreo y reporte del mismo. Dicho reporte será entregado a la empresa consultora que validará los resultados del proyecto MDL.

(Participación Activa) Los productores pecuarios contratan los servicios de una empresa –o se asocian con ésta- para que efectúe el monitoreo y reporte del proyecto MDL. La finalidad del monitoreo y reporte del proyecto MDL es contabilizar las toneladas de metano –medidas en su equivalencia de bióxido de carbono- que se han dejado de emitir a la atmósfera.

g. Verificación

(Participación Pasiva) La empresa que implementa el proyecto MDL contrata los servicios de una consultora avalada por Naciones Unidas para que verifique las reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono del proyecto. La empresa consultora puede ser la misma que validó el proyecto antes de implementarse físicamente.

(Participación Activa) Los productores pecuarios pueden contratar los servicios de una empresa consultora avalada por Naciones Unidas para que verifique las reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono del proyecto. Asimismo, los productores pecuarios pueden delegar en una empresa asociada en el proyecto la tarea de gestión para la contratación de la empresa consultora.

h. Certificación – Venta de Bonos de Carbono

(Participación Pasiva) La empresa que implementa el proyecto MDL contrata los servicios de una consultora avalada por Naciones Unidas para que gestione ante este organismo la certificación de las reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono (bonos de carbono). La empresa consultora que gestiona los certificados de bonos de carbono ante Naciones Unidas puede ser la misma que validó el proyecto y que verificó las reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono. Una vez obtenidos estos certificados pueden venderse a los Fondos de Carbono de los países del Anexo 1 del Protocolo de Kioto. La venta de los bonos de carbono la realiza la empresa que implementa el

proyecto MDL. Los ingresos obtenidos por la venta de bonos de carbono pertenecen en 100% (al menos en 90%) a la empresa que implementó el proyecto MDL.

Los productores pecuarios no reciben ningún ingreso por la venta de los bonos de carbono, ó como máximo el 10% de las ganancias. Si el biogás obtenido en los biodigestores fue utilizado para generar electricidad y se obtiene un beneficio financiero por ello, la empresa que implementó el proyecto MDL igualmente obtiene el 100% (al menos el 90%) de dichas ganancias.

(Participación Activa) Los productores pecuarios pueden contratar los servicios de una empresa consultora avalada por Naciones Unidas para que gestione ante este organismo la certificación de las reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono del proyecto (bonos de carbono). Asimismo, los productores pecuarios pueden delegar a una empresa asociada en el proyecto, la tarea de contratar los servicios de la empresa consultora encargada de gestionar la certificación de los bonos de carbono ante Naciones Unidas. La venta de los bonos de carbono puede ser realizada por los productores pecuarios ó por una empresa asociada en el proyecto. Los ingresos obtenidos por la venta de bonos de carbono pueden pertenecer en 100% a los productores pecuarios, o bien los productores pueden haber acordado una repartición equitativa de dichos ingresos con alguna empresa asociada que les haya ayudado a implementar el proyecto MDL.

Cuando los productores pecuarios tienen una participación activa en la implementación de un proyecto MDL, se espera que obtengan al menos el 50% de los ingresos derivados de la venta de bonos de carbono. Similarmente, si el biogás producido en los biodigestores fue utilizado para generar electricidad, los productores pecuarios podrán abastecer total o parcialmente sus requerimientos de corriente eléctrica. Asimismo, si la necesidad de electricidad de los productores pecuarios ha sido satisfecha, el excedente de electricidad podría venderse siguiendo la normativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). En este caso, los beneficios financieros obtenidos por la venta de electricidad corresponderían a los productores en un 100%, o al menos se espera que éstos obtengan el 50% de dichos beneficios si optaron por la modalidad de asociación con alguna empresa para implementar el proyecto MDL.

1.5.5 Estimación del Potencial de México en la Implementación de Proyectos Pecuarios MDL

Para estimar el potencial de México en la implementación de proyectos pecuarios MDL se requiere considerar el inventario ganadero existente en los sectores bovino leche y porcino. Dado que las últimas estadísticas históricas reportadas por SIACON-SAGARPA son del año 2003, se elaboró un modelo econométrico de pronósticos utilizando la técnica de suavización exponencial por medio del software *E-Views*. La figura 3 muestra los pronósticos hasta 2007 para el inventario de ganado bovino lechero en México, mientras la figura 11 muestra los pronósticos para el inventario de ganado porcino.

Figura 3. Pronósticos del inventario de ganado bovino-leche en México

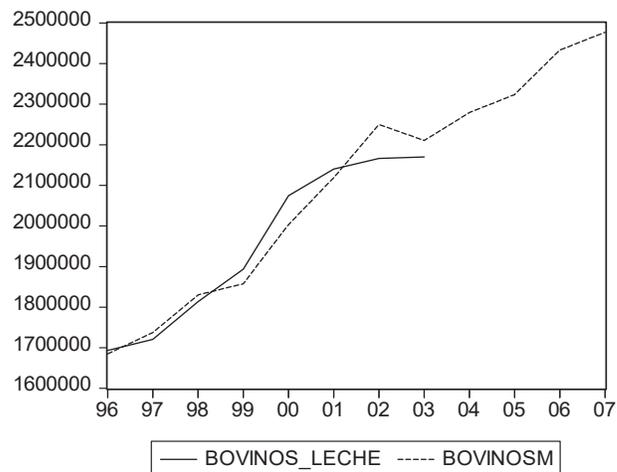
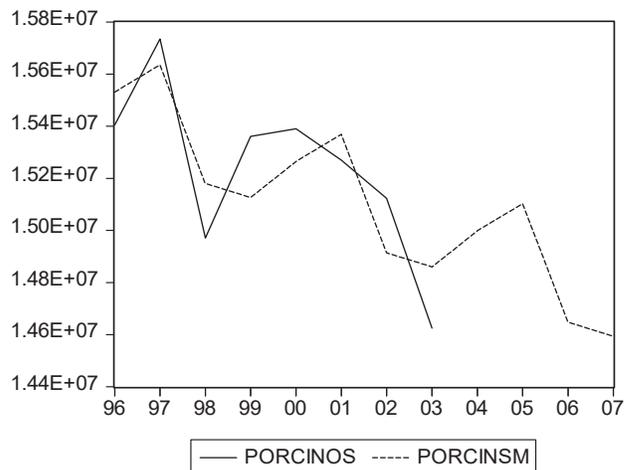


Figura 4. Pronósticos del inventario de ganado porcino en México



De acuerdo a los pronósticos obtenidos, se estima que el inventario de ganado bovino-leche en México en 2007 es de 2, 476,900 cabezas, mientras que el inventario de ganado porcino se estima en 14, 593,802 cabezas.

Si se considera el supuesto de que la mitad de los inventarios de ganado bovino-leche y porcino se encuentran en establos y granjas¹, respectivamente, puede estimarse el potencial máximo de reducciones de emisiones de bióxido de carbono al implementar proyectos pecuarios MDL en México. Bajo este supuesto, se estima que el potencial total en 2007 de dichos proyectos en términos de toneladas equivalentes de bióxido de carbono es de 8, 071,969 toneladas de CO₂/año para proyectos MDL utilizando ganado bovino-leche, y de 6,527,078 toneladas de CO₂/año para proyectos MDL utilizando ganado porcino.

Hasta la fecha, los proyectos pecuarios MDL contabilizados por la SEMARNAT tienen las siguientes reducciones anuales de CO₂: 2, 490,000 toneladas de CO₂/año en proyectos MDL que utilizan cerdos, y 658,000 toneladas de CO₂/año en proyectos MDL que utilizan ganado bovino-leche. En este sentido, se estima que el potencial remanente para implementar proyectos pecuarios MDL en México es de 7, 413,969 toneladas de CO₂/año utilizando ganado bovino-leche, y de 4, 037,078 toneladas de CO₂/año utilizando ganado porcino. En términos de biodigestores de 10,000 metros cúbicos, el potencial remanente para implementar proyectos pecuarios MDL en México en los sectores bovino-leche y porcino es el siguiente: 325 biodigestores utilizando ganado bovino-leche, y 178 biodigestores utilizando ganado porcino.

Finalmente, en términos monetarios se estima que el potencial de México para implementar proyectos pecuarios MDL en los sectores bovino-leche y porcino asciende a € 114, 510,470 euros por año, lo que equivale a \$ 1, 664, 146,310 pesos mexicanos por año, considerando conservadoramente un precio por tonelada de equivalente de CO₂ de 10 euros. Sin embargo, dado que el precio internacional de la

¹ Cabe destacar que los animales deben estar estabulados para poder facilitar el manejo del estiércol. Asimismo, no pueden implementarse proyectos MDL en proyectos de ganadería extensiva, ya que si el estiércol se encuentra disperso en el campo, éste genera una mínima cantidad de metano ya que su descomposición es aeróbica. Mientras tanto, cuando el estiércol se deposita en lagunas de oxidación, su descomposición es anaeróbica y emite una gran cantidad de metano a la atmósfera.

tonelada de CO₂ ha superado los 25 euros (Junio 2008), las ganancias potenciales de México en la venta de bonos de carbono al implementar proyectos pecuarios MDL pueden ser considerablemente mayores a lo estimado.

Las estimaciones anteriores únicamente consideran las ganancias potenciales por la venta de bonos de carbono en proyectos pecuarios MDL; sin embargo, si se añadieran las ganancias potenciales por utilizar el biogás de dichos proyectos para generar electricidad, el valor financiero de dichos proyectos se exacerbaría, aunado a los enormes beneficios ambientales que se generarían.

Se estima que se requiere el estiércol de 3,888 vacas para obtener la cantidad de biogás suficiente para generar 1 megawatt (MW) de potencia/hora de electricidad. Por otro lado, se estima que se requiere el estiércol de 28,330 cerdos para obtener la misma carga de electricidad. En este sentido, se estima que de aprovecharse todo el potencial de México para implementar proyectos pecuarios MDL en los sectores bovino-leche y porcino, podrían generarse 577 MW de potencia/hora de electricidad. Para poner esta última cifra en perspectiva, considérese que para abastecer el alumbrado público de la ciudad de Morelia se requieren 38.75 MW de potencia/hora de electricidad. En este sentido, el potencial de generación de electricidad en México a partir de la utilización del biogás en proyectos pecuarios MDL implementados en los sectores bovino-leche y porcino podría abastecer casi 15 veces un requerimiento de electricidad similar al del alumbrado público de la ciudad de Morelia.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Externalidades, Bienes Públicos y Fallas de Mercado

2.1.1 La Atmósfera como Bien Público de Carácter Global

Cuando se trata de definir el concepto de bien público siempre se hace referencia a dos características esenciales de estos bienes: la imposibilidad de excluir a nadie de su consumo y la ausencia de rivalidad. Es decir, los bienes públicos benefician a todo un grupo, tal vez a todo el mundo y por otra parte, pueden consumirse unidades adicionales de estos bienes con un costo marginal social nulo (Nicholson, 1997).

Como menciona Browning (2003,) los bienes públicos pueden ser consumidos de manera simultánea por muchas personas, a diferencia de la mayoría de los bienes que son rivales en consumo, en donde cuando más se consume, menos quedará disponible para los demás. Por otra parte, en los bienes públicos es imposible impedir a través del mecanismo de precios, que sujetos que no pagan por ello se apropien de todos o parte de los beneficios derivados del uso de tal bien. De esta forma, los consumidores tienen suficientes incentivos para tener conductas oportunistas ya que subestiman el valor de un bien para asegurar sus beneficios a un costo menor, o cero. Esto también se le conoce como comportamientos de *free rider*, en donde se busca disfrutar gratis del bien con la esperanza de que se financie a costa de recursos ajenos.

Al ser los bienes públicos de libre acceso no llegan a tener un precio en el mercado y por tanto no llegan a formar parte del mismo, lo que genera que no exista ningún incentivo en su conservación, por lo que son sobreexplotados irracionalmente hasta llegar a su agotamiento. Debido a lo anterior, los poderes públicos en aras de defender y conservar los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras se ve obligada a intervenir en la economía con el fin de evitar lo que Hardin (1968) denominó la tragedia de los comunes, o sea la sobreexplotación y agotamiento de los recursos comunes. Para ello se ha acudido a la regulación de las actividades productivas y de consumo, mediante legislación que establece estándares máximos de contaminación y de utilización de los recursos ecológicos, además se han establecido impuestos y subsidios ambientales, para estimular conductas que beneficien al entorno y desincentivar aquellas que violenten y vulneren el equilibrio ecológico.

Hoy más que nunca se ha revalorado el uso de la atmósfera, ya que la capacidad del clima planetario figura entre las principales funciones ambientales de la atmósfera global, que constituye un recurso natural de la humanidad. Por ello, la provocativa retórica: ¿a quién pertenece la atmósfera y su capacidad de regulación climática?, no se puede abordar definiendo un derecho de propiedad colectiva, ni aproximadamente “equitativo”, ni si quiera es trictamente igualitario. La única respuesta válida debería ser: a nadie; pero todos tenemos la obligación de cuidarla. Los bienes comunes ambientales no son privatizables, los derechos de acceso son irrenunciables, en la medida que una hipotética renuncia afectaría los intereses de generaciones a las que no se podría consultar por no haber nacido todavía (Tudela, 2004).

La atmósfera es un bien público global, un bien sin límites geográficos y por tanto imposible de establecerle derechos de propiedad. Su carácter supranacional es una fuente de complicación para corregir el impacto de las agresiones que se realizan contra la calidad atmosférica. En efecto, la no rivalidad del consumo atmosférico y su naturaleza de común global van a propiciar comportamientos de *free riding* en el contexto internacional cuando traten de adoptarse medidas que tiendan a la conservación de la calidad atmosférica.

La mayor falla histórica de mercado tal vez sea los bienes públicos globales, ya que no existe un verdadero mercado o unos mecanismos políticos para asignarlos eficientemente (Samuelson, 2004).

2.1.2 La Contaminación de la Atmósfera como Externalidad Negativa

Desde el punto de vista económico, una externalidad surge cuando la actividad o decisión de una persona influye positiva o negativamente sobre el bienestar de otra sin que se cobre o pague un precio. En este sentido, Peña (2005) explica la externalidad económica, como la actividad que lleva a cabo un sujeto (persona física o jurídica), y que repercute sobre el bienestar de otro u otros, sin que estos se encuentren facultados para cobrar un precio. De esta forma se produce una divergencia entre lo que un agente económico paga por producir y los efectos ambientales que causa su producto o proceso productivo.

Baumol W y Oates W (1998) apuntan, que las externalidades negativas nacen cuando el bienestar de un individuo A se ve afectado negativamente por variables reales (no monetarias) que han sido usadas por otros agentes (personas, empresas, gobiernos) los cuales no han valorado el impacto sobre el bienestar de A. Las externalidades también pueden ser positivas, cuando el consumo o producción de cierto bien, por parte de un individuo, institución o empresa provoca un beneficio involuntario sobre otras personas. Mientras que la conservación del medio ambiente puede ser considerada como una externalidad positiva, la contaminación en sí misma es una externalidad negativa.

Podemos citar ejemplos sobre externalidades relacionados con el cambio climático global. Así, Peña (2005) señala que una externalidad positiva se encuentra en el propietario de un inmueble con cobertura forestal cuyos árboles secuestran el bióxido de carbono generado por terceros al utilizar sus vehículos movilizadlos por motores de combustión, sin que el propietario de dicho bosque pueda cobrar un precio por la función descontaminante que genera. Por otro lado, y como ejemplo de externalidad negativa encontramos al propietario de un vehículo automotor el cual produce emisiones de CO₂ que contamina y genera daños a la salud de terceros, el cual no paga ninguna suma por emitir y descargar dichos gases a la atmósfera, lo cual afecta a la sociedad como un todo.

Por ello, quien genera una externalidad negativa no tiene que pagar por ello en un sistema de mercado, a pesar del perjuicio que produce, y quien genera una externalidad positiva no se ve remunerado económicamente por el servicio que presta a la sociedad.

En suma, la externalidad negativa sucede cuando alguien usa un recurso dañando por ello a otras personas que no obtienen por ello compensación. Por ejemplo, los gases de efecto invernadero que se van a la atmósfera y que producen el calentamiento global. Como menciona Tudela (2004), si la capacidad de la atmósfera para absorber gases de efecto invernadero fuera infinita representaría una simple externalidad positiva para las actividades humanas, pero no es así, y esto produce un daño ambiental.

Antes las decisiones individuales de producción y consumo susceptibles de emitir gases se aprovechaban de la función ambiental de acumulación de desechos que ofrece la atmósfera; pero hoy en día la capacidad de asimilación es menor que la cantidad de gases emitidos y lo que era un bien libre puro se ha convertido en un bien libre impuro, por lo que lo que emitimos ahora de gases a la atmósfera no sólo afecta la posibilidad de emitir de otros países; sino también limita la capacidad de las generaciones sucesivas para hacer lo propio tanto en nuestro país como en otros.

Debido a lo anterior, y siendo el mercado inútil para regular el problema de la contaminación, el deber del Estado y sus poderes públicos es el de intervenir en la economía, regulando los procesos productivos y de consumo, con el fin que las externalidades producidas no repercutan negativamente sobre la sociedad, o bien, compensando económicamente a quienes producen externalidades positivas para que continúen generando esa función a favor de la comunidad.

La internalización de las externalidades implica el reconocimiento económico a quien produce una externalidad positiva con el fin de compensarle los servicios brindados, a la vez, conlleva a quien produce una externalidad negativa a compensar económicamente por las repercusiones negativas que su actuación produce a terceros.

El principio dieciséis de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y desarrollo, en aplicación del principio “Quien contamina paga”, expone el deber de las autoridades nacionales de fomentar la internacionalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, por ello, quien contamina, debería de cargar con los costos de la contaminación ocasionada. De lo anterior se concluye que quien genera una externalidad negativa debería verse obligado a compensar los daños causados al ambiente, y por otro lado, quien genera una externalidad positiva debería ser compensado por el bienestar ofrecido a la sociedad (Peña, 2005) .

La externalidad negativa del cambio climático global, que genera la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, ha puesto de manifiesto la necesidad de regular a nivel internacional las emisiones de dichos gases ante la saturación de la atmósfera por los mismos. Por lo que, buscando internalizar los costos que esto ha generado, se plantearon una serie de mecanismos en el Protocolo de Kyoto con la finalidad de regular y bajar las emisiones actuales de gases invernadero a la atmósfera.

Por lo cual, los agentes económicos que reduzcan sus emisiones de gases invernadero generaran certificados llamados bonos de carbono, que pueden ser comercializados a nivel internacional con la finalidad de que otros países cubran sus compromisos pactados en Kyoto.

Como la contaminación es global no importa en dónde se hagan las reducciones de emisiones de gases invernadero, cualquier reducción representa una externalidad positiva y se puede cobrar por lo mismo vendiendo los certificados, o si se emite contaminación pagando el precio al tener que comprar bonos de carbono en otros lados para reparar el daño.

Es pues a partir de una externalidad negativa que surge un mercado internacional del carbono y un nuevo rubro exportador para los países que decidan vender los bonos de carbono que generen a través de proyectos que reduzcan emisiones de gases invernadero.

2.1.3 La Internalización de la Externalidad Negativa de la Emisión de Gases de Efecto Invernadero a la Atmósfera

Como ha sido mencionado, las externalidades son los efectos de las actividades de producción y consumo que no se reflejan directamente en el mercado (Pindyck, 1999; Nichols on, 1997). Las externalidades implican fallas de mercado, ya que en su presencia el precio de mercado de determinados bienes no refleja su valor social (Le Roy y Meiners, 1990; Colander, 2001). Las externalidades pueden ser positivas o negativas (Villar, 1999). Como ha sido explicado, la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, la cual es un bien público, representa una externalidad negativa. De acuerdo a Samuelson (2004:397), “los bienes públicos son aquellos que benefician de una manera indivisible a toda la comunidad, independientemente de que los individuos deseen o no comprarlos.” En este sentido, la humanidad entera se beneficia por igual de la atmósfera, y también resiente por igual la alteración del equilibrio natural de este bien público ocasionada por las actividades humanas.

La internalización de una externalidad negativa implica establecer una sanción económica a quién la ejecuta. Así, se han establecido bajo el Protocolo de Kyoto sanciones económicas a los países que no cumplan con sus metas establecidas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI). El comercio de los permisos de emisión de GEI, conocidos como bonos de carbono, surgió con la finalidad de

coadyuvar a que los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto no tengan que pagar impuestos de emisión al no cumplir con sus metas de reducción de emisiones. Los bonos de carbono son certificados de reducción de emisiones de GEI, los cuales pueden ser comerciados entre países y representan así un nuevo rubro exportador.

2.2 El Modelo Heckscher-Ohlin y la Dotación Relativa de Recursos

El modelo Heckscher-Ohlin explica la ventaja comparativa² de los países en el comercio internacional con base en su dotación relativa de recursos (Kindleberger, 1962; Helpman, 1984; Krugman y Obstfeld, 2001). En este sentido, los países que comercian se especializan en la producción y exportación de los bienes en los que tienen una ventaja comparativa, definida en términos de la abundancia e intensidad de factores (Diwan, 1973). Aún cuando tanto el modelo Ricardiano como el de Heckscher-Ohlin explican los patrones de comercio a partir de la ventaja comparativa, el primero la vincula a la productividad del trabajo, y el segundo a las dotaciones relativas de factores, por lo cual son modelos substancialmente distintos (Lloyd, 1985; Krugman y Obstfeld, 2001).

Whalley (1984) argumenta que existen otras variables además de la diferencia en dotaciones relativas de recursos para explicar los patrones de comercio exterior, como por ejemplo diferencias en tecnología entre los países. Sin embargo, la tecnología puede vincularse al capital humano, el cual puede concebirse como un recurso. En este sentido, diferencias en la dotación relativa del recurso “tecnología” puede influir en el comercio exterior, tal y como lo predice el modelo Heckscher-Ohlin. En este sentido, Wolf y Weinshrott (1973) afirman que incluso una hipótesis derivada del modelo Heckscher-Ohlin es que países con distinto nivel de tecnología tendrán, *ceteris paribus*, más que ganar a partir del intercambio comercial, que aquellos países con dotaciones similares del recurso tecnológico. Por otro lado, cabe destacar que otras variables explicativas de los patrones del comercio exterior pueden no estar asociadas a la dotación relativa de recursos, tal es el caso de las diferencias en preferencias entre los consumidores de diversos países (Whalley, 1984).

² El concepto de ventaja comparativa sentó las bases para la postulación por diversos autores de la ventaja competitiva. Michael Porter, profesor-investigador de la Escuela de Negocios de Harvard, ha sido uno de los principales difusores del concepto de ventaja competitiva (ver Porter, 2005).

El modelo Heckscher-Ohlin puede ser utilizado para explicar la ventaja comparativa de los países que no pertenecen al Anexo I del Protocolo de Kyoto con relación a su dotación relativa superior del factor “bonos de carbono”. Cabe destacar que dado que los países no Anexo I no están obligados a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, su dotación relativa del factor “bonos de carbono” es mayor que la de los países que conforman dicho Anexo.

Por otro lado, en una extensión del modelo Heckscher-Ohlin, Bucovetsky (1993) argumenta que los impuestos sobre los recursos pueden influir en el patrón de comercio internacional. En este sentido, si los países A y B tienen una dotación relativa similar de un recurso, pero el país A fija un impuesto mayor sobre dicho recurso, entonces B tenderá a especializarse más que A en la exportación de los bienes vinculados al recurso en cuestión. Los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto, al tener que cumplir metas de reducción de gases de efecto invernadero, tienen un impuesto sobre dichas emisiones, el cual puede pagarse mediante la compra de bonos de carbono. Así, los países que no pertenecen al Anexo I pueden especializarse con mayor facilidad en la venta de bonos de carbono, en comparación con los países que sí forman parte de dicho Anexo.

De acuerdo a Rowthorn *et al* (1997), el modelo Heckscher-Ohlin ha sentado bases fundamentales para el diseño de políticas públicas encaminadas a fortalecer el comercio internacional de los países. Dichas políticas requieren un previo análisis de las ventajas comparativas de los países a partir de sus dotaciones relativas de recursos. En esta tesis será argumentado que México, al no pertenecer al Anexo I del Protocolo de Kyoto, cuenta con una dotación relativa mayor del factor “bonos de carbono”, por lo cual tiene una ventaja comparativa en la implementación de proyectos Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL). En este sentido, se considera necesaria la formulación de una política pública integral de impulso a la implementación activa de dichos proyectos. Esta investigación enfocará el caso de los proyectos MDL implementados en el sector pecuario.

2.3 Análisis de Sensibilidad en Evaluaciones Financieras y Económicas de Proyectos

2.3.1 Evaluaciones Financieras de Proyectos

Gittinger (1982) define un proyecto como el conjunto de actividades que utilizan recursos para obtener un beneficio. Las evaluaciones financieras de los proyectos se realizan a partir de un análisis costo-beneficio financiero (Roura y Cepeda, 1999). En este sentido, deben cuantificarse los costos de un

proyecto, así como sus beneficios en términos financieros. Las principales técnicas para evaluar un proyecto son el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) (Dudley, 1972). Cabe destacar que bajo ciertas circunstancias la TIR y el VPN pueden ofrecer recomendaciones contradictorias sobre si un proyecto debe llevarse a cabo, sobretodo en el caso de la reinversión de flujos de efectivo (Dudley, 1972). Sin embargo, en general tanto el VPN como la TIR ofrecen una evaluación certera sobre la viabilidad de los proyectos.

La siguiente ecuación matemática expresa el cálculo del VPN financiero de un proyecto en un horizonte temporal de 10 años (ver Sapag, 2003; Coss, 2007; García, 1998; Hernández *et al*, 2005). Cabe destacar que los proyectos MDL que serán evaluados en la presente investigación tienen un horizonte temporal de 10 años, tiempo en el que estará vigente su registro ante Naciones Unidas³.

$$FNPV = \sum_{t=1}^{10} \frac{F \pi_t}{(1+r)^t}$$

$$F \pi_t = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} (I_{it} - C_{it})$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} I_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^I * q_{it}^I$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} C_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^C * q_{it}^C$$

$$FNPV \geq 0$$

Donde:

FNPV: Valor Presente Neto Financiero

F π_t: Beneficio Neto Financiero en el tiempo t (t=1, ..., 10)

r: Tasa de descuento financiera

³ Existen dos opciones para registrar proyectos MDL ante Naciones Unidas: i) por un período de 10 años; ii) registro por 7 años, con la opción a registrar un proyecto dos veces más por el mismo tiempo. La opción más utilizada en los proyectos MDL implementados en México ha sido el registro por 10 años.

I_{it} : Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

C_{it} : Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

p_{it}^I : Precio asociado al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^I : Cantidad asociada al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

p_{it}^C : Precio asociado al rubro que genera el Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^C : Cantidad asociada al rubro que genera el Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

Como su nombre lo indica, el VPN trae a valor presente los beneficios netos de un proyecto durante un horizonte de tiempo determinado. Los flujos de los beneficios netos son descontados con una tasa de referencia que indica el costo de oportunidad del dinero en el tiempo. La tasa de descuento puede variar dependiendo el tipo de proyecto a evaluar (Gittinger, 1982). Un proyecto se considera financieramente viable si su VPN financiero es mayor que cero. Por otro lado, la TIR es aquella tasa de descuento que implicaría tener un VPN igual a cero. Así, la TIR es la máxima tasa de descuento que puede “resistir” un proyecto antes de ofrecer un VPN negativo (Dudley, 1972; Coss, 2007).

2.3.2 Evaluaciones Económicas de Proyectos

Como señala Gittinger (1982) existen costos y beneficios tangibles e intangibles en los proyectos. Cuando la evaluación de un proyecto, además de considerar los costos y beneficios financieros, incluye también los costos y beneficios intangibles ó indirectos, se dice que es una evaluación económica (Just y Weninger, 1997). Los costos y beneficios indirectos de un proyecto se asocian a las externalidades negativas y positivas, respectivamente, de dicho proyecto (Mansell y Jordan, 1985; Stauber *et al*, 1975). Las externalidades de un proyecto ó actividad económica pueden ser tan intangibles como lo son los factores culturales ó las valoraciones subjetivas (Smith, 1981). En este sentido, el grado de complejidad para asignar un valor a las externalidades de un proyecto tiene una relación directa con lo intangible que sean dichas externalidades. Para asignar un valor a las externalidades de un proyecto se requiere determinar su precio sombra, el cual puede estar asociado a un precio de mercado ó en su defecto a un costo de oportunidad (Gittinger, 1982; McCarl *et al*, 1990; Bhattacharyya y Kumbhakar, 1997). El precio sombra de una externalidad, visto como un costo de oportunidad, se asocia al valor

social de dicha externalidad, es decir, cuánto puede beneficiarse ó perjudicarse la sociedad ó el grupo social que es influenciado por determinada externalidad (Smith, 1987). Asimismo, el precio sombra de una externalidad vinculado a su costo de oportunidad se asocia a la pérdida o ganancia potencial en que se incurriría de no presentarse la externalidad.

Por otro lado, cabe destacar que las evaluaciones económicas son un instrumento para diseñar y seleccionar políticas públicas (Nieuwoudt, 1976). En este sentido, el valor económico de una política pública, vista como un proyecto, puede permitir evaluar la conveniencia de impulsar dicha política. Al igual que en las evaluaciones financieras, el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son dos instrumentos para realizar evaluaciones económicas de proyectos. La siguiente ecuación matemática expresa el cálculo del VPN económico de un proyecto en un horizonte temporal de 10 años, similar al de los proyectos MDL que serán evaluados en la presente investigación.

$$\begin{aligned}
 SENPV &= \sum_{t=1}^{10} \frac{SE \pi_t}{(1+r^*)^t} \\
 SE \pi_t &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} \{ (I_{it} - C_{it}) + (VPE_{it} - VNE_{it}) \} \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} I_{it} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^I * q_{it}^I \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} C_{it} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^C * q_{it}^C \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} VPE_{it} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} \lambda_{it}^{PE} * q_{it}^{PE} \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} VNE_{it} &= \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} \lambda_{it}^{NE} * q_{it}^{NE} \\
 SENPV &\geq 0
 \end{aligned}$$

Donde:

SENPV: Valor Presente Neto Económico

$SE \pi_i$: Beneficio Neto Económico en el tiempo t (t=1,..., 10)

r^* : Tasa de descuento económica

I_{it} : Ingreso i en el tiempo t (t=1,..., 10)

C_{it} : Costo i en el tiempo t (t=1,..., 10)

VPE_{it} : Valor de la externalidad positiva i en el tiempo t (t=1,..., 10)

VNE_{it} : Valor de la externalidad negativa i en el tiempo t (t=1,..., 10)

p_{it}^I : Precio asociado al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t (t=1,..., 10)

q_{it}^I : Cantidad asociada al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t (t=1,..., 10)

p_{it}^C : Precio asociado al rubro que genera el Costo i en el tiempo t (t=1,..., 10)

q_{it}^C : Cantidad asociada al rubro que genera el Costo i en el tiempo t (t=1,..., 10)

λ_{it}^{PE} : Precio sombra de la externalidad positiva i en el tiempo t (t=1,..., 10)

λ_{it}^{NE} : Precio sombra de la externalidad negativa i en el tiempo t (t=1,..., 10)

q_{it}^{PE} : Cantidad de la externalidad positiva i en el tiempo t (t=1,..., 10)

q_{it}^{NE} : Cantidad de la externalidad negativa i en el tiempo t (t=1,..., 10)

Un proyecto es viable desde el punto de vista económico si su VPN económico es mayor que cero. Al calcular la TIR en una evaluación económica, se obtiene la tasa de descuento máxima que “resiste” un proyecto antes de arrojar un VPN negativo (Gittinger, 1982).

2.3.3 Análisis de Sensibilidad en Proyectos de Inversión

De acuerdo a Hsiao y Smith (1978) las decisiones de inversión se llevan a cabo en ambientes inciertos. Una de las principales fuentes de incertidumbre se asocia al hecho de que los estimadores utilizados para tomar dichas decisiones de inversión son menos que perfectos, por lo cual es necesario efectuar un análisis de sensibilidad de las evaluaciones de proyectos de inversión (Hsiao y Smith, 1978). Una de las técnicas más utilizadas en los análisis de sensibilidad es la simulación tipo Monte-Carlo, en la cual

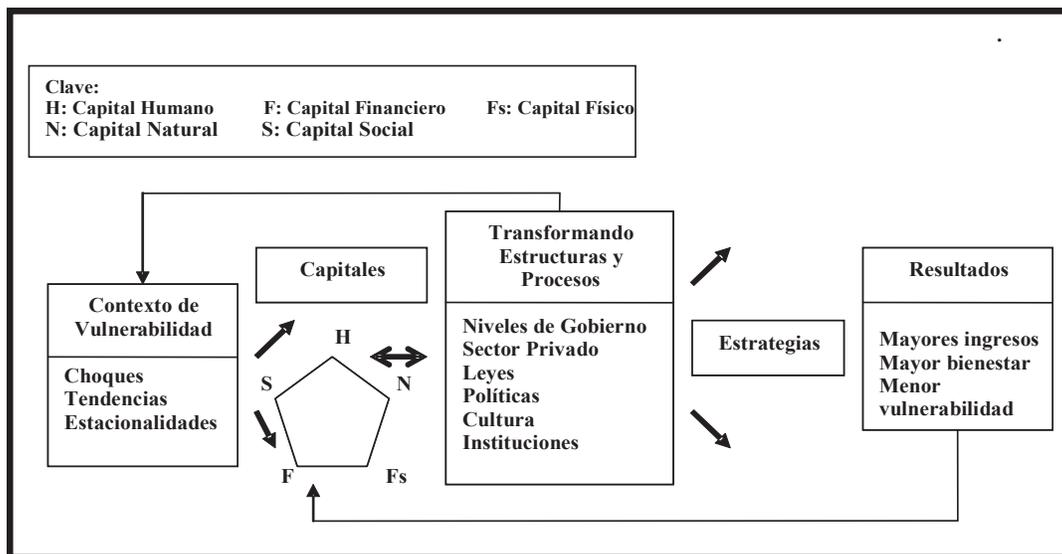
se seleccionan variables sensibles para recibir valores aleatorios dentro de determinadas funciones de distribución de probabilidad (Saltelli *et al*, 2000).

2.4 Maximización de Utilidad a partir de Incrementos en Capitales del SLF

2.4.1 Marco Analítico de Medios Sustentables de Vida (SLF)

El Marco Analítico de Medios Sustentables de Vida (SLF por sus siglas en inglés) fue diseñado por diversos investigadores especializados en estudios de desarrollo para el Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID por sus siglas en inglés). El SLF provee una referencia analítica para evaluar mediante un enfoque holístico los impactos de políticas, proyectos y demás estrategias sobre el desarrollo sustentable de alguna región ó algún grupo de agentes económicos (ver DFID, 1999). El SLF utiliza un enfoque holístico para evaluar la interdependencia entre los distintos factores que explican una dinámica de desarrollo, los cuales se agrupan en las siguientes categorías: i) contexto de vulnerabilidad; ii) capitales; iii) estructuras y procesos; iv) estrategias; v) resultados (ver figura n). Los distintos componentes del SLF mantienen una relación de interdependencia.

Figura 5. Marco Analítico de Medios de Vida Sustentables (SLF) del Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (UK DFID)



Fuente: Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (UK DFID).

2.4.1.1. Contexto de Vulnerabilidad

El contexto de vulnerabilidad delinea el ambiente externo en el cual se desarrollan las actividades humanas. Los medios de vida de las personas y su disponibilidad de activos están influenciados fundamentalmente por **tendencias** críticas, así como por *shocks* y **estacionalidades**, sobre los cuales se tiene un control limitado o nulo.

La tabla muestra algunas de las variables consideradas como tendencias, *shocks* ó estacionalidades que pueden conformar el contexto de vulnerabilidad. Cabe destacar que determinadas variables pueden ejercer una influencia positiva sobre la dinámica de desarrollo que se esté analizando.

Cuadro 4. Contexto de Vulnerabilidad del SLF

Tendencias	Shocks	Estacionalidades
<ul style="list-style-type: none">• Tendencias poblacionales• Tendencias de los recursos naturales• Tendencias económicas nacionales e internacionales• Tendencias en gobernanza• Tendencias tecnológicas	<ul style="list-style-type: none">• <i>Shocks</i> naturales• <i>Shocks</i> económicos• Conflictos políticos o bélicos• Plagas en cultivos• Enfermedades en ganado• Pandemias humanas	<ul style="list-style-type: none">• Estacionalidad del consumo• Estacionalidad de la producción• Estacionalidad de precios• Estacionalidad de la oferta laboral

Fuente: Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (UK DFID).

2.4.1.2. Capitales

El SLF identifica las principales categorías de capitales involucradas en una dinámica de desarrollo:

2.4.1.2.1 Capital Humano

El capital humano incluye las habilidades, conocimientos, capacidad para trabajar y buena salud que les permite a las personas implementar estrategias para alcanzar objetivos en sus medios de vida. Asimismo, la disponibilidad del factor trabajo puede ser considerado como un componente del capital humano.

2.4.1.2.2. Capital Social

En el SLF, el capital social se refiere a los recursos sociales que utilizan las personas para alcanzar objetivos en sus medios de vida. El capital social incluye:

- a) **redes y conexiones**, ya sean verticales (patrón/cliente) u horizontales (entre individuos con intereses comunes) que incrementan la confianza de la gente y la habilidad para trabajar conjuntamente y expandir el acceso a instituciones;
- b) **membresía en grupos formales** que generalmente implica la adherencia a reglas, normas y sanciones mutuamente aceptadas.
- c) **relaciones de confianza, reciprocidad e intercambios** que facilitan la cooperación y reducen los costos de transacción.

2.4.1.2.3. Capital Natural

Capital natural es el término empleado para definir los *stocks* de recursos naturales a partir de los cuales se derivan flujos y servicios de dichos recursos que son necesarios para el desarrollo de los medios de vida, por ejemplo: tierra, bosques, recursos marinos y silvestres, agua, calidad del aire, protección de la erosión, asimilación de desechos, nivel de biodiversidad, etc.

2.4.1.2.4. Capital Físico

El capital físico comprende la infraestructura y bienes de capital utilizados para facilitar determinada dinámica de desarrollo, por ejemplo: transporte, viviendas y edificios, drenaje, sistemas de irrigación y provisión de agua, electricidad, carreteras, equipos de telecomunicaciones, etc.

2.4.1.2.5. Capital Financiero

El capital financiero incluye los *stocks* y flujos de recursos financieros que emplean las personas para alcanzar objetivos en sus medios de vida, por ejemplo: ahorros, ingresos, remesas, pensiones. Cabe destacar, que el capital financiero puede incluir recursos no monetarios que son considerados activos líquidos. Por ejemplo, es común en los estratos de ingresos bajos del medio rural que las familias utilicen animales como depósitos de ahorro (i.e. vacas, borregos, etc).

2.4.1.3. Estructuras y Procesos

El SLF considera la influencia de instituciones, organizaciones, políticas y legislación sobre las dinámicas de desarrollo. La tabla 2 muestra algunas de las sub-divisiones de los conjuntos de estructuras y procesos considerados en el SLF.

Cuadro 5. Estructuras y Procesos del SLF

Conjunto	Sub-división primaria	Sub-división secundaria
Estructuras	Sector Público	Órganos legislativos
		Órganos ejecutivos
		Órganos judiciales
		Agencias paraestatales
	Sector Privado	Corporaciones y empresas comerciales
		Sociedad civil
Procesos	Políticas	Macro
		Sectoriales
		Redistributivas
		Regulatorias
	Legislación	Acuerdos internacionales
		Legislación local
	Instituciones	Mercados
		Instituciones que regulan acceso a activos
		“Reglas del juego” dentro de las estructuras
	Cultura	Normas y creencias sociales

Fuente: Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (UK DFID).

2.4.1.4. Estrategias

Las estrategias representan la combinación de actividades y elecciones que llevan a cabo las personas para alcanzar los objetivos de sus medios de vida (incluyendo actividades productivas, estrategias de inversión, etc.)

2.4.1.5. Resultados

La dinámica de desarrollo de un medio de vida explica los resultados obtenidos en variables como los niveles de ingresos, bienestar, vulnerabilidad, sustentabilidad ambiental, sustentabilidad económica, etc, de las unidades de análisis.

2.4.2 Utilidad y Capitales del SLF

En la teoría microeconómica, generalmente la utilidad es función del consumo. Por otro lado, el consumo puede sostenerse mediante la combinación de los capitales utilizados por los agentes económicos para llevar a cabo sus estrategias generadoras de ingreso. Dichos capitales están incluidos en el marco analítico SLF y son: i) capital financiero; ii) capital físico; iii) capital social; iv) capital

humano; v) capital natural. Así, puede plantearse la siguiente maximización de utilidad vinculada al incremento de capitales:

$$\text{Max } U_t \{C_t(\overline{K}_t)\}$$

s.a.

$$k_t^f = k_{t-1}^f + \beta^f k_{t-1}^f$$

$$k_t^{fs} = k_{t-1}^{fs} + \beta^{fs} k_{t-1}^{fs}$$

$$k_t^s = k_{t-1}^s + \beta^s k_{t-1}^s$$

$$k_t^h = k_{t-1}^h + \beta^h k_{t-1}^h$$

$$k_t^n = k_{t-1}^n + \beta^n k_{t-1}^n$$

Donde:

U_t : Utilidad en el tiempo t

C_t : Consumo en el tiempo t

\overline{K}_t : Vector de capitales en el tiempo t

k_t^f : Capital financiero en el tiempo t

k_{t-1}^f : Capital financiero en el tiempo t-1

β^f : Coeficiente de incremento del capital financiero

k_t^{fs} : Capital físico en el tiempo t

k_{t-1}^{fs} : Capital físico en el tiempo t-1

β^{fs} : Coeficiente de incremento del capital físico

k_t^s : Capital social en el tiempo t

k_{t-1}^s : Capital social en el tiempo t-1

β^s : Coeficiente de incremento del capital social

k_t^h : Capital humano en el tiempo t

k_{t-1}^h : Capital humano en el tiempo t-1

β^h : Coeficiente de incremento del capital humano

k_t^n : Capital natural en el tiempo t

k_{t-1}^n : Capital natural en el tiempo t-1

β^n : Coeficiente de incremento del capital natural

En el apartado 5.3 de la presente investigación se evaluará la maximización de la utilidad de los productores pecuarios a partir de potenciales incrementos en sus capitales por el tipo de participación que tienen en la implementación de proyectos MDL.

2.5 Modelación de teoría de juegos para explicar las decisiones de agentes económicos

2.5.1 Tipos de juegos y terminología básica de teoría de juegos

Como se menciona en el cuadro n, la disciplina de teoría de juegos surge a mediados de los años 40's. La teoría de juegos ha sido ampliamente aplicada para explicar las decisiones de los agentes económicos ante un conjunto de posibilidades de elección al interactuar con otros agentes económicos.

Cuadro 6. Muy breve historia de la Teoría de Juegos (Pérez *et al*, 2004:3)

Suele considerarse que el nacimiento de la teoría de juegos como disciplina ocurre en 1944 con la publicación de *Game Theory and Economic Behaviour* de Von Neumann y Morgenstern, aunque hay trabajos anteriores como los de los matemáticos Zermelo (1913), Borel (1921) y del propio Von Neumann (1928), en los que ya se anticipaba parte de las bases de la Teoría de Juegos. También son de destacar los trabajos pioneros de economistas como Cournot (1838) y Edgeworth (1881). Von Neumann y Morgenstern establecen las bases de lo que actualmente se conoce como Teoría de Juegos clásica, proporcionando una solución para juegos de suma cero (aquellos en los que los jugadores se encuentran en conflicto absoluto) y estableciendo los fundamentos para el análisis de juegos con más de dos jugadores. En este sentido, crean una teoría unificada y sistemática que incluye como casos particulares las aportaciones anteriores, y que hace factible su desarrollo posterior. Ya en los años cincuenta, Nash aporta algunos de los conceptos más importantes (equilibrio de Nash y solución de negociación de Nash) para una gama más amplia de juegos (no sólo para aquellos que modelizan el conflicto puro), y en los años setenta investigadores como Selten (en los juegos dinámicos) y Harsanyi (en los juegos de información incompleta) desarrollan los conceptos que permitirán la aplicación fructífera de la teoría de juegos a la economía y otras disciplinas. En años recientes, la teoría de juegos ha recibido un gran respaldo académico, al recibir el Premio Nobel de Economía algunos de sus pioneros y practicantes (en 1994 Nash, Selten y Harsanyi, y en 1996 Vickrey y Mirlees). Aunque todavía persisten algunas polémicas sobre los fundamentos, la relevancia y la metodología de esta disciplina, sus métodos y conceptos se aplican con éxito a otros campos aparte de la economía, como la biología (¿no es preciso que los jugadores sean humanos!), la sociología y la ciencia política.

Existen dos tipos básicos de juegos, los cooperativos y los no cooperativos (Gibbons, 1992). De acuerdo a Pérez *et al* (2004:3) "...en el enfoque cooperativo se analizan las posibilidades de que algunos o todos los jugadores lleguen a un acuerdo sobre qué decisiones va a tomar cada uno, mientras que en el enfoque no cooperativo se analiza qué decisiones tomaría cada jugador en ausencia de acuerdo previo." Asimismo, dentro de los juegos no cooperativos pueden tenerse juegos estáticos y juegos dinámicos, y juegos con ó sin información completa (Pérez *et al*, 2003). Los juegos estáticos son aquellos en los que los jugadores toman sus decisiones simultáneamente, es decir, cada jugador decide sin saber que han decidido los otros (Pérez *et al*, 2003). Por otro lado, en los juegos dinámicos puede darse el caso de que un jugador conozca ya las decisiones de otro antes de decidir (Pérez *et al*, 2003). Finalmente, Pérez *et al* (2004:3) explica con relación a los tipos de juegos, que "...en los juegos con información completa, todos los jugadores conocen las consecuencias, para sí mismos y para los demás, del conjunto de decisiones tomadas, mientras que en los juegos con información incompleta, algún jugador desconoce alguna de esas consecuencias."

En el siguiente cuadro, se cita la terminología básica de teoría de juegos explicada por Pérez *et al* (2004).

Cuadro 7. Terminología básica de teoría de juegos (Pérez *et al*, 2004:4)

Jugadores: Son los participantes en el juego que toman decisiones con el fin de maximizar su utilidad. Son dos ó más.

Acciones de cada jugador: Son las decisiones que puede tomar cada jugador en cada momento en que le toque jugar. El conjunto de acciones de un jugador en cada momento del juego puede ser finito ó infinito.

Resultados del juego: Son los distintos modos en que puede concluir un juego. Cada resultado lleva aparejadas unas consecuencias para cada jugador.

Pagos: Cada jugador recibe un pago al acabar el juego, que depende de cuál haya sido el resultado del juego. El significado de dicho pago es la utilidad que cada jugador atribuye a dicho resultado, es decir, la valoración que para el jugador tienen las consecuencias de alcanzar un determinado resultado en el juego.

Estrategias. Perfiles de estrategias: Una estrategia de un jugador es un plan completo de acciones con las que éste podría proponerse participar en dicho juego. Un perfil de estrategias es un conjunto de estrategias, una por cada jugador.

Forma estratégica y forma extensiva: Son formas de describir un juego. Ambas especifican los jugadores, las acciones y los pagos. La forma estratégica (ó forma normal) organiza la descripción en forma rectangular, centrandó su énfasis en las estrategias de los jugadores (como si éstos fueran capaces de tomar todas sus decisiones a la vez), mientras que la forma extensiva lo hace en forma de árbol, resaltando la secuencia del juego, es decir, la manera en que se desarrollan o podrían desarrollarse las acciones de los jugadores para alcanzar los posibles resultados del juego.

2.5.2. Equilibrio de Nash

Gibbons (1992:8) ofrece la siguiente definición del equilibrio de Nash:

En el juego en forma normal de n jugadores, $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$, las estrategias (s_1^*, \dots, s_n^*) forman un equilibrio de Nash si, para cada jugador i , s_i^* es la mejor respuesta del jugador i (o al menos una de ellas) a las estrategias de los otros $n-1$ jugadores.

El equilibrio de Nash ha sido aplicado en la modelación económica de soluciones de negociación (Binmore *et al*, 1986; Chatterjee *et al*, 1987). Una de las aplicaciones del equilibrio de Nash en procesos de negociación ha sido el diseño de políticas y estrategias comerciales (Maggi, 1999), así como en la elaboración de contratos (Leach, 1992); en dichas aplicaciones ha sido recurrente la modelación con información incompleta (Palfrey *et al*, 1989) ó con información asimétrica (Caminal, 1990).

El equilibrio de Nash será aplicado en la presente investigación para comprender la toma de decisiones en la negociación establecida entre las empresas de productores pecuarios y las empresas que les propusieron implementar proyectos MDL.

2.5.3 Modelos de agente-principal

Los modelos de agente-principal implican información asimétrica entre los jugadores. El agente, quien es el jugador con mayor información, suele ser tomado como un prestador de servicios para el principal. Existe el riesgo moral de que el agente aproveche la mayor información que posee para engañar al principal (Ma, 1991). En este sentido, los modelos de agente-principal han sido aplicados en casos de corrupción (Olsen y Torsvik, 1998). Los modelos de agente-principal suelen aplicarse en relaciones contractuales donde se busca minimizar los incentivos para desviarse de los contratos (Haubrich, 1994; Sappington, 1991).

En la presente investigación se modelará como un problema de agente-principal el caso de la decisión de los administradores de CAITSA de aceptar la oferta de AgCert para implementar un proyecto MDL, y con ello rechazar la previa oferta de CDM-MEX. Cabe destacar que CDM-MEX le ofrecía una repartición equitativa a CAITSA de los beneficios obtenidos por la venta de bonos de carbono y electricidad residual, mientras que AgCert no ofrecía dicha repartición equitativa de beneficios a CAITSA. En este caso, los administradores, quienes son empleados de CAITSA, son el “agente”, mientras que los productores y dueños de dicha empresa son el “principal”.

Capítulo 3. Métodos de Investigación y Diseño

3.1 Casos de Estudio (Investigación de Campo)

3.1.1 Productores Pecuarios de “Posta El Cuatro” en Tepatitlán, Jalisco

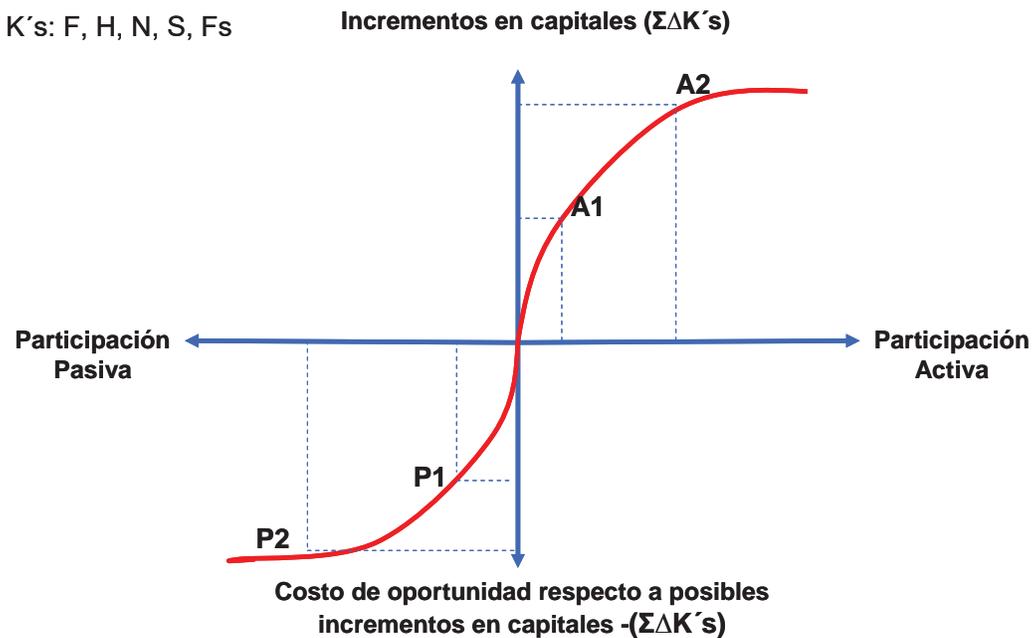
Se realizó investigación de campo con el grupo de productores que conforman la empresa pecuaria “Posta El Cuatro” S.A. de C.V. ubicada en Tepatitlán, Jalisco, la cual se dedica a la engorda de distintos tipos de animales, principalmente cerdos. Dichos productores se vincularon de forma pasiva en la implementación de un proyecto MDL con la empresa transnacional AgCert. Los productores no fueron informados de la existencia del Mercado Mundial de Carbono, ni de la intención ulterior de AgCert por implementar biodigestores para tratar el estiércol de sus animales, es decir generar bonos de carbono para venderlos a los países Anexo I del Protocolo de Kyoto. Asimismo, los productores no han recibido ninguna participación por la venta de los bonos de carbono obtenidos en el proyecto MDL que AgCert registró gracias a “Posta El Cuatro”. En este sentido, los productores de “Posta El Cuatro” representan un ejemplo de una participación pasiva de productores pecuarios en la implementación de un proyecto MDL. Cabe recordar que en una participación pasiva, los productores pecuarios permiten que algún actor externo implemente el proyecto MDL, sin negociar una distribución equitativa de ingresos con dicho actor. Así, la empresa que implementa el proyecto MDL obtiene todos, ó casi todos los beneficios financieros de dicho proyecto.

Mientras tanto, en una participación activa, los productores pecuarios contratan a alguna empresa para que les ayude a implementar el proyecto MDL, ó se asocian con alguna empresa para implementar dicho proyecto. En el primer caso, los productores obtienen los beneficios financieros derivados de dicho proyecto. En el segundo caso, los productores negocian una distribución equitativa de los beneficios financieros del proyecto con la empresa con la cual se asociaron.

El único beneficio que han obtenido los productores de “Posta El Cuatro” ha sido incrementos en su capital natural, ya que el estiércol de sus animales es manejado de forma higiénica mediante el uso de los biodigestores implementados por AgCert dentro del proyecto MDL. Sin embargo, en una participación activa los productores pueden obtener incrementos en otros capitales (humano, social, físico, financiero), además del incremento en su capital natural (beneficios por el manejo higiénico del estiércol). La siguiente gráfica (5) muestra la relación entre el tipo de participación de los productores

pecuarios en la implementación de proyectos MDL, y el impacto potencial en sus capitales. Una participación activa puede incrementar los distintos capitales de los productores. Mientras tanto, una participación pasiva tiene un costo de oportunidad para los productores, que puede ser expresado como incrementos negativos en sus capitales.

Gráfica 5. El impacto potencial en los capitales de productores pecuarios ante participaciones activas ó pasivas en la implementación de proyectos MDL

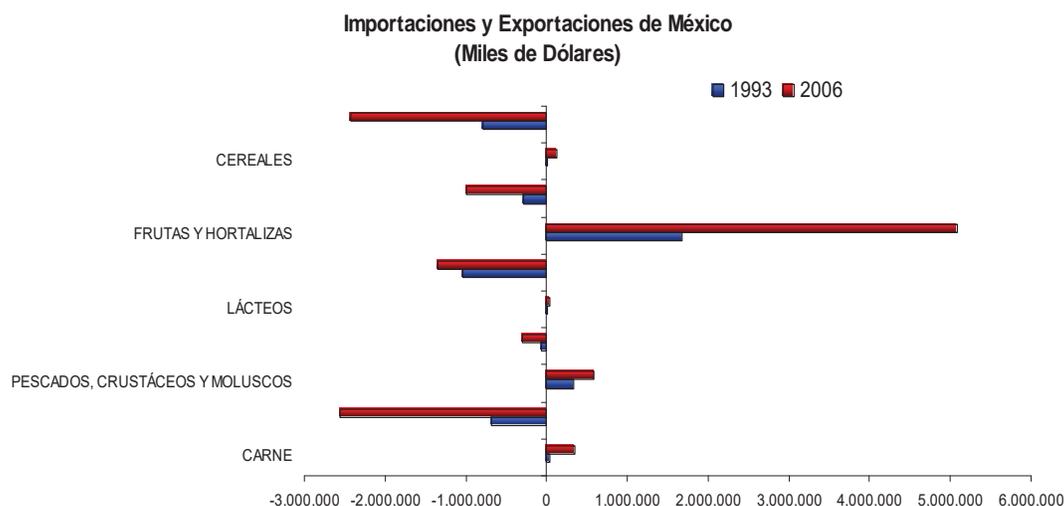


Cuando los productores pecuarios adoptan una participación activa en un proyecto MDL pueden obtener los siguientes incrementos en capitales:

Incrementos Potenciales en Capital Humano: Como ha sido mencionado, el capital humano se refiere a los conocimientos, habilidades, capacitación, información con que cuentan los agentes económicos. Al incursionar los productores pecuarios en un nuevo agronegocio pueden obtener nuevos conocimientos, incluyendo la experiencia de exportar. Como puede observarse en la gráfica 6, México es deficitario en cárnicos y lácteos, por lo cual el vincularse, aunque fuese indirectamente, en la exportación de bonos de carbono, podría representar para muchos productores pecuarios una primera experiencia con el proceso de exportación.

El que México sea deficitario en cárnicos y lácteos, se explica por diversos factores, entre los cuales podrían citarse las mayores ventajas comparativas, en dichos sectores, de los países con los que comercia México. Sin embargo, la falta de una cultura exportadora en los sectores de cárnicos y lácteos bien podría tener una participación, aunque fuese menor, en la explicación de la tendencia comercial de México en dichos sectores. Cualquier experiencia vinculada a la exportación, bien podría incentivar en algún grado la cultura exportadora de los productores pecuarios dedicados a la producción de cárnicos y lácteos en México. En este sentido, la participación activa de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL podría tener un doble impacto en el capital humano de los productores. En primer lugar, dicho capital humano podría incrementarse por los nuevos conocimientos que podrían adquirir los productores al vincularse en un nuevo agronegocio. En segundo lugar, su capital humano podría aumentar con las posibles habilidades adquiridas mediante la experiencia de producir algo que llegaría a ser comercializado internacionalmente.

Gráfica 6.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAVI-Economía.

Incrementos Potenciales en Capital Social: Como ha sido definido, el capital social se refiere a las relaciones cooperativas para impulsar una estrategia de subsistencia, como es el caso de una actividad económica. La participación activa de los productores pecuarios en los proyectos MDL puede generar incrementos en su capital social cuando grupos de productores deciden unirse para desarrollar un

proyecto de este tipo conjuntamente y así poder alcanzar economías de escala en su implementación. Como será explicado en el capítulo 5, existe un tamaño mínimo óptimo de proyecto pecuario MDL, el cual implica poder producir determinada cantidad de bonos de carbono. Algunos productores no tendrían por sí solos la capacidad de alcanzar el tamaño mínimo óptimo de un proyecto MDL. Sin embargo, si determinado número de productores se unen, entonces pueden alcanzar este tamaño mínimo óptimo de proyecto. En este sentido, los proyectos MDL pueden ser implementados aún por pequeños productores pecuarios, siempre y cuando éstos se unan de forma cooperativa para alcanzar al menos el tamaño mínimo óptimo de proyecto. Así, esta dinámica de cooperación que puede surgir entre productores pecuarios al implementar proyectos MDL, estaría incrementando el capital social de dichos productores. Cuando los productores cuentan con un mayor capital social, aumentan sus posibilidades de alcanzar economías de escala para emprender negocios en alianzas estratégicas. Tal sería el caso de una alianza estratégica para implementar un proyecto MDL, lo cual intertemporalmente podría sentar las bases para futuras alianzas entre productores para emprender otro tipo de negocios. Por otro lado, cuando los productores pecuarios participan pasivamente en la implementación de proyectos MDL, se elimina la posibilidad de que a partir de dicho proyecto incrementen su capital social.

Incrementos en Capital Físico: Como ha sido mencionado, el capital físico se refiere a la infraestructura, equipo y herramientas con que cuentan los agentes económicos. Cuando los productores tienen una participación pasiva en la implementación de un proyecto MDL, la infraestructura y equipo utilizados le pertenece a la empresa que dirige y registra dicho proyecto. En los proyectos de manejo de desechos animales, el metano se captura a través de la descomposición anaeróbica del estiércol animal utilizando biodigestores. Los biodigestores consisten en una fosa de aproximadamente 6 metros de profundidad, con dimensiones variables. Un biodigestor para el tratamiento del estiércol de 12,000 cerdos tiene una dimensión aproximada de 95x45 metros. El estiércol animal se introduce a la fosa por un tubo de PVC. Adicionalmente, se adaptan “respiradores” para evitar que se tapen los tubos de entrada y salida. La fosa es cubierta con lonas de hule para evitar que el metano liberado en el proceso de descomposición se emita a la atmósfera. El metano se concentra en la fosa cubierta que prácticamente se “infla” por la presión ejercida por el gas, y pasa a la tubería que lo conduce al quemador.

Se contabilizan las toneladas quemadas de metano, las cuales se multiplican por su equivalencia en toneladas de carbono y el resultado serán los bonos de carbono que podrán ser vendidos. Se construye una fosa adicional, llamada “laguna”, que recibirá por gravedad los fluidos filtrados del proceso. Estos líquidos pueden ser utilizados como agua de riego. Los sedimentos sólidos del biodigestor son extraídos periódicamente y pueden ser utilizados como fertilizante orgánico. A continuación se presentan las imágenes de dos de los biodigestores construidos en la empresa porcícola “Posta El Cuatro”, los cuáles le pertenecen a la empresa que implementó el proyecto MDL, es decir, AgCert.

Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6



Imagen 7



Imagen 8



Imagen 9



Imagen 10



Imagen 11



Imagen 12



Imagen 13



Imagen 14



Cabe destacar que el terreno donde se instalan los biodigestores le pertenece a los productores pecuarios que aportan el insumo para que se desarrolle el proyecto MDL. En este sentido, las empresas que implementan dichos proyectos aprovechan terreno de los productores, sin tener que pagar una renta por ello. El metano capturado por los biodigestores anaeróbicos puede utilizarse para producir electricidad. Existen perspectivas favorables para la co-generación de electricidad ya que la Ley de Bioenergéticos ha sido aprobada⁴. En este sentido, las fuentes renovables de energía podrán adquirir relevancia y abrirán nuevas oportunidades de negocio que podrán vincularse al mercado de carbono.

⁴ El 1 de Febrero de 2008 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Bioenergéticos.

Sin embargo, cuando se realizó la investigación de campo en “Posta el Cuatro”, ninguno de los 19 proyectos de biodigestores anaeróbicos en granjas de cerdos que habían sido registrados o estaban en proceso de registro ante la SEMARNAT, tenían la infraestructura para producir electricidad a partir del metano capturado. Según técnicos de AgCert y personal de “Posta El Cuatro”, si la empresa porcícola deseara producir electricidad, ésta debería realizar la inversión en la infraestructura requerida para dicho fin. De acuerdo a la información obtenida con personal de la empresa Geosistemas Ambientales, actualmente se comienza a incursionar en la generación de electricidad a partir del metano en proyectos pecuarios MDL, siendo las empresas que han implementado dichos proyectos las que están obteniendo las ganancias por esta generación de electricidad. En este sentido, cuando los productores pecuarios adoptan una participación pasiva en la implementación de los proyectos MDL, no incrementan su capital físico. Mientras tanto, si los productores adoptaran una participación activa en dichos proyectos, serían los dueños total ó parcialmente del equipo e infraestructura utilizada. Asimismo, los productores pecuarios podrían incrementar aún más su capital físico al utilizar adaptar infraestructura especializada para generar electricidad a partir del metano obtenido en los biodigestores.

Incrementos en Capital Financiero: Como ha sido mencionado, el capital financiero se refiere a los flujos de ingresos ó stocks de activos líquidos con los que cuentan los agentes económicos. Los productores pecuarios que adoptan una participación activa en la implementación de proyectos MDL pueden obtener mayores incrementos en su capital financiero que aquellos productores que desempeñan un rol pasivo en dichos proyectos. Las ganancias financieras de los proyectos MDL pueden provenir de la venta de bonos de carbono y de la venta de electricidad generada a partir del biogás (metano). Los ingresos obtenidos en el proyecto implementado en “Posta El Cuatro”, por ejemplo, han sido acaparados en su totalidad por la empresa transnacional AgCert. El caso de los productores de “Posta El Cuatro” se ha replicado en la mayoría de los proyectos en los cuales AgCert ha participado, asociándose con productores pecuarios que han adoptado una participación pasiva. Según personal de AgCert, dicha empresa podría ofrecerles el 10% de las ganancias de bonos de carbono a los productores; sin embargo, esta propuesta no ha podido ser confirmada con productores que hayan participado en proyectos con AgCert. Si los productores adoptan una participación activa en un proyecto MDL, éstos pueden obtener las ganancias devengadas de la venta de bonos de carbono, ó al menos pueden quedarse con una proporción equitativa de dichas ganancias si es que se asocian con alguna empresa para implementar el proyecto. Por otro lado, como ha sido mencionado, los proyectos

MDL pueden generar ingresos adicionales por la venta de la electricidad producida con el metano obtenido en los biodigestores. Cuando los productores mantienen una participación pasiva en un proyecto MDL, los beneficios de la venta de electricidad son aprovechados por la empresa con la cual se asocian. Mientras tanto, si los productores adoptan una participación activa en un proyecto MDL, éstos pueden autoabastecerse, parcial ó totalmente, con relación a sus requerimientos de electricidad. Asimismo, existe la posibilidad de que dichos productores puedan vender la electricidad residual, siguiendo la normatividad de la Comisión Federal de Electricidad. En este sentido, si los productores pecuarios adoptan una participación activa en la implementación de proyectos MDL pueden obtener mayores incrementos en su capital financiero respecto a lo que pueden obtener manteniendo una participación pasiva en dichos proyectos.

Incrementos en Capital Natural: Como ha sido mencionado, el capital natural se refiere a los “activos” ambientales, de biodiversidad y demás recursos naturales con los que cuentan los agentes económicos. Aparentemente, los productores pecuarios podrían obtener un beneficio similar en términos de incremento en su capital natural tanto con una participación pasiva como activa. La instalación de biodigestores permite un manejo higiénico del estiércol de los animales de las granjas ó establos de los productores. Así, se puede evitar la contaminación de corrientes de agua, la proliferación de insectos, la presencia de potenciales focos de infección, etc. Sin embargo, cuando los productores adoptan una participación activa en los proyectos MDL, existe la posibilidad de que aumenten aún más su capital natural respecto a una participación pasiva. Lo anterior, se debe a que las empresas transnacionales que han llegado a implementar proyectos pecuarios MDL en México tienen un modelo estándar de negocio que no incluye el reciclado del agua a un nivel de purificación similar al del agua entubada. Mientras tanto, cuando los productores llevan la iniciativa en el proyecto, éstos pueden contratar los servicios de empresas que además de instalarles los biodigestores, también pueden diseñar sistemas para reciclar y purificar el agua proveniente del estiércol animal. En estos casos, el agua reciclada puede ser utilizada por los productores para diversas actividades, como la limpieza de los corrales de los animales. En este sentido, si los productores pecuarios adoptan una participación activa en los proyectos MDL también pueden incrementar aún más su capital natural, con relación a una participación pasiva en dichos proyectos.

El caso de estudio de los productores de “Posta El Cuatro” ejemplifica la participación pasiva de productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL. Mientras tanto, el caso de estudio de los productores del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo (CAITSA) estaba pensado para representar una participación activa de productores pecuarios en proyectos MDL. Sin embargo, como será explicado a continuación, CAITSA terminó adoptando una participación pasiva al igual que “Posta El Cuatro”.

3.1.2 Productores Pecuarios de CAITSA en Tizayuca, Hidalgo

El Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo S.A. de C.V. (CAITSA) es una empresa que le pertenece a los productores lecheros del municipio de Tizayuca. Sin embargo, los productores han contratado a personal administrativo para que dirija la empresa.

En este sentido, los administradores de CAITSA son únicamente empleados de los productores lecheros. Como será explicado con detalle en el capítulo 5 de la presente investigación, se estima que el caso de CAITSA puede analizarse como un modelo de información asimétrica entre un agente (administradores = empleados) y un principal (productores = dueños de CAITSA). A continuación se describen la sucesión de eventos que acontecieron para que CAITSA terminase adoptando una participación pasiva en un proyecto MDL, aún cuando estuvo a punto de adoptar una participación activa.

En julio de 2006, la empresa mexicana CDM-MEX S.P.R. de R.L. de C.V. contacto a los administradores de CAITSA para ofrecerles implementar un proyecto MDL. Los administradores argumentaron que ya tenían varias ofertas de empresas extranjeras ó transnacionales para realizar ese tipo de proyecto. Personal de CDM-MEX cuestionó a los administradores de CAITSA sobre si las empresas que les ofrecían implementar el proyecto MDL les habían hablado del Mercado Mundial de Carbono; la respuesta fue negativa. Así, CDM-MEX le ofreció a los administradores de CAITSA que adoptaran una participación activa en la implementación del proyecto, explicándoles las ventajas que podían obtenerse al vincularse al comercio internacional de bonos de carbono. Asimismo, la propuesta de CDM-MEX incluyó la repartición en partes iguales de las ganancias del proyecto, bajo un escenario en el que CAITSA no tendría que aportar inversión monetaria. Cabe destacar, que las propuestas del resto de las empresas no incluían ninguna repartición de ingresos con CAITSA, aún cuando tampoco CAITSA aportaría una inversión monetaria para implementar el proyecto.

En un inicio, la propuesta de CDM-MEX fue bien recibida por los administradores de CAITSA; a tal grado que ambas empresas acordaron firmar un contrato para la implementación de un proyecto MDL. En dicho contrato se estipulaba que CDM-MEX cubriría el 100% de la inversión monetaria requerida para implementar el proyecto. Asimismo, quedaba estipulado que CDM-MEX invertiría gradualmente en la infraestructura requerida para generar electricidad a partir del biogás obtenido en los biodigestores. Se indicaba que en primer lugar se abastecería el requerimiento total de electricidad de CAITSA, mientras que la electricidad residual sería vendida. Finalmente, el contrato señalaba que las ganancias obtenidas tanto de la venta de bonos de carbono, como de la venta de electricidad residual serían repartidas en partes iguales entre CDM-MEX y CAITSA. Sin embargo, a pesar de que en un inicio los administradores de CAITSA reconocieron que la propuesta de CDM-MEX era mucho más justa que la del resto de las empresas, y estaban agradecidos por que CDM-MEX les explicara el trasfondo del negocio que representaba implementar un proyecto MDL, dichos administradores comenzaron a evadir a CDM-MEX respecto a la firma del contrato.

Finalmente, y tras semanas de renuencia de los administradores de CAITSA de hablar con personal de CDM-MEX, ésta última empresa fue informada que CAITSA había optado por implementar el proyecto MDL con la empresa estadounidense-irlandesa AgCert. Como es sabido, AgCert no contempla ofrecer una repartición equitativa de los ingresos obtenidos por bonos de carbono ó electricidad con los productores con quienes se asocia para implementar proyectos MDL. En este sentido, se estima que lo acontecido con el cambio de decisión de los administradores de CAITSA puede analizarse como un caso de información asimétrica entre un agente (administradores = empleados) y un principal (productores = dueños de CAITSA), donde la maximización de utilidad del agente no corresponde con la maximización de utilidad del principal, y existe un problema de riesgo moral por parte del agente para maximizar su utilidad a costa de sacrificar la utilidad del principal.

3.2 Combinación de Métodos Cualitativos y Cuantitativos

La presente tesis pretende combinar las fortalezas de los métodos de investigación cualitativos y cuantitativos. Creswell (1994) sintetiza los propósitos para combinar métodos de investigación cualitativos y cuantitativos en un mismo estudio:

Triangulación, en el sentido clásico de buscar convergencia entre resultados.

Complementariedad, ya que diferentes facetas de un fenómeno pueden emerger y se pueden traslapar.

Conectividad, ya que un método (i.e. cualitativo) puede utilizarse primero para sentar las bases que permitirán utilizar el otro (i.e. cuantitativo).

Iniciación, verificando si emergen contradicciones y nuevas perspectivas en la investigación.

Expansión, ya que la combinación de métodos puede incrementar el alcance y profundidad del estudio.

Los siguientes apartados explicarán cuáles son los métodos de investigación cualitativos y cuantitativos empleados en el presente estudio.

3.2.1. Métodos Cualitativos

3.2.1.1. Entrevistas

Se efectuaron entrevistas con personas claves de las empresas pecuarias de los casos de estudio. Asimismo, se efectuaron entrevistas con expertos en la implementación física de proyectos MDL; expertos en ganadería; funcionarios públicos involucrados en el tema de los proyectos MDL; etc. El listado de las personas clave entrevistadas puede consultarse en el anexo 4 de esta tesis.

La información obtenida en las entrevistas permite desarrollar otro método cualitativo, el del análisis discursivo. Asimismo, a partir de las entrevistas se obtuvieron datos cuantitativos que son utilizados en los diversos análisis efectuados en la presente investigación. El anexo 5 de esta tesis presenta un resumen de preguntas clave, respondidas en las entrevistas, que aportaron datos cuantitativos.

3.2.1.2 Análisis Discursivo

El análisis discursivo es un método cualitativo frecuentemente utilizado durante la presente investigación.

3.2.2 Métodos Cuantitativos

3.2.2.1 Modelación

3.2.2.1.1 Modelación Matemática

La modelación matemática es uno de los métodos cuantitativos utilizados en el análisis efectuado en esta investigación. Por ejemplo, a partir del modelo Heckscher-Ohlin, se desarrolla un modelo algebraico para explicar cómo se obtiene la dotación relativa del recurso “bonos de carbono” de los

países. Asimismo, se desarrollan modelos de evaluación financiera y económica, a los cuales les fue aplicado un análisis de sensibilidad. Finalmente, se desarrolla un modelo estático de maximización de la utilidad, utilizando como variables los capitales de los agentes económicos explicados por el marco analítico SLF, con la finalidad de comparar el impacto del tipo de participación de productores pecuarios (activa ó pasiva) en proyectos MDL con relación a su utilidad.

3.2.2.1.2 Modelación Econométrica

La modelación econométrica es utilizada para el cálculo de pronósticos mediante el método de suavización exponencial. Dicho método es utilizado para estimar pronósticos econométricos de la variable emisión equivalente de CO₂ de diversos países.

Para obtener pronósticos econométricos a partir de series tiempo, y sin recurrir a los modelos de regresión, es utilizada la técnica de suavización exponencial, la cual consiste en un método simple de pronosticación adaptativa (Greene, 2003; Quantitative Microsoft Software, 2004). En la presente investigación se utilizó la técnica de suavización exponencial para completar series de tiempo mediante pronósticos econométricos. Así, se obtuvieron pronósticos para las series de las siguientes variables mediante el paquete econométrico E-Views versión 5:

- 1) Emisión de gases de efecto invernadero en países del Anexo I del Protocolo de Kyoto, así como en algunos países no Anexo I, incluyendo México.
- 2) Inventarios de ganado bovino y porcino en México.

El siguiente cuadro sintetiza las distintas opciones de pronóstico a partir de la técnica de suavización exponencial. Como indica Greene (2003), la mayoría de las series económicas presentan fuertes tendencias, por lo cual no son estacionarias. Las series analizadas en esta investigación presentan tendencias, y las pruebas Dickey-Fuller aplicadas a dichas series (Anexo 2) indican que no son estacionarias. Sin embargo, existe la posibilidad de efectuar pronósticos en series de tiempo con tendencia mediante los modelos de suavización exponencial de alto orden (Levenbach, H. y Clearly, J, 1981). El tipo de modelo aplicado para realizar los pronósticos de las series utilizadas en esta tesis es el modelo de suavización exponencial de alto orden Holt-Winters Aditivo.

Cuadro 8. Pronósticos econométricos mediante la técnica de suavización exponencial

La técnica de suavización exponencial permite la obtención de pronósticos econométricos mediante distintos modelos:

Suavización Simple (un parámetro). La suavización exponencial simple es apropiada para series que se mueven aleatoriamente por arriba ó debajo de una media constante, sin tendencia ni patrones estacionales. La serie suavizada y^*_t de y_t se obtiene mediante iteraciones, al evaluar:

$$y^*_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) y^*_{t-1}$$

Donde $0 < \alpha \leq 1$ es el factor de suavización. Mientras más pequeño es α , más suavizada es la serie y^* .

Suavización Doble (un parámetro). Este método aplica la suavización simple dos veces (usando el mismo parámetro) y es apropiado para series con tendencia lineal. La doble suavización de la serie y se define por las iteraciones:

$$S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}$$

$$D_t = \alpha S_t + (1 - \alpha) D_{t-1}$$

Donde S es la serie con suavización simple y D es la serie con suavización doble. La doble suavización es un método de suavización con un parámetro con un factor de suavización $0 < \alpha \leq 1$.

Holt-Winters Multiplicativo (tres parámetros). Este método es apropiado para series con tendencia temporal lineal y variación estacional multiplicativa. La serie suavizada y^* está dada por:

$$y^*_{t+k} = (a + bk) C_{t+k}$$

Donde:

a: componente permanente (intercepto)

b: tendencia

ct: factor estacional multiplicativo

Holt-Winters Aditivo (tres parámetros). Este método es apropiado para series con tendencia temporal lineal y variación estacional aditiva. La serie suavizada y^* está dada por:

$$y^*_{t+k} = a + bk + C_{t+k}$$

Donde:

a: componente permanente (intercepto)

b: tendencia

ct: factor estacional aditivo

Holt-Winters No Estacional (dos parámetros). Este método es apropiado para series con tendencia temporal lineal sin variación estacional. Este método es similar al de suavización doble, ya que ambos generan pronósticos con tendencia lineal, más sin componente estacional. El método de suavización doble es más parsimonioso a partir de que utiliza un solo parámetro, mientras que el método Holt-Winters No Estacional utiliza dos parámetros. La serie suavizada y^* está dada por:

$$y^*_{t+k} = a + bk$$

Donde:

a: componente permanente (intercepto)

b: tendencia

Fuentes: Greene (2003); Quantitative Microsoft Software (2004).

3.2.1.1.3 Modelación de Teoría de Juegos

La modelación de teoría de juegos es aplicada para explicar la decisión de adoptar una participación pasiva por parte de los productores pecuarios en proyectos MDL, y para analizar bajo que contexto dichos productores optarían por una participación activa. Asimismo, se utiliza la modelación de teoría de juegos para analizar el caso de CAITSA bajo el esquema agente-principal.

3.2.2.2 Programas Computacionales Utilizados

Se utilizó el paquete econométrico E-Views (versión 5) para realizar pronósticos de series de tiempo. Asimismo, se utilizó el programa Crystal-Ball (versión 2000.2.2) para realizar los análisis de sensibilidad de las evaluaciones financieras y económicas de proyectos MDL.

Capítulo 4. Análisis

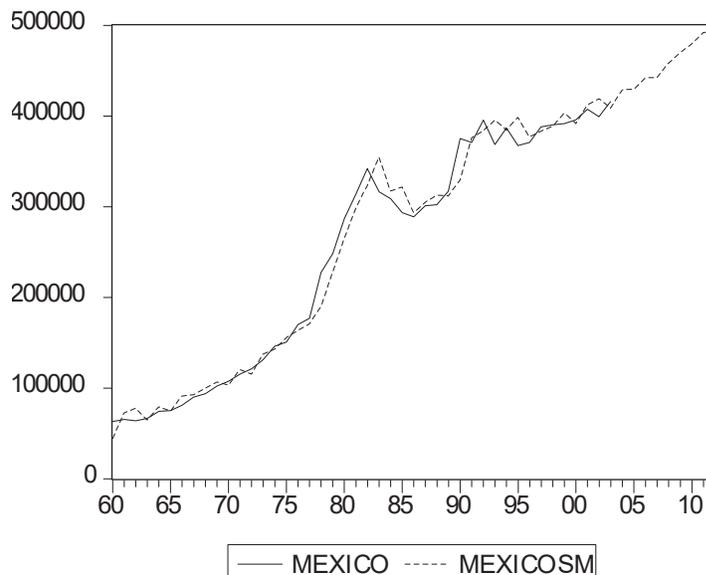
4.1. El Modelo Heckscher-Ohlin y la Dotación Relativa del Recurso “Bonos de Carbono”

El modelo Heckscher-Ohlin argumenta que los patrones de comercio dependen de las dotaciones relativas de recursos entre los países. El siguiente análisis mostrará cuáles son las dotaciones relativas del recurso “bonos de carbono” de los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto⁵, así como de algunos países que no forman parte de dicho anexo, incluyendo México.

4.1.1 Estimación de pronósticos de las series de emisiones equivalentes de CO2

En primer lugar, fue necesario elaborar pronósticos econométricos para completar las series de la variable emisiones equivalentes de bióxido de carbono (CO2). Los Indicadores de Desarrollo del Banco Mundial cuentan con series históricas de dichas emisiones para el período 1960-2003. Por lo tanto, se elaboraron pronósticos para completar la serie hasta el año 2012, fecha en la que concluirá el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto. Los pronósticos econométricos fueron realizados mediante la técnica de suavización exponencial, la cual fue explicada en el capítulo tercero de la presente investigación.

Gráfica 7. Pronósticos de las emisiones equivalentes de CO2 de México



⁵ El anexo 1 de la tesis enumera los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto.

Se utilizó el paquete económico E-Views (versión 5) para realizar los pronósticos de las series de tiempo mencionadas. La gráfica 7 muestra los pronósticos de las emisiones equivalentes de CO₂ de México hasta el año 2012. Las gráficas de los pronósticos de los países Anexo I del Protocolo de Kyoto, y de algunos países no Anexo I pueden ser consultadas en el anexo 2 de esta tesis. Asimismo, las series de las emisiones equivalentes de CO₂ de dichos países para el período 1960-2012 pueden ser consultadas en el anexo 3 de la presente investigación.

4.1.2 Estimación de la dotación relativa disponible del recurso “bonos de carbono”

Cuando con los pronósticos calculados pudieron completarse las series de emisiones equivalentes de CO₂ hasta el año 2012, pudo calcularse la dotación relativa disponible del recurso “bonos de carbono” para los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto y para algunos países no Anexo I, incluyendo México. Dicha dotación relativa se calculó de la siguiente forma:

- a) Estimación del potencial anual de reducción de emisiones equivalentes de CO₂.** De acuerdo al Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR), México tiene un potencial anual de reducciones equivalentes de CO₂ de 100 millones de toneladas a partir de la implementación de proyectos MDL. Dicha cifra corresponde al 22.61% de las emisiones equivalentes de CO₂ estimadas para México en 2007. Se utilizó el parámetro 22.61% para estimar el potencial anual de reducción de emisiones equivalentes de CO₂ para los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto (por medio de proyectos de implementación conjunta), y para algunos países no Anexo I seleccionados (por medio de proyectos MDL). En este sentido, se estableció el supuesto de que el potencial de reducción de México es similar al del resto de los países analizados.

- b) Estimación de las emisiones anuales equivalentes de CO₂ que deben reducir los países.** Los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto se comprometieron inicialmente a reducir en promedio al menos en 5% sus emisiones equivalentes de CO₂ durante 2008-2012 con relación a sus emisiones de 1990. Sin embargo, en 2007 la Unión Europea anunció que incrementaba sus metas de reducción de 5% a 20% con relación a sus emisiones de 1990. A partir de las metas de reducción de los países del Anexo I dentro del Protocolo de Kyoto, se calcularon las reducciones de emisiones anuales para dichos países en el primer período de compromiso de Kyoto que abarcará 2008-2012.

Los países que no forman parte del Anexo I del Protocolo de Kyoto no tienen que cumplir, hasta la fecha, con metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

c) Estimación de las compras ó ventas de bonos de carbono de los países. Al restar i) las emisiones anuales equivalentes de CO2 que deben reducir los países, de ii) su potencial de reducción anual de emisiones, se obtiene iii) la cantidad de bonos de carbono que pueden venderse (si la cifra es positiva) ó que deben comprarse (si la cifra es negativa).

d) Estimación de la dotación relativa del recurso “bonos de carbono”. Al dividir i) la cantidad de bonos de carbono que pueden venderse ó que debi eran comprarse para cumplir con las metas de Kyoto, entre ii) el potencial de reducciones de emisiones de los países, se obtiene iii) la dotación relativa del recurso “bonos de carbono” para cada país. El cálculo anterior se realizó para cada año del primer período de compromiso de Kyoto (2008-2012), y después se obtuvo el promedio de dicho período. Los países con una dotación relativa del recurso “bonos de carbono” positiva, son aquellos que podrán ser vendedores netos; mientras tanto, los países con una dotación relativa negativa serán compradores netos de dicho recurso.

Bajo el supuesto de que en cada año dentro del primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto (2008-2012), los países tendrán una reducción de emisiones homogénea, las siguientes ecuaciones expresan el cálculo de la dotación relativa del recurso “bonos de carbono”:

$$\alpha_t^i = \mu_t^i - \Delta \mu_{1990}^i \dots\dots\dots (1)$$

$$\phi_t^i = \Omega \mu_t^i \dots\dots\dots (2)$$

$$\psi_t^i = \phi_t^i - \alpha_t^i \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta_t^i = \frac{\psi_t^i}{\phi_t^i} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

α_t^i : Cantidad de emisiones anuales equivalentes de CO2 que debe reducir el país i para cumplir con sus metas dentro del Protocolo de Kyoto en el tiempo t (donde t=2008,..., 2012).

μ_t^i : Emisiones anuales equivalentes de CO2 del país i en el tiempo t (donde t=2008,..., 2012).

μ_{1990}^i : Emisiones equivalentes de CO2 del país i el año 1990.

Δ : Parámetro vinculado a las metas de reducción de emisiones dentro del Protocolo de Kyoto ($\Delta=0.8$ para países de la Unión Europea; $\Delta=0.95$ para el resto de los países del Anexo I).

Ω : Parámetro que expresa la proporción de emisiones equivalentes de CO2 que pueden reducirse anualmente por medio de proyectos MDL ó de implementación conjunta, con relación a las emisiones de cada país. Se utilizó el supuesto de que el parámetro estimado para México (22.61%) sería similar para el resto de países analizados.

ϕ_t^i : Potencial estimado de reducción anual de emisiones equivalentes de CO2 del país i en el tiempo t (donde t=2008,..., 2012).

ψ_t^i : Cantidad de bonos de carbono que podría vender ó que debería comprar el país i para cumplir con sus metas de reducción de emisiones dentro del Protocolo de Kyoto en el tiempo t (donde t=2008,..., 2012).

θ_t^i : Dotación relativa del recurso “bonos de carbono” del país i en el tiempo t (donde t=2008,..., 2012).

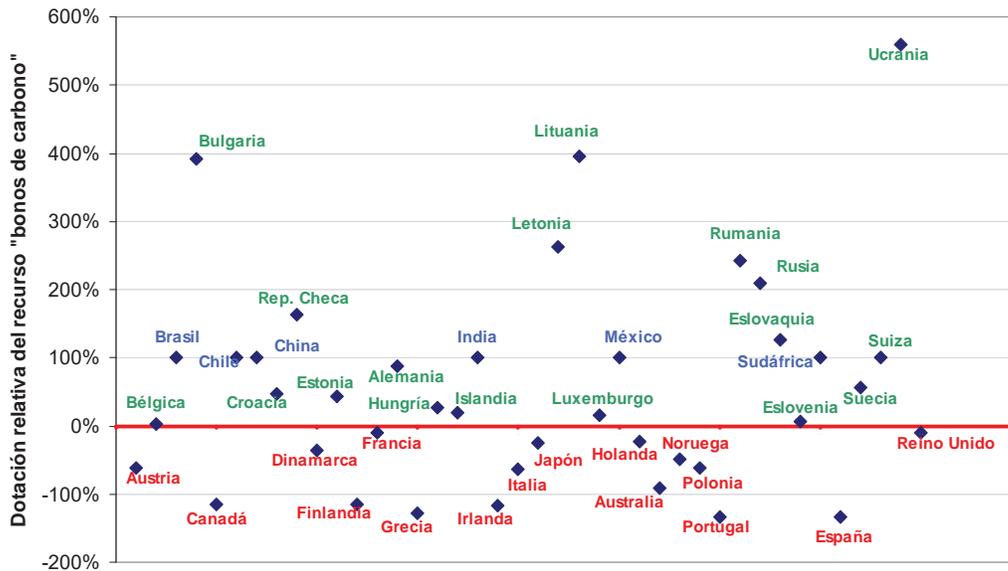
La siguiente gráfica representa las dotaciones relativas del recurso “bonos de carbono” para los países que conforman el Anexo I del Protocolo de Kyoto, y para algunos países no Anexo I, incluyendo México. Aquellos países con una dotación relativa de bonos de carbono positiva, pueden considerarse vendedores netos de dicho *commodity*; mientras tanto, los países con una dotación relativa negativa, pueden considerarse compradores netos de bonos de carbono. Los países no Anexo I, entre ellos México, son vendedores netos de bonos de carbono y tienen una dotación relativa del recurso igual a 1 ó 100%, es decir, que pueden vender el total de sus reducciones potenciales de CO2 originadas en proyectos MDL ya que no tienen que cumplir con metas de reducción en Kyoto. Mientras tanto, existen algunos países del Anexo I que igualmente son vendedores netos de dicho recurso, y sin embargo tienen una dotación relativa mayor que 1 ó 100%.

Estos países tienen una dotación relativa de bonos de carbono mayor que 100% debido a que sus emisiones actuales equivalentes de CO2 son considerablemente menores que sus emisiones del año 1990. En este sentido, dichos países han sobre pasado sus metas de reducción de CO2 dentro del Protocolo de Kyoto, y pueden vender sus excedentes de reducciones junto con aquellas reducciones adicionales originadas en proyectos de implementación conjunta.

Por otro lado, existen países del Anexo I que aunque pueden ser vendedores netos de bonos de carbono tienen una dotación relativa del recurso menor a 1 ó 100%. Estos países pueden haber alcanzado sus metas de Kyoto con su tendencia actual de emisiones, ó pueden tener un potencial de reducción de emisiones a partir de proyectos de implementación conjunta mayor que la cantidad de bonos de carbono que requieren para cumplir con sus metas de reducción. Finalmente, existen países del Anexo I que son compradores netos de bonos de carbono.

Gráfica 8.

Dotación relativa del recurso "bonos de carbono"



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.

Los datos del portal PointCarbon (www.pointcarbon.com) concierne ntes a qué países del Anexo I son los tres principales vendedores de bonos de carbono a partir de proyectos de implementación conjunta

(Rumania, Bulgaria, Ucrania) refuerzan los cálculos obtenidos en este apartado, ya que estos países tienen algunas de las mayores dotaciones relativas del recurso “bonos de carbono”.

Por otro lado, cabe destacar que aunque México tiene la misma dotación relativa de bonos de carbono que el resto de países no Anexo I, y aún cuando tiene una dotación absoluta de dicho recurso mayor que la de países como Chile ó Brasil, nuestro país no figura entre los principales vendedores de dicho recurso a partir de proyectos MDL. De acuerdo a PointCarbon, China, India y Chile son los principales países no Anexo I en términos de venta de bonos de carbono a partir de proyectos MDL.

Puede concluirse que el modelo Heckscher-Ohlin es útil para predecir patrones de comercio internacional a partir de dotaciones relativas de recursos. Asimismo, cabe destacar que la dotación relativa de recursos no puede explicar por completo los patrones del comercio internacional. El caso de México ejemplifica este último punto. Las políticas públicas de impulso a la implementación de proyectos MDL en países con dotaciones relativas del recurso “bonos de carbono” iguales a la de México pueden explicar las mayores exportaciones de estos países dentro del Mercado Mundial de Carbono con relación a México.

4.2 Análisis de Sensibilidad en Evaluaciones Financieras y Económicas de Proyectos MDL

4.2.1 Evaluación Financiera del Proyecto CAITSA – CDM-MEX con Participación Activa de los Productores Pecuarios y sin Generación de Electricidad

Como se explicó en el capítulo 4, el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo (CAITSA) recibió una oferta por parte de la empresa mexicana CDM-MEX para implementar un proyecto MDL. CDM-MEX propuso a los administradores de CAITSA que a diferencia de lo que sucede cuando empresas extranjeras vienen a implementar proyectos MDL con productores pecuarios mexicanos, en este caso los productores de CAITSA adoptarían una participación activa en el proyecto. Para comenzar CDM-MEX se dio a la tarea de explicarle a los administradores de CAITSA en qué consistía el Mercado Mundial de Carbono, y cómo se vinculaba la implementación de un proyecto MDL con dicho mercado. Asimismo, una vez que CDM-MEX explicó las potenciales ganancias que podían obtenerse con un proyecto MDL, propuso a los administradores de CAITSA que dichas ganancias fueran repartidas equitativamente entre ambas empresas. Al igual que en las propuestas de

empresas extranjeras cuando los productores adoptan una participación activa en proyectos MDL, CDM-MEX incurriría en todos los gastos monetarios de inversión para implementar el proyecto.

A continuación se presentará la evaluación financiera del proyecto MDL CAITSA – CDM-MEX, el cual no se llevó a cabo ya que, como fue explicado en el capítulo 4, los administradores de CAITSA optaron por implementar el proyecto MDL con la empresa estadounidense-irlandesa AgCert, aún a costa de que los productores de CAITSA adoptaran una participación pasiva en dicho proyecto. En la siguiente evaluación se considera el escenario donde no se genera electricidad a partir del biogás obtenidos en los biodigestores.

La finalidad de realizar la evaluación financiera del proyecto CAITSA – CDM-MEX radica en demostrar que un proyecto pecuario MDL puede ser un negocio rentable desde el punto financiero para quien lo implementa.

4.2.1.1 Beneficios Netos, Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno

4.2.1.1.1 Beneficios Netos

Los beneficios netos de la evaluación financiera del proyecto MDL se obtienen de la diferencia entre los ingresos obtenidos, menos los gastos del proyecto. Los gastos del proyecto MDL se componen de algunos rubros en los que se invierte una sola vez, y de costos fijos que hay que cubrir en cada año de vida del proyecto.

4.2.1.1.1.1 Costos de Inversión

El proyecto contempla los siguientes costos de inversión:

- a) **Elaboración de PDD y PIN:** El primer paso para implementar un proyecto MDL consiste en elaborar el Documento de Diseño del Proyecto (PDD). Asimismo, se requiere elaborar la Nota de Idea del Proyecto (PIN), la cual servirá para que nadie más pueda desarrollar el mismo proyecto. Tanto el PDD como el PIN servirán para registrar el proyecto ante la SEMARNAT - institución que funge como la Autoridad Operacional Designada (DOE)-, así como ante las Naciones Unidas. Existen empresas que pueden contratarse para elaborar los documentos mencionados.

- b) Consultoría para validación y registro del proyecto:** Se requiere contratar los servicios de alguna empresa de consultoría con autorización de Naciones Unidas para validar el proyecto MDL. En México se encuentran operando algunas de estas empresas, siendo todas ellas extranjeras. Hasta la fecha no existe una sola empresa mexicana ó latinoamericana que preste este tipo de servicios. La empresa líder a nivel mundial en la validación de proyectos MDL es la noruega Det Norske Veritas (DNV). Una vez que el proyecto ha sido validado, se requiere gestionar su registro ante Naciones Unidas. La misma empresa que ha validado el proyecto MDL, se encarga de gestionar su registro ante la ONU.
- c) Obra civil para la construcción de biodigestores:** Una vez que el proyecto MDL ha sido registrado ante Naciones Unidas, puede comenzarse con la construcción de los biodigestores. Para ello, se requieren realizar excavaciones profundas, lo cual consiste en la obra civil para la construcción de biodigestores.
- d) Materiales para biodigestores:** Una vez que han sido efectuadas las excavaciones en la obra civil, es necesario cubrir las fosas con un tipo de hule denominado geomembrana. El estiércol animal será introducido en los biodigestores a través de tubos PVC. Asimismo, se requiere un sistema de tubería por donde pasara el metano producido dentro de los biodigestores por acción de la descomposición anaeróbica del estiércol animal.
- e) Equipo para biodigestores:** Los biodigestores deben contar con equipo especializado para medir la cantidad de metano producido en la descomposición del estiércol. Asimismo, debe contarse, al menos en una fase inicial, con el equipo necesario para quemar el metano. Para generar electricidad a partir del metano, se requiere otro tipo de equipo. Sin embargo, en este escenario no está contemplando la generación de electricidad a partir del biogás.

4.2.1.1.2 Costos de Operación⁶

El proyecto MDL tiene los siguientes costos fijos:

⁶ Esta sección fue revisada y mejorada al analizar el Modelo de Plan de Negocio para la Micro y Pequeña Empresa diseñado por el Dr. Oscar Hugo Pedraza Rendón.

- a) **Mantenimiento preventivo de biodigestores:** Al tener los biodigestores una cubierta de un tipo de hule, éstos requieren reparaciones con cierta periodicidad.
Debido a lo anterior, se requiere pagar un servicio de mantenimiento preventivo, el cual es provisto por la misma empresa que construye los biodigestores.
- b) **Refacciones:** Debe considerarse una partida para gastos en refacciones del equipo utilizado en el proyecto.
- c) **Depreciación de equipo:** Asimismo, debe considerarse la depreciación anual del equipo utilizado en el proyecto. Se estima que la vida útil de dicho equipo es de 25 años. Debido a lo anterior, la depreciación anual del equipo durante los 10 años del proyecto podría ser equivalente a una veinticincoava parte del valor del equipo.
- d) **Otros requerimientos:** Durante la operación del proyecto pueden surgir algunos gastos imprevistos, por lo cual se asigna un monto anual para este rubro.
- e) **Consultoría para verificación y certificación de reducciones de emisiones:** La cantidad de metano que fue obtenida por medio de los biodigestores es contabilizada mediante equipo especializado de medición. Se requiere contratar los servicios de una empresa consultora avalada por Naciones Unidas para que verifique y certifique las reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono del proyecto. Dicha empresa puede ser la misma que fue contratada para validar y registrar el proyecto MDL. Los certificados de reducciones de emisiones equivalentes de CO₂ son los bonos carbono.
- f) **Gastos de ventas:** Debe contemplarse un desembolso anual para la venta de los bonos de carbono. Estos gastos están relacionados con el proceso de contacto y transferencia de recursos con los compradores de los bonos de carbono.
- g) **Mano de obra:** En los proyectos pecuarios MDL se requiere mano de obra para recolectar el estiércol animal e introducirlo en los biodigestores. Dicha mano de obra suele ser pagada por los

productores pecuarios. Sin embargo, para fines de la evaluación financiera, el costo de dicho trabajo debe incluirse.

- h) Sueldos:** Debe incluirse el gasto en sueldos de los empleados vinculados a la implementación del proyecto MDL.
- i) Gastos generales:** La operación de CDM-MEX implica diversos gastos fijos, como son el pago de servicios básicos, transporte, etc.
- j) Gastos financieros:** Para implementar un proyecto MDL puede recurrirse al Fondo Mexicano de Carbono (FOMECCAR) para obtener financiamiento de forma directa ó indirecta. El FOMECCAR puede financiar de forma directa la primera fase del proyecto, es decir, desde su diseño hasta su registro ante Naciones Unidas. Por otro lado, el FOMECCAR puede ayudar a quien implementa un proyecto MDL a conseguir financiamiento con la banca de desarrollo u otros tipos de intermediarios financieros, para poder desarrollar dicho proyecto. En ambos casos, FOMECCAR afirma que el interés cobrado a quien desarrolla el proyecto MDL sería aproximadamente igual a la tasa de CETES 28 días. Así, se debe considerar el gasto financiero anual para pagar el interés anual que debe ser cubierto. El plazo para pagar dicho crédito puede ser igual ó menor a la duración del proyecto.
- k) Amortizaciones:** Se amortizará anualmente una décima parte del préstamo obtenido para implementar el proyecto MDL. Se considera que el préstamo será cubierto durante el horizonte temporal del proyecto, es decir, diez años.
- l) Renta imputada de la tierra:** Se requiere terreno suficiente para poder implementar un proyecto MDL. Los productores pecuarios aportan dicho terreno, sin embargo su utilización para la construcción de biodigestores implica un costo de oportunidad (renta imputada de la tierra) que debe ser considerado en la evaluación financiera del proyecto.

Los costos de operación de un proyecto incluyen los costos fijos y variables de dicho proyecto. Los costos fijos son aquellos que no cambian con el nivel de producción. Mientras tanto, los costos

variables son aquellos que se modifican de acuerdo con el volumen de producción. En los proyectos pecuarios MDL, el único costo variable podría ser la mano de obra utilizada para recolectar el estiércol y depositarlo en los biodigestores. Es decir, mientras más estiércol haya que recolectar y depositar, más trabajadores serán necesarios para llevar a cabo estas labores. Sin embargo, dado que la cantidad de animales y estiércol es relativamente constante en cada año, el número de trabajadores requeridos es también relativamente constante. Debido a lo anterior, el costo para pagar la mano de obra se considera como un costo fijo, y por ende no se considera ningún costo variable en la evaluación de los proyectos pecuarios MDL. En este sentido, todos los costos de operación del proyecto pecuario MDL se consideran fijos.

Cuadro 9. Costos de inversión y costos de operación del proyecto pecuario MDL

Tipo de costos	Concepto	Gasto estimado (pesos)
Costos de inversión (año 0)	Elaboración de PDD y PIN	\$ 300,000
	Consultoría para validación y registro del proyecto	\$ 290,654
	Obra civil para la construcción de biodigestores	\$ 4,000,000
	Materiales para biodigestores	\$ 9,223,916
	Equipo para biodigestores	\$ 1,154,000
Costos de operación anuales (años 1 al 10)	Mantenimiento preventivo para biodigestores	\$ 840,750
	Refacciones	\$ 50,000
	Depreciación de equipo	\$ 415,117
	Otros requerimientos	\$ 40,000
	Consultoría para verificación y certificación reducciones de emisiones	\$ 116,262
	Gastos de ventas	\$ 60,000
	Mano de obra	\$ 1,350,000
	Sueldos	\$ 1,440,000
	Gastos generales	\$ 120,000
	Gastos financieros (promedio)	\$ 775,476
	Amortizaciones	\$ 1,892,558
	Renta imputada de la tierra	\$ 306,000

4.2.1.1.1.3 Ingresos

Venta de bonos de carbono: Visto como un negocio, la finalidad de implementar un proyecto MDL es incursionar en el comercio internacional de bonos de carbono. En un proyecto MDL, el valor de los bonos de carbono que pueden comerciarse se calcula al multiplicar i) las reducciones de emisiones equivalentes de CO₂ obtenidas en el proyecto, por ii) el precio de la tonelada equivalente de CO₂. En un proyecto pecuario, las reducciones equivalentes de CO₂ tienen una relación directa con el monto de estiércol que se procesa en los biodigestores. Se han estimado parámetros para aproximar la cantidad equivalente de CO₂ que puede producir el ganado bovino y porcino en un proyecto MDL (cuadro 10).

Cuadro 10. Estimación de parámetros de emisiones equivalentes de CO₂ por tipo de ganado

Ganado Porcino: Para relacionar el número de porcinos con las reducciones de emisiones de CO₂, AgCert utiliza un modelo del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Se estima que cada porcino produce un promedio de 5.8 kg de estiércol al día, por lo tanto producirá 2,146.2 kg de estiércol al año. Por otro lado, para reducir la emisión de 1 tonelada de CO₂, se requiere la reducción de 47.6190 kg de emisión de metano. Similarmente, para reducir 47.6190 kg de metano se requiere el manejo de 2,399.129 kg de estiércol. Finalmente, para producir 2,399.129 kg de estiércol al año se requieren 1.11785 porcinos. En este sentido, 1.11785 es el factor a considerar para efectuar equivalencias entre número de porcinos y reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono al año. Por ejemplo: Para reducir 1000 toneladas equivalentes de CO₂ al año, se requieren 1,118 porcinos. Se estima que a partir del estiércol de un porcino se pueden reducir 0.8945 toneladas equivalentes de CO₂ al año.

Ganado Bovino: Según expertos, el peso promedio de un bovino es de 500 kg. Considerando que un bovino produce entre un 5% y 8% de su peso en estiércol al día, se tiene que cada animal produce 10,950 kg de estiércol al año si se considera que excreta un promedio del 6% de su peso al día. Se estima que cada bovino produce en promedio de 42.5 kg de estiércol al día, por lo tanto producirá 15,512.5 kg de estiércol al año. Por otro lado, para reducir la emisión de 1 tonelada de CO₂, se requiere la reducción de 47.6190 kg de emisión de metano. Similarmente, para reducir 47.6190 kg de metano se requiere el manejo de 2,399.129 kg de estiércol. Finalmente, para producir 2,399.129 kg de estiércol de bovino al año se requieren 0.15465 bovinos. En este sentido, 0.15465 es el factor a considerar para efectuar equivalencias entre número de bovinos y reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono al año. Por ejemplo: Para reducir 1000 toneladas equivalentes de CO₂ al año, se requieren 154.66 bovinos. Se estima que a partir del estiércol de un bovino se pueden reducir 6.5178 toneladas equivalentes de CO₂ al año.

Fuente: Entrevistas con el Ing. Francisco Márquez, y con el MVZ Jaime Arturo Del Río Vargas.

Cabe destacar, que las estimaciones de reducciones de emisiones equivalentes de CO₂ deben ajustarse de acuerdo al uso que se le dé al metano obtenido en los biodigestores. Si el metano se quema, entonces las reducciones de emisiones equivalentes se reducen aproximadamente en 20% debido al CO₂ emitido en la combustión del gas. Por otro lado, si el metano es utilizado para generar electricidad, las reducciones de emisiones equivalentes de CO₂ se reducen aproximadamente en 5%.

4.2.1.1.2 Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno

Una vez que se han obtenido los beneficios netos en cada uno de los años que dura el proyecto MDL, se calcula el Valor Presente Neto (VPN) de dicho proyecto. Si el proyecto MDL tiene un VPN mayor que cero, entonces es rentable desde el punto de vista financiero. Asimismo, se calcula la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto. La TIR es la tasa de descuento asociada a un VPN igual a cero. Mientras mayor sea la TIR de un proyecto, más rentable será financieramente. El proyecto MDL CAITSA – CDM-MEX se iba a implementar con el estiércol de 35,000 vacas. Se estima que tal cantidad de vacas produce 1,500 toneladas de estiércol al día, por lo que se requerían 10 biodigestores de 10,000 metros cúbicos cada uno para obtener reducciones de emisiones equivalentes de bióxido de carbono (CO₂) del orden de 228,125 toneladas de CO₂ por año. En el escenario en el que no se genera electricidad, es decir, cuando el metano se combustiona directamente en los quemadores, las reducciones de emisiones equivalentes de CO₂ por año se estiman en 182,500 toneladas. La siguiente tabla muestra los datos de la evaluación financiera del proyecto CAITSA – CDM-MEX considerando un horizonte temporal de 10 años, y el desembolso de rubros de inversión única en el año 0.

Cuadro 11. Datos para la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Evaluación Financiera del Proyecto Pecuario MDL CAITSA - CDM-MEX con Participación Activa de Productores											
Nota: 35,000 vacas; 1500 toneladas diarias de estiércol; 182,500 toneladas equivalentes de CO ₂ anuales; 10 biodigestores de 10,000 m ³ c/u											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN ÚNICA											
Elaboración de PDD y PIN Consultoría	300,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
validación/registro	290,654	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obra civil biodigestores	4,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores materiales	9,223,916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores equipo	1,154,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTOS FIJOS											
Mantenimiento preventivo	0	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750
Refacciones	0	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Depreciación de equipo	0	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117
Otros requerimientos	0	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Consultoría	0	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262
verificación/certificación	0	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Gastos de ventas	0	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000
Mano de obra	0	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000
Sueldos	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000
Gastos generales	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
Gastos financieros	0	1,409,956	1,268,960	1,127,965	986,969	845,973	704,978	563,982	422,987	281,991	140,996
Amortizaciones	0	1,892,558	1,892,558	1,892,558	1,892,558	1,892,558	1,892,558	1,892,558	1,892,558	1,892,558	1,892,558
Renta imputada de la tierra	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000
COSTOS TOTALES	18,925,581	8,040,642	7,899,647	7,758,651	7,617,656	7,476,660	7,335,664	7,194,669	7,053,673	6,912,678	6,771,682
INGRESOS											
Venta de bonos de carbono	0	14,418,778	14,418,778	14,418,778	14,418,778	14,418,778	14,418,778	14,418,778	14,418,778	14,418,778	14,418,778
BENEFICIOS NETOS	-18,925,581	6,378,135	6,519,131	6,660,126	6,801,122	6,942,117	7,083,113	7,224,109	7,365,104	7,506,100	7,647,095
VPN		\$39,089,392			TIR	33.51%					
tasa de descuento (cetes 28 días, 4 abril 2008)		7.45%									
toneladas equivalentes de CO ₂ anuales		182,500									
precio por tonelada equivalente de CO ₂ (€)		4.7									
precio por tonelada equivalente de CO ₂ (MXP)		79.007									
tipo de cambio 4 abril 2008		16.81									

La siguiente tabla muestra los resultados de la evaluación financiera del proyecto CAITSA—CDM-MEX al variar el precio de los bonos de carbono. Dichos resultados indican que el proyecto es rentable desde el punto de vista financiero a partir de un precio de la tonelada equivalente de CO2 de € 3.1 euros.

Cuadro 12. Resultados de la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Precio de la tonelada equivalente CO2 (€)	Valor Presente Neto (VPN) de Proyecto (MXP)	Tasa Interna de Retorno
3.0	-\$435,135	5.05%
3.1	\$1,675,461	9.45%
4	\$20,670,824	19.67%
5	\$41,776,784	39.59%
6	\$62,882,743	58.43%
7	\$83,988,703	76.94%
8	\$105,094,662	95.36%

Actualmente, el precio internacional de la tonelada equivalente de CO2 en Europa es de € 27.65 euros (fecha del 4 de julio de 2008). Sin embargo, cabe recordar que dicho precio es fluctuante. Dado a la sobreoferta de proyectos de destrucción de hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos, los cuales son gases de efecto invernadero con una equivalencia muy equivalencia en términos de bióxido de carbono, el precio de los bonos de carbono se desplomó desde el último trimestre de 2006 hasta el segundo trimestre de 2007, llegando a niveles inferiores a € 1 euro por tonelada equivalente de CO2.

Se estima poco probable que este escenario de precios bajos en bonos de carbono se repita, debido a que el *shock* ocasionado por la destrucción de hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos en Asia y Europa del Este dejó una clara lección de que no resulta rentable para los países que aún tienen inventarios de este tipo de gases el destruirlos en cantidades grandes, ya que inundan el mercado con bonos de carbono y deprimen su precio. Aún en el supuesto de que existan inventarios considerables de hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos en algunos países, se estima que los destruirían gradualmente para obtener un máximo beneficio por la venta de bonos de carbono a un precio elevado. Cabe destacar que debido a sus elevados costos de producción, no resulta rentable generar más de este tipo de gases tan solo para destruirlos y así obtener bonos de carbono.

Por otro lado, se estima que la demanda de bonos de carbono irá en asenso en los próximos años. Se prevé que el número de países que tendrán que cumplir con metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) aumentará. Para comenzar, se anticipa la ratificación del Protocolo de Kyoto por parte de los Estados Unidos de Norteamérica, país que después de China es el segundo mayor emisor de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Asimismo, es probable que las grandes economías emergentes como México, Brasil, India, China, Sudáfrica, tengan que fijar compromisos de reducción de emisiones de GEI a partir de un segundo período de compromiso dentro del Protocolo de Kyoto a partir de 2013.

Las siguientes sub-secciones presentan el análisis de sensibilidad de la evaluación financiera del proyecto MDL considerando diferentes precios para los bonos de carbono. La finalidad es encontrar el nivel de precios para los bonos de carbono que pronostican un 100% de Valor Presentes Netos mayores ó iguales que cero en un escenario pesimista.

4.2.1.1.3 Análisis de Sensibilidad considerando un Precio de € 3.1 Euros (tCO₂)

Para complementar la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL se efectuó un análisis de sensibilidad del mismo. Para ello se utilizó el programa computacional *Crystal-Ball*, el cual permite realizar simulaciones tipo Monte-Carlo que asignan valores aleatorios a las variables sensibles seleccionadas de acuerdo a distintos supuestos asociados a diferentes escenarios de riesgo. Las variables sensibles seleccionadas en dicho análisis fueron las siguientes: i) precio equivalente de la tonelada de CO₂ (3.1 euros); ii) toneladas equivalentes de CO₂ anuales (182,500); iii) tasa de descuento (7.45%). Los valores asignados a las variables sensibles en la evaluación financiera serán tomados como la media en cada una de las distribuciones normales de probabilidad. Así, por ejemplo el precio de 3.1 euros de los bonos de carbono será la media en la distribución normal de probabilidad de dicha variable. Se consideró el precio de los bonos de carbono que se encuentra en la frontera entre un VPN positivo y un VPN negativo para el proyecto MDL.

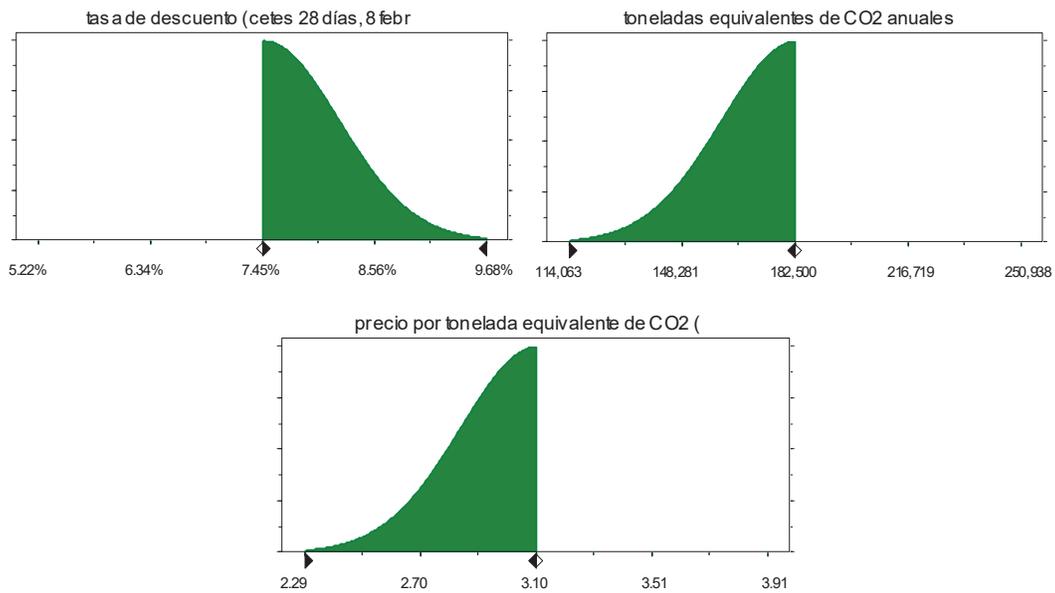
Se analizaron tres escenarios de riesgo para las variables sensibles, i) escenario pesimista; ii) escenario neutral; iii) escenario optimista. Para ajustar las variables sensibles a los distintos escenarios de riesgo, se asignó una función de distribución de probabilidad normal a dichas variables acotada de acuerdo al nivel de riesgo. Por otro lado, la variable dependiente de la evaluación financiera, es decir, el Valor

Presente Neto (VPN), fue la variable a pronosticar en el análisis de riesgo. La simulación tipo Monte-Carlo asignó 10,000 valores aleatorios a las variables sensibles de acuerdo a su función de distribución de probabilidad en cada escenario de riesgo; como resultado se obtuvieron 10,000 valores pronosticados de VPN. Finalmente, se pudo determinar el porcentaje de VPN's que fueron iguales ó mayores a cero en cada uno de los escenarios de riesgo analizados.

4.2.1.1.3.1 Escenario Pesimista (precio 3.1 euros tCO2)

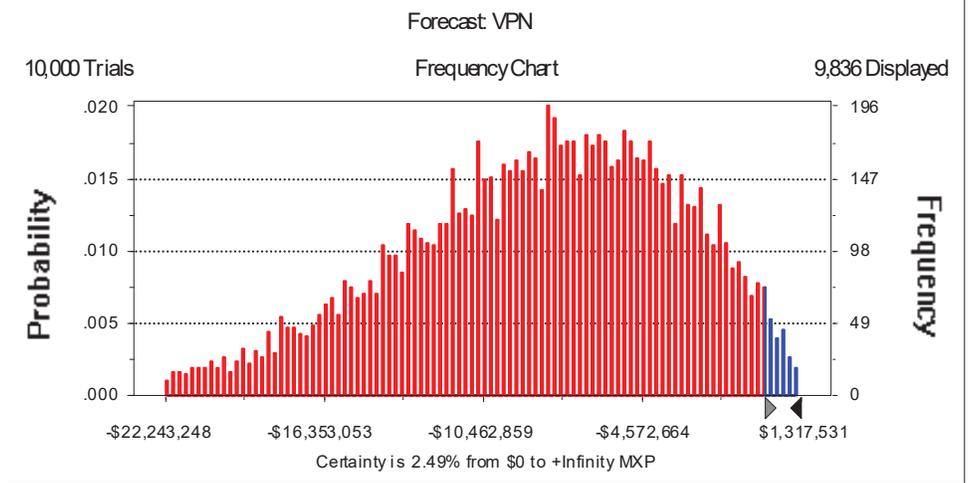
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario pesimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la derecha en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 9. Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 3.1 euros tCO2)



El resultado del escenario pesimista arrojó que el 2.49% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (Gráfica 10).

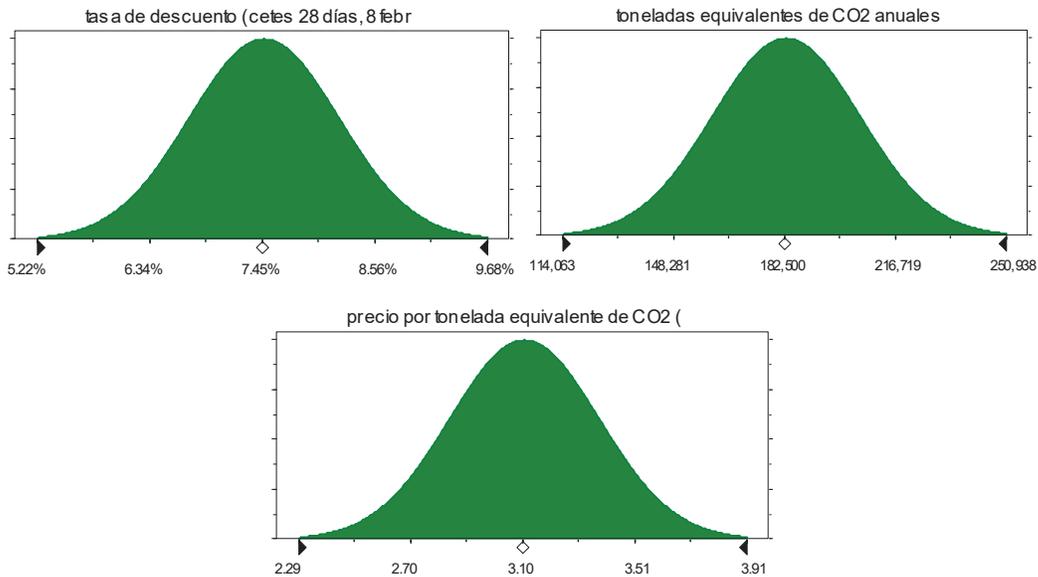
Gráfica 10. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 3.1 euros tCO2)



4.2.1.1.3.2 Escenario Neutral (precio 3.1 euros tCO2)

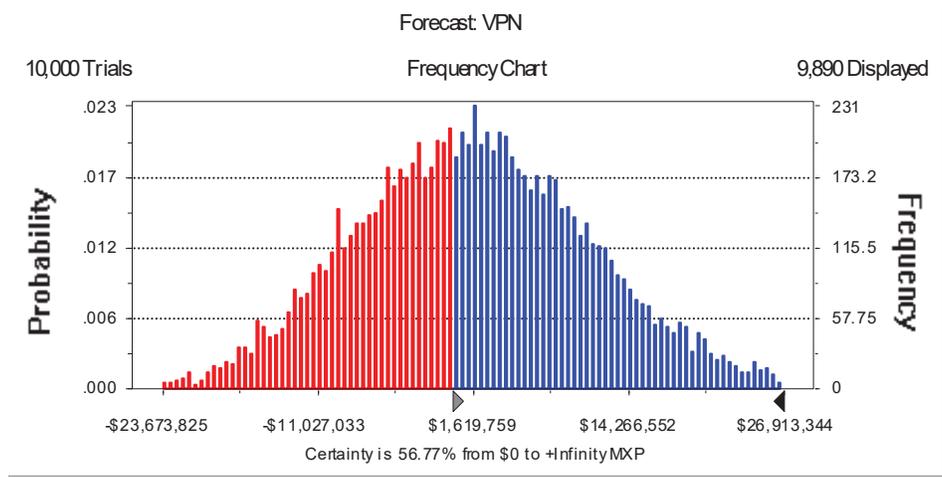
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario neutral no acotaron las funciones de distribución de probabilidad de dichas variables.

Gráficas 11. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 3.1 euros tCO2)



El resultado del escenario neutral arrojó que el 56.77% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 12).

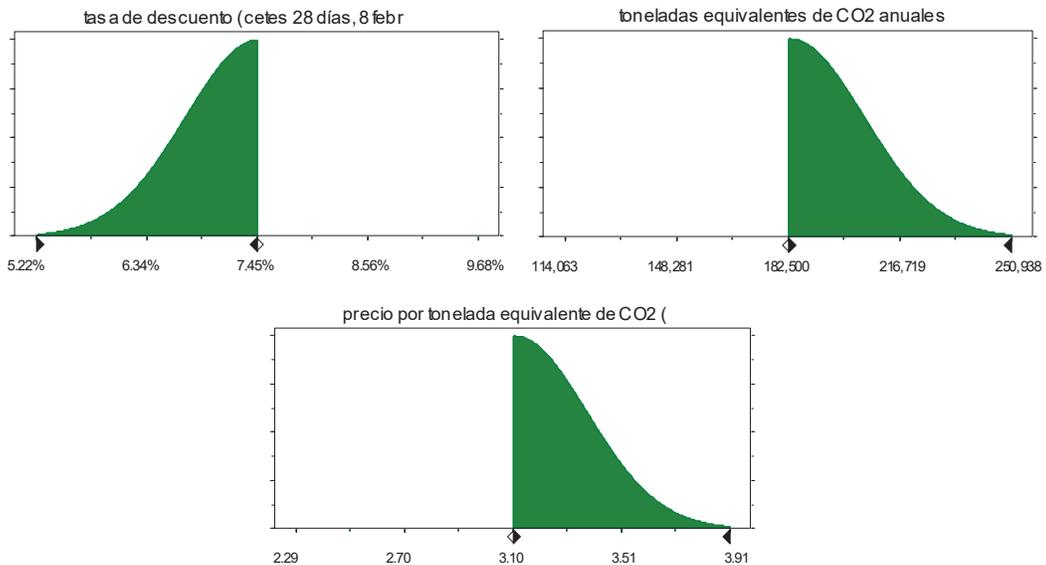
Gráfica 12. Frecuencia de VPN's >= 0 en escenario neutral (precio 3.1 euros tCO2)



4.2.1.1.3.3 Escenario Optimista (precio 3.1 euros tCO2)

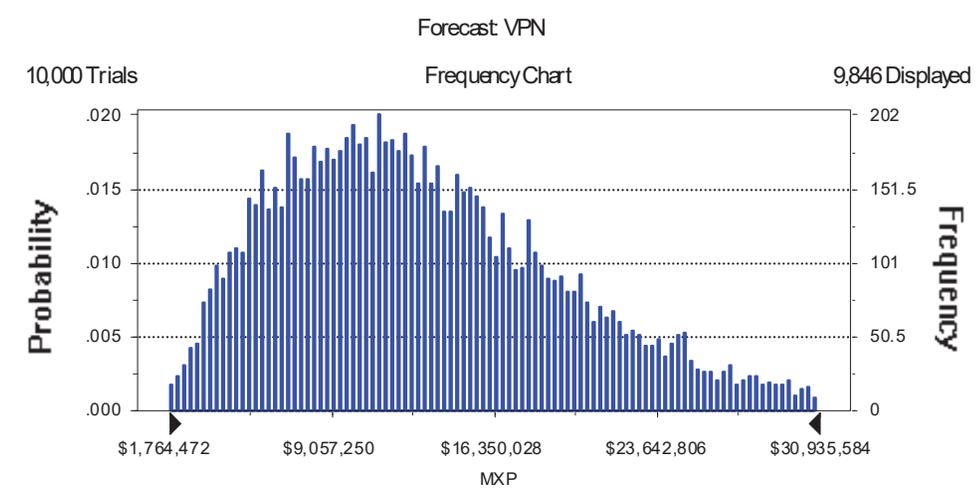
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario optimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la derecha e n aquellas variables que guard an una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la izquierda en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 13. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 3.1 euros tCO2)



El resultado del escenario optimista arrojó que el 100% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 14).

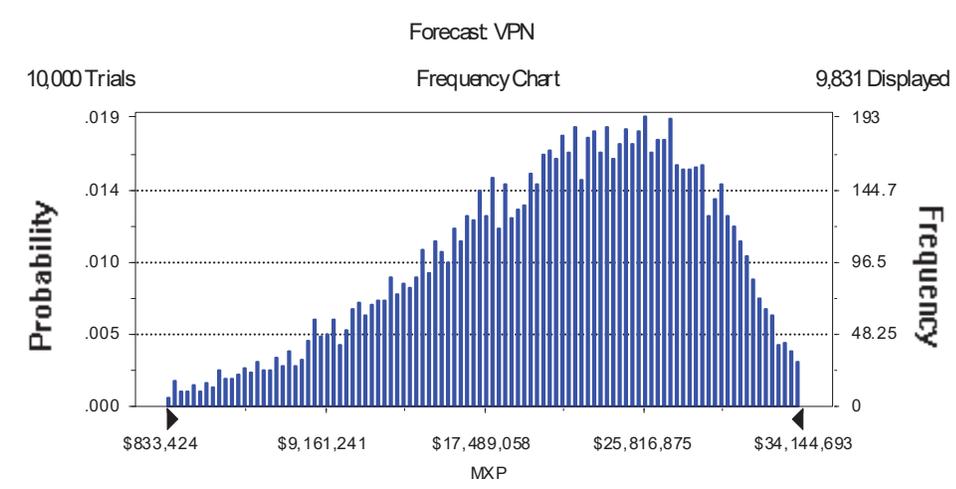
Gráfica 14. Frecuencia de los VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 3.1 euros tCO2)



4.2.1.1.4 Precio de la tonelada equivalente de CO2 que elude el riesgo

Se replicó el análisis de sensibilidad en un escenario pesimista considerando distintos precios de la tonelada equivalente de CO2. Se determinó que a partir de un precio de 4.7 euros, el escenario pesimista de la evaluación financiera del proyecto arroja 100% de los VPNs mayores o iguales que cero.

Gráfica 15. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 4.7 euros tCO2)



4.2.2. Evaluación Financiera del Proyecto CAITSA—CDM-MEX con Participación Activa de los Productores Pecuarios y con Generación de Electricidad

Como ha sido mencionado, el metano (biogás) obtenido en los biodigestores puede ser utilizado para generar electricidad. La propuesta de CDM-MEX hecha a CAITSA incluía la inversión gradual en infraestructura para generar electricidad a partir del biogás. Se contemplaba dividir dicha inversión en los primeros cinco años del proyecto. Asimismo, se proponía que la electricidad generada en el proyecto se utilizase en primer lugar para satisfacer las necesidades energéticas de CAITSA, y en segundo lugar se vendiera la electricidad residual con un descuento respecto a lo que pagan a la Comisión Federal de Electricidad las empresas que conforman junto con CAITSA el parque industrial de Tizayuca, Hidalgo. Las ganancias obtenidas por la venta de electricidad serían repartidas en partes iguales entre CAITSA y CDM-MEX. Cabe destacar que aún cuando el proyecto MDL tiene un horizonte de 10 años, la venta de electricidad puede continuar mientras CAITSA siga funcionando y se mantenga la operación de la infraestructura para generar electricidad. Se estima que en el proyecto MDL CAITSA – CDM-MEX tiene el potencial de generar 9 megawatts de potencia/hora de electricidad. Mientras tanto, los requerimientos de electricidad de CAITSA ascienden a 1.4 megawatts de potencia/hora. En este sentido, la electricidad residual del proyecto que podría venderse asciende a 7.6 megawatts de potencia/hora. El siguiente cuadro explica las conversiones estimadas por expertos con relación a la electricidad que se puede generar con el biogás obtenido en biodigestores de proyectos pecuarios.

Cuadro 13. Conversiones de biogás a electricidad en proyectos pecuarios MDL

Generación de electricidad en proyectos con ganado porcino: Se estima que para producir un megawatt de potencia/hora de electricidad se requieren 1,206.72 toneladas de metano al año. Dado que a partir del estiércol de un porcino pueden obtenerse aproximadamente 0.0426 toneladas de metano, ó 0.8945 toneladas equivalentes de CO₂ por año, entonces se requieren 28,330 porcinos para poder producir 1 megawatt de potencia/hora de electricidad.

Generación de electricidad en proyectos con ganado bovino: Dado que a partir del estiércol de un bovino pueden obtenerse aproximadamente 0.3104 toneladas de metano, ó 6.5178 toneladas equivalentes de CO₂ por año, entonces se requieren 3,888 bovinos para poder producir 1 megawatt de potencia/hora de electricidad.

Fuente: Entrevistas con el Ing. Francisco Márquez, consultor de la empresa Geosistemas Ambientales; y con el M.V.Z. Jaime Arturo Del Río Vargas, exfuncionario de SAGARPA experto en ganadería.

4.2.2.1 Beneficios Netos, Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno

Se han añadido a la anterior evaluación financiera las variables relacionadas con la generación de electricidad: i) inversión en infraestructura para generar electricidad; ii) depreciación de la infraestructura para generar electricidad, la cual se sumó a la de depreciación del resto del equipo; iii) mantenimiento preventivo de la infraestructura para generar electricidad, la cual similarmente se sumó al mantenimiento preventivo del resto del equipo utilizado en el proyecto; iv) gastos financieros adicionales vinculados al financiamiento de los requerimientos para generar electricidad. La siguiente tabla muestra los datos de la evaluación financiera considerando la generación de electricidad en el proyecto CAITSA – CDM-MEX.

Cuadro 14. Datos para la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX (incluyendo generación de electricidad)

Evaluación Financiera del Proyecto Pecuario MDL CAITSA - CDM-MEX con Participación Activa de Productores											
Nota: 35,000 vacas; 1500 toneladas diarias de estiércol; 216,719 toneladas equivalentes de CO2 anuales; 10 biodigestores de 10,000 m3 c/u											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN ÚNICA											
Elaboración de PDD y PIN	300,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consultoría											
validación/registro	290,654	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obra civil biodigestores	4,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores materiales	9,223,916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores equipo	1,154,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura para generación de electricidad	16,197,000	16,197,000	16,197,000	16,197,000	16,197,000	0	0	0	0	0	0
COSTOS FIJOS											
Mantenimiento preventivo	0	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500
Refacciones	0	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Depreciación de equipo	0	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517
Otros requerimientos	0	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
Consultoría											
verificación/certificación	0	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262
Gastos de ventas	0	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
Mano de obra	0	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000
Sueldos	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000
Gastos generales	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
Gastos financieros	0	7,443,338	6,699,004	5,954,671	5,210,337	4,466,003	3,721,669	2,977,335	2,233,001	1,488,668	744,334
Amortizaciones	0	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058
Renta imputada de la tierra	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000
COSTOS TOTALES	33,031,570	44,199,675	43,455,341	42,711,007	41,966,673	25,025,340	24,281,006	23,536,672	22,792,338	22,048,004	21,303,671
INGRESOS											
Venta de bonos de carbono	0	29,144,371	29,144,371	29,144,371	29,144,371	29,144,371	29,144,371	29,144,371	29,144,371	29,144,371	29,144,371
Venta de electricidad residual	0	1,632,864	8,980,752	16,328,640	23,676,528	31,024,416	31,024,416	31,024,416	31,024,416	31,024,416	31,024,416
INGRESOS TOTALES	0	30,777,235	38,125,123	45,473,011	52,820,899	60,168,787	60,168,787	60,168,787	60,168,787	60,168,787	60,168,787
BENEFICIOS NETOS	-33,031,570	-13,422,440	-5,330,218	2,762,004	10,854,226	35,143,447	35,887,781	36,632,115	37,376,449	38,120,783	38,865,117
VPN		\$108,230,069		TIR	26.19%						
tasa de descuento (cetes 28 días, 4 abril 2008)		7.45%									
toneladas equivalentes de CO2 anuales		216,719									
precio por tonelada equivalente de CO2 (€)		8									
precio por tonelada equivalente de CO2 (MXP)		134.48									
tipo de cambio 4 abril 2008		16.81									

El siguiente cuadro muestra los resultados de la evaluación financiera del proyecto CAITSA – CDM-MEX incluyendo la generación de electricidad al variar el precio de los bonos de carbono. Cabe destacar que aunque el proyecto MDL tiene una duración de 10 años, la generación y venta de electricidad puede continuar por tiempo indefinido. Sin embargo, por simplificación se mantendrá la evaluación del proyecto MDL en un horizonte temporal de 10 años. De acuerdo a los resultados obtenidos, el proyecto CAITSA – CDM-MEX (incluyendo generación de electricidad) es rentable desde el punto de vista financiero a partir de precios de la tonelada equivalente de CO2 superiores a los € 3.7 euros. Sin embargo, si se extendiera el horizonte temporal del proyecto más allá de los 10 años en que pueden venderse bonos de carbono, y a que puede continuarse vendiendo electricidad, entonces el precio de la tonelada equivalente de CO2 que haría viable dicho proyecto en sería menor.

Cuadro 15. Resultados de la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX (incluyendo la generación de electricidad)

Precio de la tonelada equivalente CO2 (€)	Valor Presente Neto (VPN) de Proyecto (MXP)	Tasa Interna de Retorno
3.6	-\$2,048,697	5.36%
3.7	\$457,639	7.62%
4	\$7,976,645	9.01%
5	\$33,040,001	10.49%
6	\$58,103,357	15.60%
7	\$83,166,713	20.82%
8	\$108,230,069	26.19%

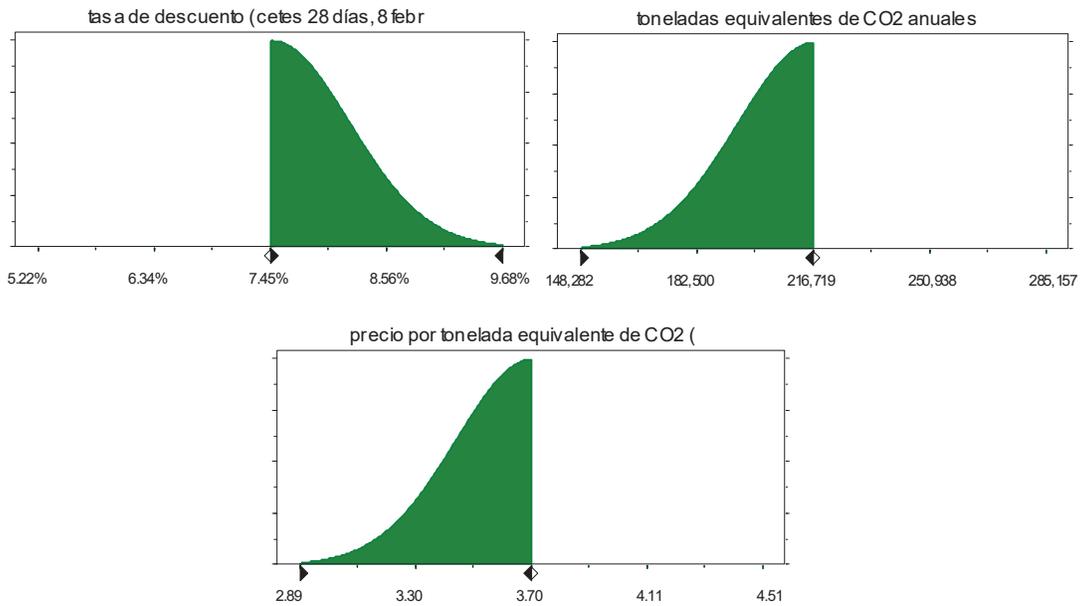
4.2.2.2 Análisis de Sensibilidad considerando un Precio de € 3.7 Euros (tCO2)

Al igual que en la evaluación anterior, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad de la evaluación financiera del proyecto CAITSA – CDM-MEX (incluyendo generación de electricidad). Las variables sensibles fueron las siguientes: i) precio equivalente de la tonelada de CO2 (3.7 euros); ii) toneladas equivalentes de CO2 anuales (216,719); iii) tasa de descuento (7.45%). Se consideró el precio de los bonos de carbono que se encuentra en la frontera entre un VPN positivo y un VPN negativo para el proyecto MDL.

4.2.2.2.1 Escenario Pesimista (precio 3.7 euros tCO2)

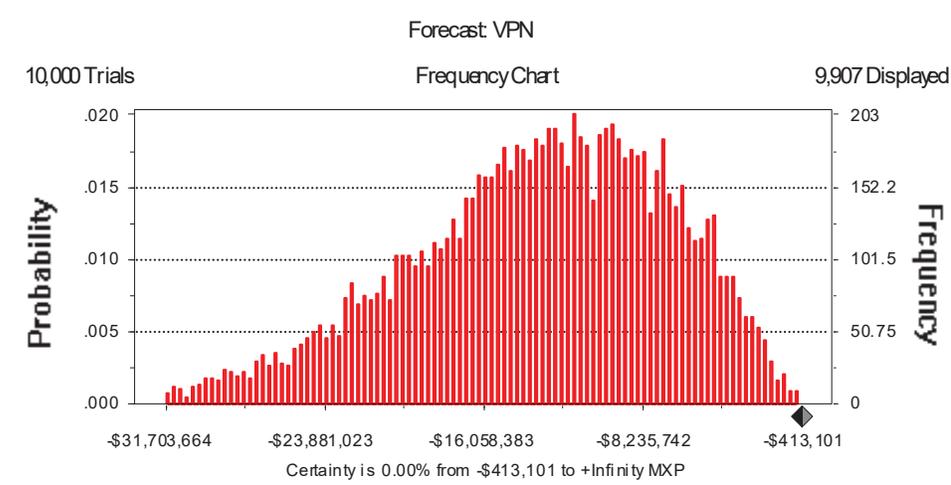
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario pesimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la derecha en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 16. Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 3.7 euros tCO2)



El resultado del escenario pesimista arrojó que el 0.00% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 17).

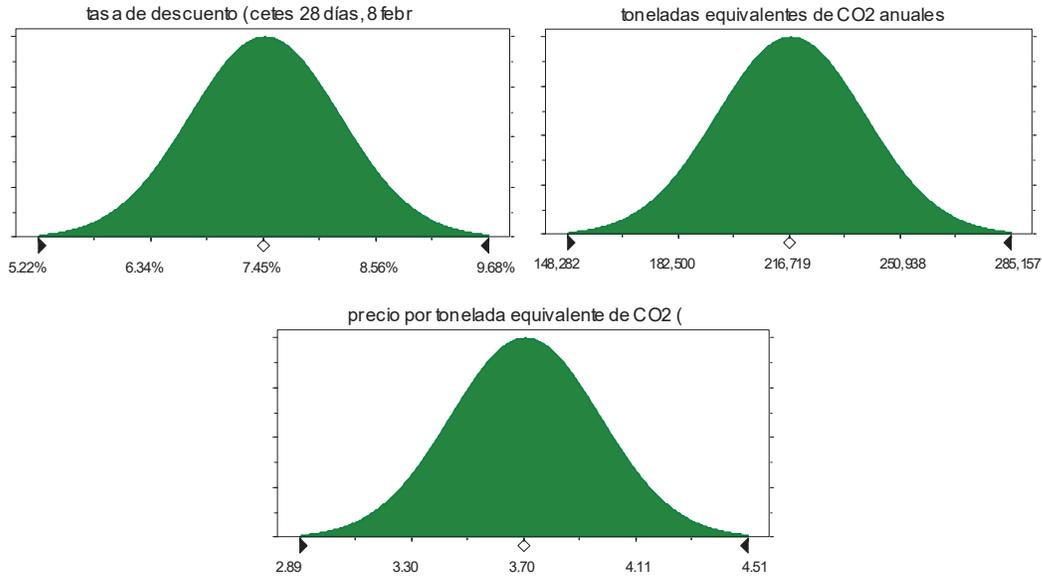
Gráfica 17. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 3.7 euros tCO2)



4.2.2.2.2 Escenario Neutral (precio 3.7 euros tCO2)

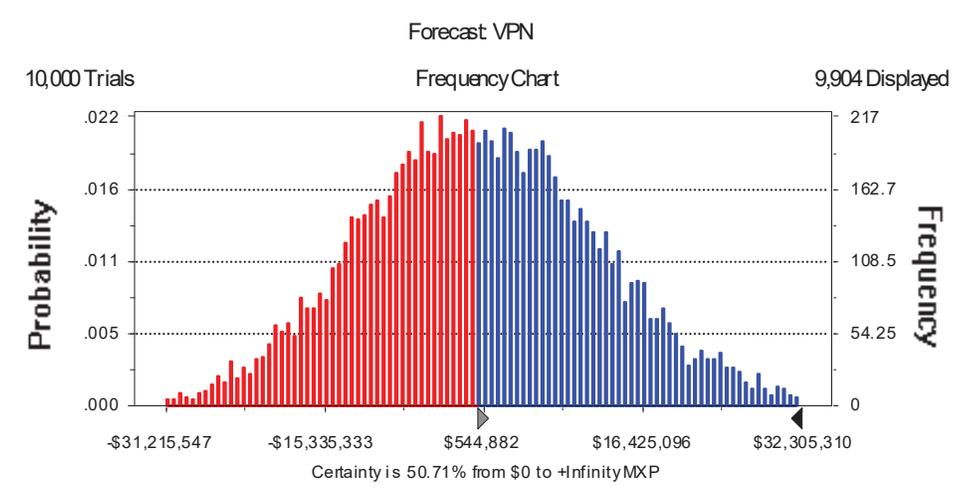
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario neutral no acotaron las funciones de distribución de probabilidad de dichas variables.

Gráficas 18. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 3.7 euros tCO2)



El resultado del escenario neutral arrojó que el 50.71% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 19).

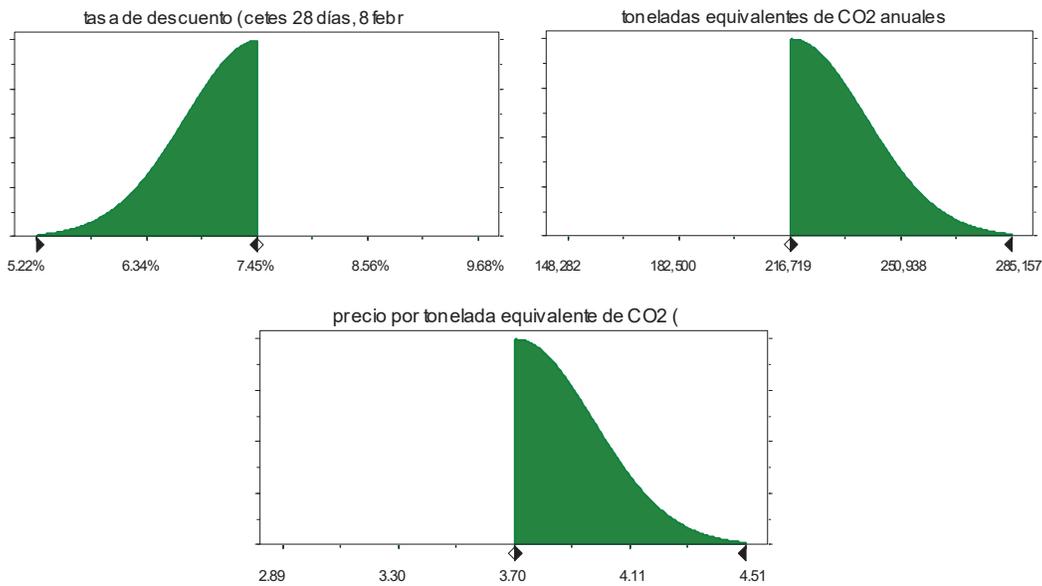
Gráfica 19. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 3.7 euros tCO2)



4.2.2.2.3 Escenario Optimista (precio 3.7 euros tCO2)

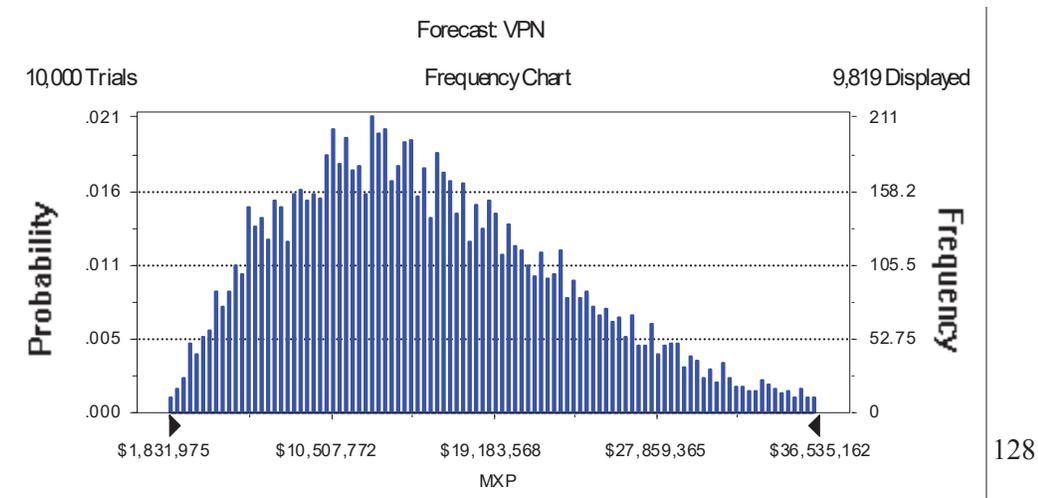
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario optimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la derecha en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la izquierda en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 18. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 3.7 euros tCO2)



El resultado del escenario optimista arrojó que el 100% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 21).

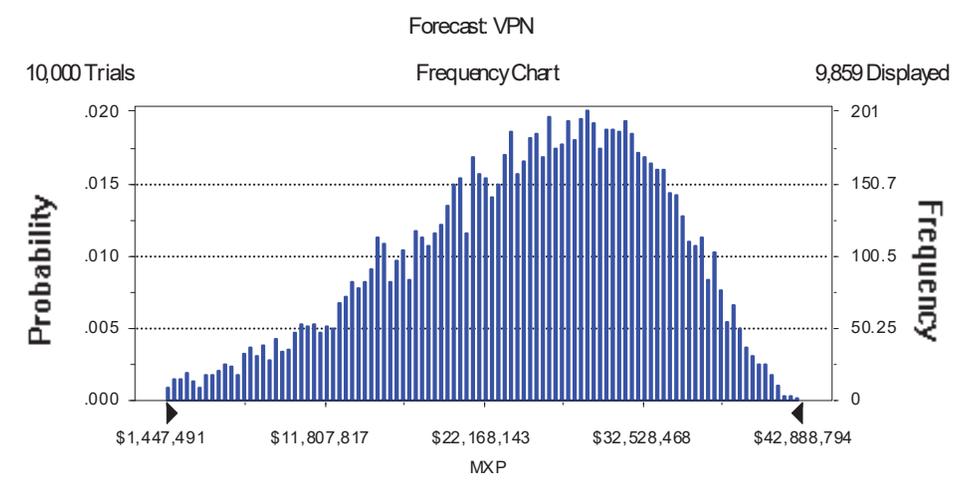
Gráfica 21. Frecuencia de los VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 3.7 euros tCO2)



4.2.2.2.4 Precio de la tonelada equivalente de CO2 que elude el riesgo

Se replicó el análisis de sensibilidad en un escenario pesimista considerando distintos precios de la tonelada equivalente de CO2. Se determinó que a partir de un precio de 5.4 euros, el escenario pesimista de la evaluación financiera del proyecto arroja 100% de los VPNs mayores o iguales que cero.

Gráfica 22. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 5.4 euros tCO2)



4.2.3 Evaluación Económica del Proyecto CAITSA – CDM-MEX con Participación Activa de los Productores Pecuarios con Generación de Electricidad

Como fue explicado en el capítulo 3, la evaluación económica de un proyecto incluye las variables de una evaluación financiera y además incluye las externalidades generadas por dicho proyecto. El valor económico de un proyecto suele tener mayor relevancia para definir una política pública ya que considera cuánto puede beneficiar ó afectar a la sociedad en su conjunto dicho proyecto.

El proyecto CAITSA – CDM-MEX genera externalidades positivas que benefician a la sociedad. Gracias al manejo higiénico del estiércol de los establos lecheros de CAITSA pueden obtenerse los siguientes beneficios ambientales:

- 1) **Se evita la contaminación de corrientes de agua:** Tradicionalmente, CAITSA depositaba el estiércol de sus animales en lagunas anaeróbicas. Sin embargo, el estiércol tiende a filtrarse con el tiempo hacia los mantos freáticos. Así, las corrientes de agua subterráneas se

contaminan, lo cual disminuye la calidad del agua extraída de pozos vinculados a dichas corrientes.

- 2) ***Se termina con un foco de infección:*** El estiércol animal es un foco de infección, ya que permite la proliferación de bacterias. El aire suele acarrear porciones diminutas de estiércol abundante en micro-organismos que pueden generar enfermedades. Asimismo, el estiércol permite la proliferación de moscas que también suelen ser portadoras de micro-organismos nocivos para la salud humana.
- 3) ***Se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero:*** Por supuesto, la razón fundamental para que se estén impulsando los proyectos MDL a nivel mundial radica en disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de actividades humanas. La disminución de estos gases busca mitigar el calentamiento global, considerado el mayor reto que enfrenta la humanidad.

Por otro lado, la generación de electricidad a partir del biogás obtenido en los biodigestores aporta una externalidad positiva adicional para la sociedad:

- 4) ***Se disminuye la contaminación al reducir el uso de combustibles fósiles:*** La generación de electricidad en México aún depende en buena medida del uso de combustibles fósiles. Mientras más se incremente la generación de energía a partir de fuentes renovables, menor será la cantidad de combustibles fósiles que tendrá que utilizarse para generar electricidad. Esto a su vez, reducirá la contaminación atmosférica y la emisión de gases de efecto invernadero.

La asignación de un valor financiero para externalidades suele presentar complicaciones. Es necesario determinar un precio sombra para dichas externalidades, el cual suele aproximarse con el costo de oportunidad de las mismas. Por ejemplo, ha sido mencionado que el proyecto CAITSA – CDM-MEX tendría como externalidad positiva el evitar que continúen contaminándose las corrientes subterráneas de agua cercanas a los depósitos de estiércol de CAITSA.

Es indiscutible que dicha externalidad tiene un valor económico para la sociedad, pero ¿cómo determinarlo? Una posibilidad consiste en tratar de ubicar el costo social que tiene actualmente la contaminación de agua producida por estiércol de los establos de CAITSA. Dada la complicación de dicha determinación, existe una segunda posibilidad de asignar un valor al costo de oportunidad de la externalidad en cuestión mediante la cuantificación de la sanción económica a la que puede hacerse acreedora CAITSA por parte de la Comisión Nacional del Agua con motivo de la contaminación de mantos freáticos por parte de la empresa pecuaria.

Por otro lado, es indiscutible que el producir electricidad por medios no contaminantes y renovables también tiene un valor económico para la sociedad. Sin embargo, nuevamente surge la complicación de determinar dicho valor. Por simplicidad, puede optarse por establecer el supuesto de que el monto monetario que se ahorraría CAITSA al no tener que pagar electricidad puede aproximarse al costo de generar dicha electricidad, considerando que dicho servicio es altamente subsidiado en México para los consumidores del medio rural. Evidentemente, esta simplificación ofrece una aproximación inexacta del valor social que tiene la disminución de la contaminación por generar electricidad con una fuente renovable. Sin embargo, se ofrece esta posibilidad como una aproximación del precio de mercado de evitar generar electricidad por los medios contaminantes tradicionales.

En la presente investigación se consideraron únicamente las dos externalidades mencionadas para evaluar económicamente el proyecto CAITSA – CDM-MEX. El resto de las externalidades no fueron consideradas en la evaluación debido a la complejidad para encontrar precios sombras para dichas externalidades.

La siguiente tabla incluye los datos utilizados para efectuar la evaluación económica del proyecto CAITSA – CDM-MEX en el escenario donde se genera electricidad a partir del biogás obtenido en los biodigestores implementados en dicho proyecto.

Cuadro 16. Datos para la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX (incluyendo generación de electricidad)

Evaluación Económica del Proyecto Pecuario MDL CAITSA - CDM-MEX con Participación Activa de Productores											
Nota: 35,000 vacas; 1500 toneladas diarias de estiércol; 216,719 toneladas equivalentes de CO2 anuales; 10 biodigestores de 10,000 m3 c/u											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN ÚNICA											
Elaboración de PDD y PIN	300,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consultoría											
validación/registro	290,654	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obra civil biodigestores	4,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores materiales	9,223,916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores equipo	1,154,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura para generación de electricidad	16,197,000	16,197,000	16,197,000	16,197,000	16,197,000	0	0	0	0	0	0
COSTOS FIJOS											
Mantenimiento preventivo	0	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500	1,931,500
Refacciones	0	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Depreciación de equipo	0	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517	3,654,517
Otros requerimientos	0	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
Consultoría											
verificación/certificación	0	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262
Gastos de ventas	0	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
Mano de obra	0	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000	2,700,000
Sueldos	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000
Gastos generales	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
Gastos financieros	0	7,443,338	6,699,004	5,954,671	5,210,337	4,466,003	3,721,669	2,977,335	2,233,001	1,488,668	744,334
Amortizaciones	0	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058	9,991,058
Renta imputada de la tierra	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000
COSTOS TOTALES	33,031,570	44,199,675	43,455,341	42,711,007	41,966,673	25,025,340	24,281,006	23,536,672	22,792,338	22,048,004	21,303,671
INGRESOS											
Venta de bonos de carbono	0	2,550,132	2,550,132	2,550,132	2,550,132	2,550,132	2,550,132	2,550,132	2,550,132	2,550,132	2,550,132
Venta de electricidad residual	0	1,632,864	8,980,752	16,328,640	23,676,528	31,024,416	31,024,416	31,024,416	31,024,416	31,024,416	31,024,416
EXTERNALIDADES POSITIVAS											
Ahorro de CAITSA por autoabastecerse de electricidad	0	11,430,048	11,430,048	11,430,048	11,430,048	11,430,048	11,430,048	11,430,048	11,430,048	11,430,048	11,430,048
Ahorro de CAITSA por evitar multas de CONAGUA	0	252,901	758,702	2,275,650	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200
INGRESOS TOTALES	0	15,865,945	23,719,634	32,584,470	40,690,908	48,038,796	48,038,796	48,038,796	48,038,796	48,038,796	48,038,796
BENEFICIOS NETOS	-33,031,570	-28,333,730	-19,735,707	-10,126,537	-1,275,765	23,013,457	23,757,791	24,502,124	25,246,458	25,990,792	26,735,126
VPN		\$19,607,598		TIR	7.76%						
tasa de descuento (cetes 28 días, 4 abril 2008)		7.45%									
toneladas equivalentes de CO2 anuales		216,719									
precio por tonelada equivalente de CO2 (€)		0.7									
precio por tonelada equivalente de CO2 (MXP)		11.767									
tipo de cambio 4 abril 2008		16.81									

Los resultados de la evaluación económica del proyecto CAITSA – CDM-MEX muestran que dicho proyecto es rentable desde el punto de vista económico aún cuando los bonos de carbono no tuviesen ningún valor. Lo anterior, significa que los beneficios económicos asociados al proyecto, considerando las externalidades del mismo, son suficientes para hacer rentable dicho proyecto aún en un escenario en que no se obtuvieran ganancias por la venta de bonos de carbono.

La siguiente tabla muestra los resultados de dicha evaluación económica. En este sentido, puede argumentarse que los beneficios que puede tener la sociedad en su conjunto con dicho proyecto son suficientes para compensar, inclusive, la falta de ganancias por la venta de bonos de carbono.

Cuadro 17. Resultados de la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX (incluyendo la generación de electricidad)

Precio de la tonelada equivalente CO2 (€)	Valor Presente Neto (VPN) de Proyecto (MXP)	Tasa Interna de Retorno
0	\$2,063,249	7.79%
1	\$27,126,605	9.23%
2	\$52,189,960	14.17%
3	\$77,253,316	19.19%
4	\$102,316,672	24.35%
5	\$127,380,028	29.70%
6	\$152,443,384	35.28%
7	\$177,506,740	41.15%
8	\$202,570,095	47.31%

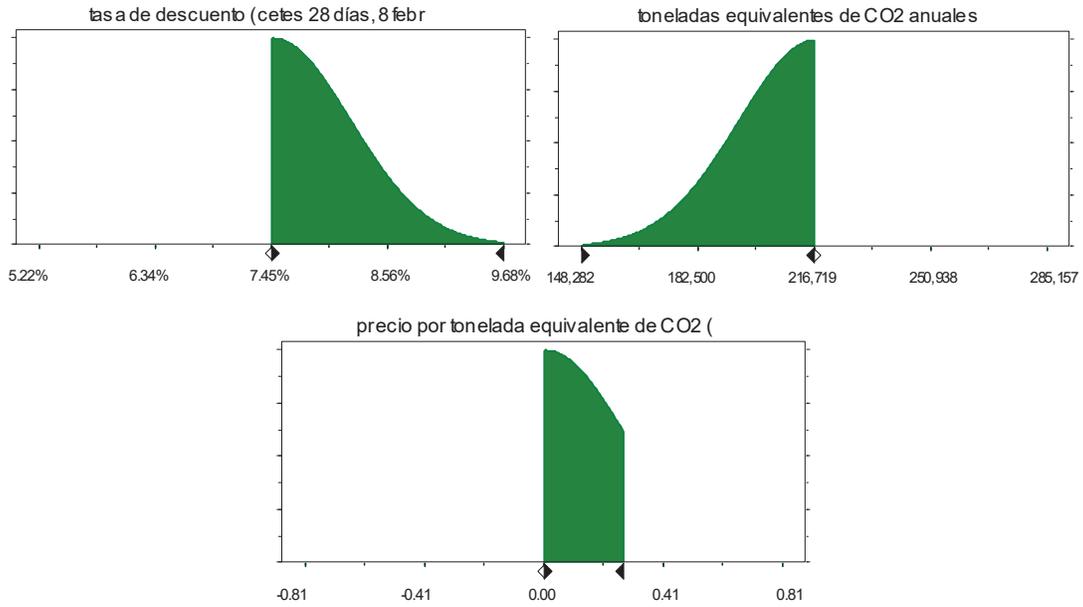
4.2.3.1 Análisis de Sensibilidad (precio € 0 euros tCO2)

Se realizó un análisis de sensibilidad para la evaluación económica del proyecto CAITSA – CDM-MEX considerando un precio cero para los bonos de carbono, es decir, suponiendo que no habría ganancias monetarias por la venta de bonos de carbono.

4.2.3.1.1 Escenario Pesimista (precio 0 euros tCO2)

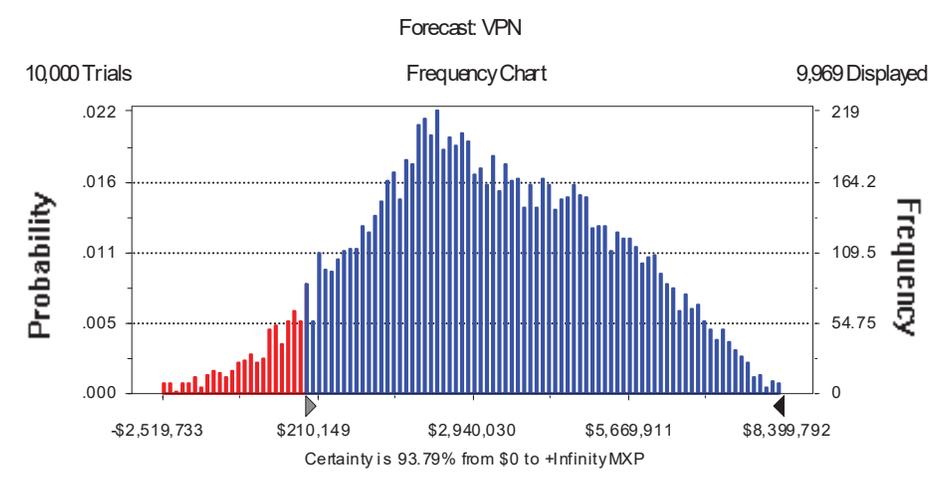
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario pesimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (toneladas equivalentes de CO2 anuales), a excepción del precio internacional de los bonos de carbono. Debido a que no puede haber precios negativos, el precio de los bonos de carbono se acotó de la media a una desviación estándar a la derecha de la distribución normal de probabilidad. Mientras tanto, se acotó la distribución de probabilidad de la media a la derecha en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 23. Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 0 euros tCO2)



El resultado del escenario pesimista arrojó que el 93.79% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 24).

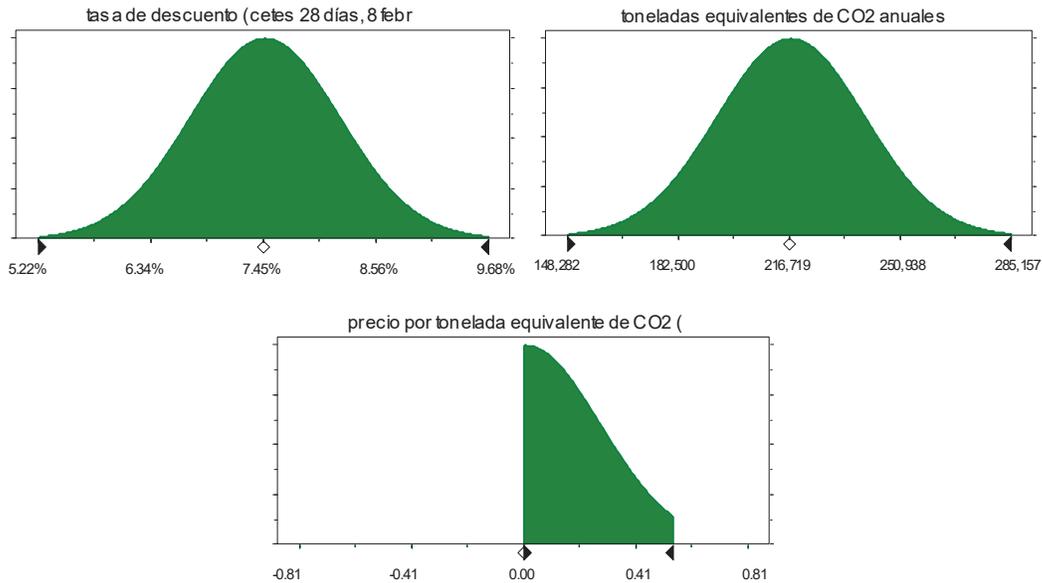
Gráfica 24. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 0 euros tCO2)



4.2.3.1.2 Escenario Neutral (precio 0 euros tCO2)

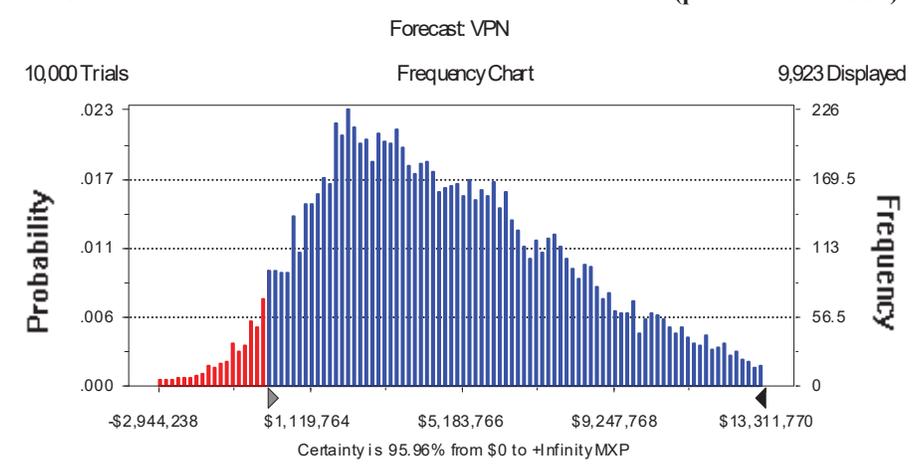
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario neutral no acotaron las funciones de distribución de probabilidad de dichas variables, a excepción de la variable precio internacional de los bonos de carbono. Para definir el escenario neutral en dicha variable, su función de distribución de probabilidad se acotó de la media hasta dos desviaciones estándar a la derecha.

Gráficas 25. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 0 euros tCO2)



El resultado del escenario neutral arrojó que el 95.96% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 26).

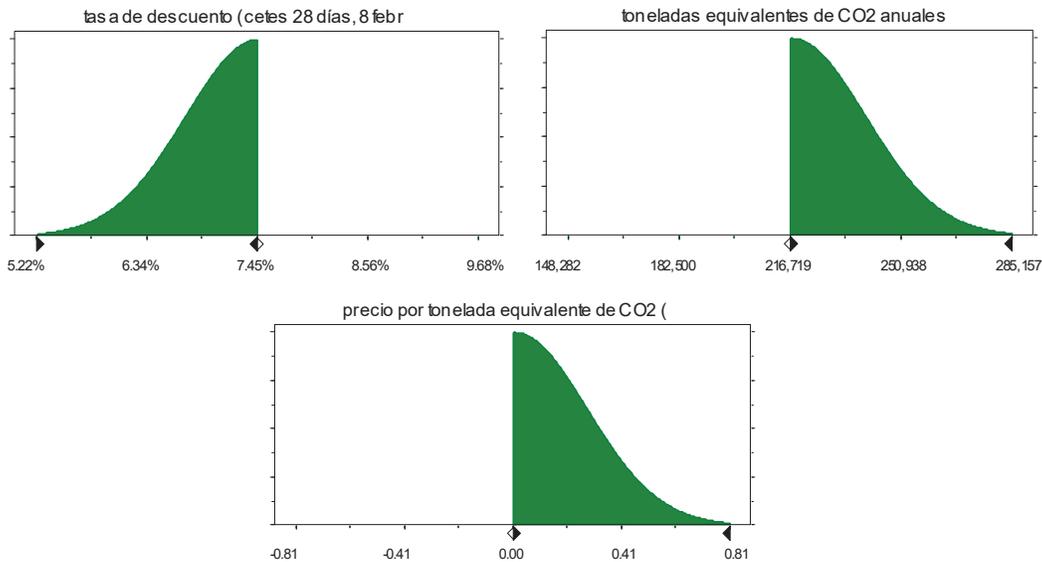
Gráfica 26. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 0 euros tCO2)



4.2.3.1.3 Escenario Optimista (precio 0 euros tCO2)

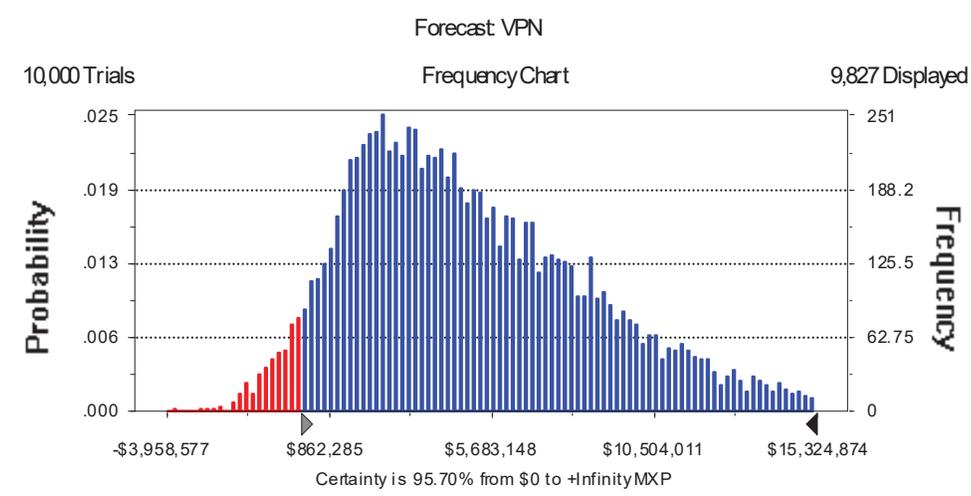
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario optimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la derecha en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (toneladas equivalentes de CO2 anuales), a excepción de la variable precio internacional de los bonos de carbono. La distribución normal de dicha variable fue acotada de la media hasta tres desviaciones estándar a la derecha. Mientras tanto, se acotó la distribución de probabilidad de la media a la izquierda en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 27. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 0 euros tCO2)



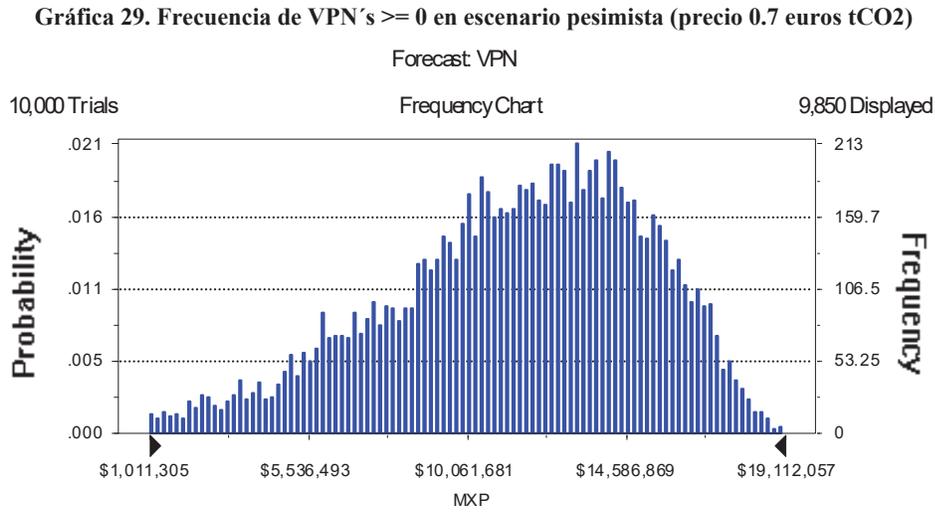
El resultado del escenario optimista arrojó que el 95.70% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 28).

Gráfica 28. Frecuencia de los VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 0 euros tCO2)



4.2.3.1.4 Precio de la tonelada equivalente de CO2 que elude el riesgo

Se replicó el análisis de sensibilidad en un escenario pesimista considerando distintos precios de la tonelada equivalente de CO2. Se determinó que a partir de un precio de 0.7 euros, el escenario pesimista de la evaluación económica del proyecto arroja 100% de los VPNs mayores o iguales que cero.



4.2.4. Evaluación Económica del Proyecto CAITSA – CDM-MEX con Participación Activa de los Productores Pecuarios sin Generación de Electricidad

La evaluación económica del proyecto MDL sin generación de electricidad, únicamente incluyó la externalidad positiva que tendría CAITSA al evitar multas de CONAGUA por la contaminación de corrientes de agua con el estiércol de sus establos.

Cuadro 18. Datos para la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Evaluación Económica del Proyecto Pecuario MDL CAITSA - CDM-MEX con Participación Activa de Productores											
Nota: 35,000 vacas; 1500 toneladas diarias de estiércol; 216,719 toneladas equivalentes de CO2 anuales; 10 biodigestores de 10,000 m3 c/u											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN ÚNICA											
Elaboración de PDD y PIN	300,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consultoría											
validación/registro	290,654	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obra civil biodigestores	4,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores materiales	9,223,916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biodigestores equipo	1,154,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTOS FIJOS											
Mantenimiento preventivo	0	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750	840,750
Refacciones	0	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Depreciación de equipo	0	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117	415,117
Otros requerimientos	0	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
Consultoría											
verificación/certificación	0	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262	116,262
Gastos de ventas	0	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Mano de obra	0	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000
Sueldos	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000	1,440,000
Gastos generales	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
Gastos financieros	0	1,409,956	1,268,960	1,127,965	986,969	845,973	704,978	563,982	422,987	281,991	140,996
Amortizaciones	0	1,892,558	3,161,518	3,020,523	2,879,527	2,738,532	2,597,536	2,456,540	2,315,545	2,174,549	2,033,554
Renta imputada de la tierra	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000
COSTOS TOTALES	16,834,570	8,040,642	9,168,607	8,886,616	8,604,625	8,322,634	8,040,642	7,758,651	7,476,660	7,194,669	6,912,678
INGRESOS											
Venta de bonos de carbono	0	12,271,300	12,271,300	12,271,300	12,271,300	12,271,300	12,271,300	12,271,300	12,271,300	12,271,300	12,271,300
EXTERNALIDADES POSITIVAS											
Ahorro de CAITSA por evitar multas de CONAGUA	0	252,901	758,702	2,275,650	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200
INGRESOS TOTALES	0	12,524,201	13,030,002	14,546,950	15,305,500						
BENEFICIOS NETOS	-16,834,570	4,483,559	3,861,395	5,660,334	6,700,875	6,982,866	7,264,858	7,546,849	7,828,840	8,110,831	8,392,822
VPN		\$36,374,641		TIR	31.38%						
tasa de descuento (cetes 28 días, 4 abril 2008)		7.45%									
toneladas equivalentes de CO2 anuales		182,500									
precio por tonelada equivalente de CO2 (€)		4									
precio por tonelada equivalente de CO2 (MXP)		67.24									
tipo de cambio 4 abril 2008		16.81									

Los resultados obtenidos indican que el proyecto es rentable, desde el punto de vista económico, a partir de un precio de 2.3 euros por tonelada equivalente de CO2.

Cuadro 19. Resultados de la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Precio de la tonelada equivalente de CO2 (€)	Valor Presente Neto (VPN) de Proyecto (MXP)	Tasa Interna de Retorno
2.2	-\$1,616,086	3.31%
2.3	\$494,510	9.05%
3	\$15,268,682	13.17%
4	\$36,374,641	31.38%
5	\$57,480,601	48.74%
6	\$78,586,560	66.07%
7	\$99,692,520	83.54%
8	\$120,798,479	101.18%

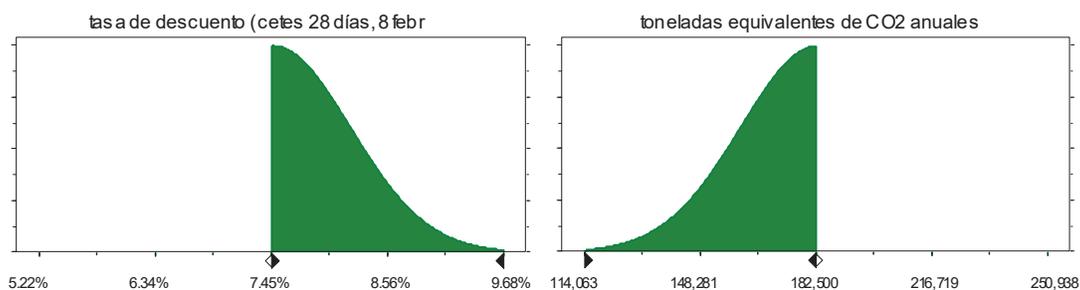
4.2.4.1 Análisis de Sensibilidad (precio € 2.3 euros tCO2)

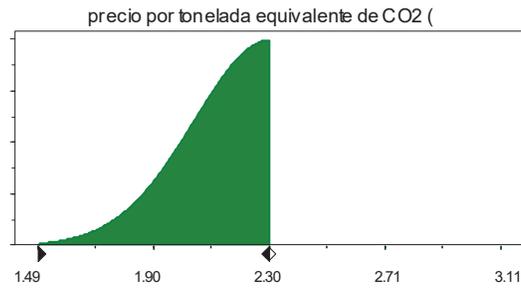
Se realizó un análisis de sensibilidad para la evaluación económica del proyecto CAITSA – CDM-MEX considerando un precio de 2.3 euros por tonelada equivalente de CO2, es decir, el precio frontera entre un VPN positivo y uno negativo.

4.2.4.1.1 Escenario Pesimista (precio 2.3 euros tCO2)

Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario pesimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la derecha en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

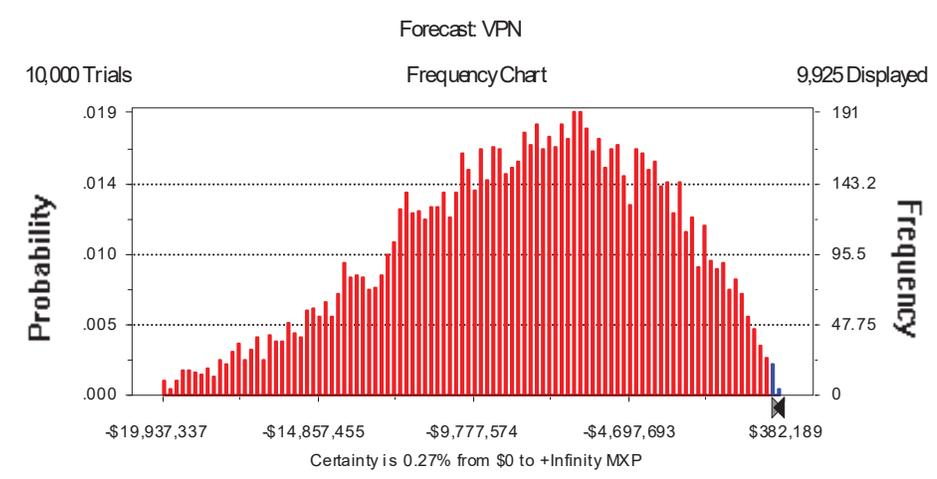
Gráficas 28. Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 2.3 euros tCO2)





El resultado del escenario pesimista arrojó que el 0.27% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 31).

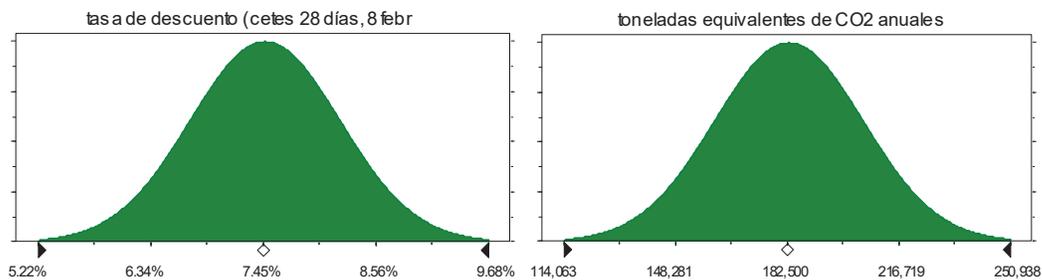
Gráfica 31. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 2.3 euros tCO₂)

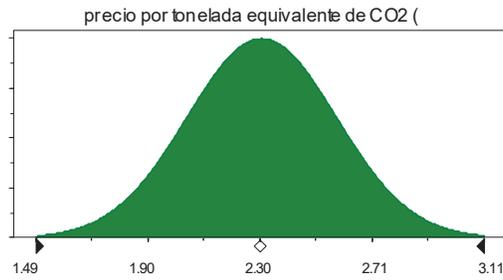


4.2.4.1.2 Escenario Neutral (precio 2.3 euros tCO₂)

Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario neutral no acotaron las funciones de distribución de probabilidad de dichas variables.

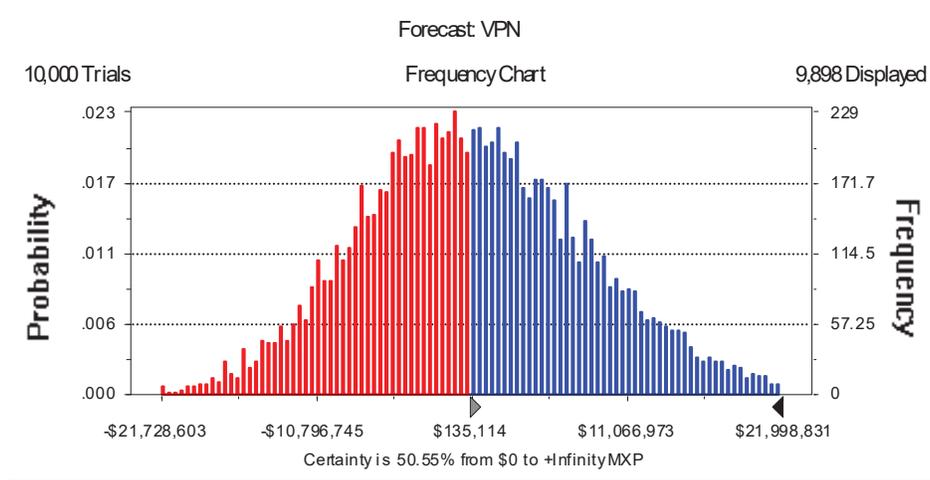
Gráficas 32. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 2.3 euros tCO₂)





El resultado del escenario neutral arrojó que el 50.55% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 33).

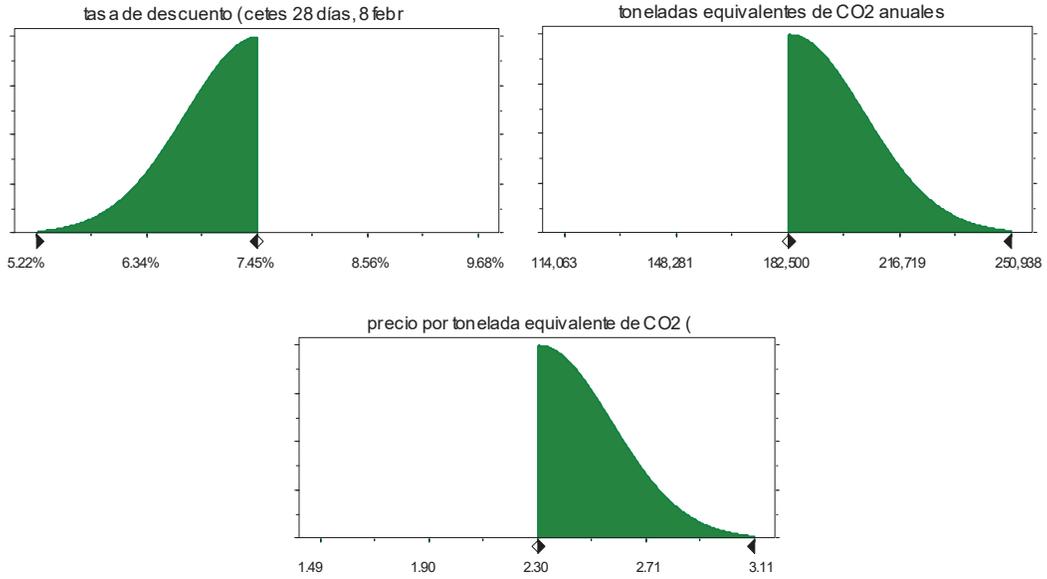
Gráfica 33. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario neutral (precio 2.3 euros tCO2)



4.2.4.1.3 Escenario Optimista (precio 2.3 euros tCO2)

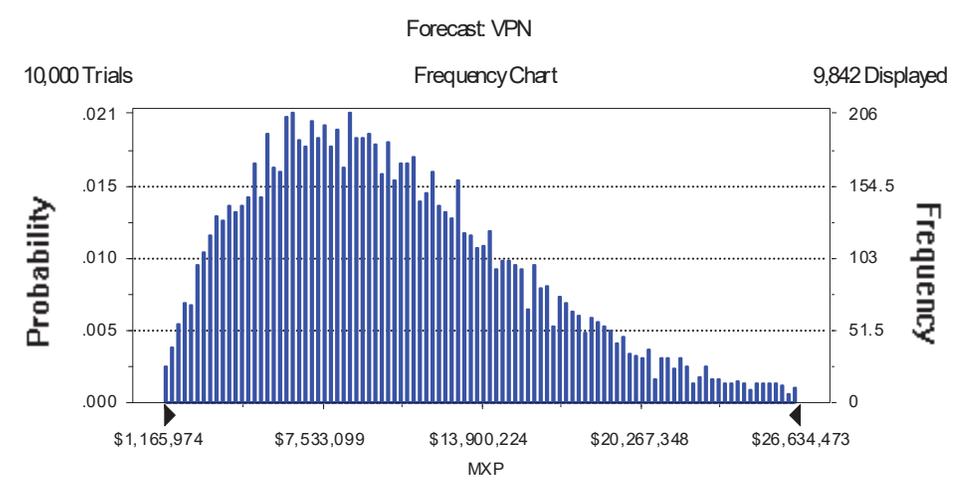
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario optimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la derecha en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la izquierda en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 34. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 2.3 euros tCO2)



El resultado del escenario optimista arrojó que el 100% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 35).

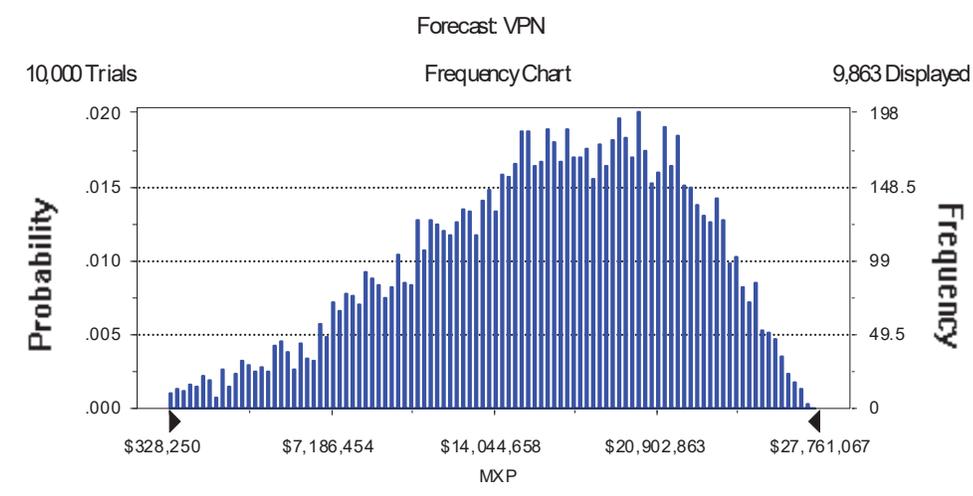
Gráfica 35. Frecuencia de los VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 2.3 euros tCO2)



4.2.4.1.4 Precio de la tonelada equivalente de CO2 que elude el riesgo

Se replicó el análisis de sensibilidad en un escenario pesimista considerando distintos precios de la tonelada equivalente de CO2. Se determinó que a partir de un precio de 3.6 euros, el escenario pesimista de la evaluación económica del proyecto arroja 100% de los VPNs mayores o iguales que cero.

Gráfica 36. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 3.6 euros tCO2)



4.2.5. Evaluación Financiera del Proyecto CAITSA—CDM-MEX con Participación Pasiva de los Productores Pecuarios y sin Generación de Electricidad

La decisión final de CAITSA fue que los productores pecuarios, dueños de dicha empresa, mantuvieran una participación pasiva en la implementación de un proyecto MDL. CAITSA decidió asociarse con la empresa extranjera AgCert para desarrollar dicho proyecto. De acuerdo a la información recibida por personal de CAITSA, ésta empresa no invertiría efectivo para la implementación del proyecto; únicamente tendría que proveer el terreno para construir los biodigestores y la mano de obra para rellenarlos a diario con el estiércol producido en los establos de CAITSA. Por otro lado, CAITSA no recibiría ganancias monetarias por la venta de los bonos de carbono que llevaría a cabo AgCert. Sin embargo, considerando que en algunos de los recientes proyectos implementados por AgCert, supuestamente dicha empresa ha decidido compartir el 10% de los ingresos obtenidos por la venta de bonos de carbono con los productores pecuarios con quienes se asocia, se mantendrá el supuesto de que en el proyecto MDL desarrollado con CAITSA podría darse una repartición de ingresos como la

mencionada. El proyecto pactado entre AgCert y CAITSA no contempla la generación de electricidad a partir del metano obtenido en los biodigestores.

Cuadro 20. Datos para la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Evaluación Financiera del Proyecto Pecuario MDL CAITSA - CDM-MEX con Participación Pasiva de Productores											
Nota: 35,000 vacas; 1500 toneladas diarias de estiércol; 182,500 toneladas equivalentes de CO2 anuales; 10 biodigestores de 10,000 m3 c/u											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS											
Mano de obra	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000
Renta imputada de la tierra	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000
COSTOS TOTALES	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000
INGRESOS											
Considerando un supuesto de un 10% de la venta de bonos de carbono	0	2,147,478	2,147,478	2,147,478	2,147,478	2,147,478	2,147,478	2,147,478	2,147,478	2,147,478	2,147,478
BENEFICIOS NETOS	- 1,656,000	491,478	491,478	491,478	491,478	491,478	491,478	491,478	491,478	491,478	491,478
VPN	\$2,629,998										
				TIR	27%						
tasa de descuento (cetes 28 días, 4 abril 2008)		7.45%									
toneladas equivalentes de CO2 anuales		182,500									
precio por tonelada equivalente de CO2 (€)		7									
precio por tonelada equivalente de CO2 (MXP)		117.67									
tipo de cambio 4 abril 2008		16.81									

Los resultados obtenidos en la evaluación financiera indican que el proyecto es rentable a partir de un precio de 5.8 euros por tonelada equivalente de CO2. Sin embargo, aun considerando el supuesto de que AgCert compartiera el 10% de los ingresos obtenidos en la venta de bonos de carbono con CAITSA, existe un diferencial considerable entre los resultados de las evaluaciones financieras del proyecto con participación activa con relación a la participación pasiva. Para un mismo precio de bonos de carbono, por ejemplo, 7 euros por tonelada equivalente de CO2, la participación activa arrojaba un VPN 32 veces mayor que el VPN de la participación pasiva.

Cuadro 21. Resultados de la evaluación financiera del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Precio de la tonelada equivalente de CO2 (€)	Valor Presente Neto (VPN) de Proyecto (MXP)	Tasa Interna de Retorno
5.7	-\$113,777	2.45%
5.8	\$97,283	7.50%
6	\$519,402	9.45%
7	\$2,629,998	27%
8	\$4,740,594	47%

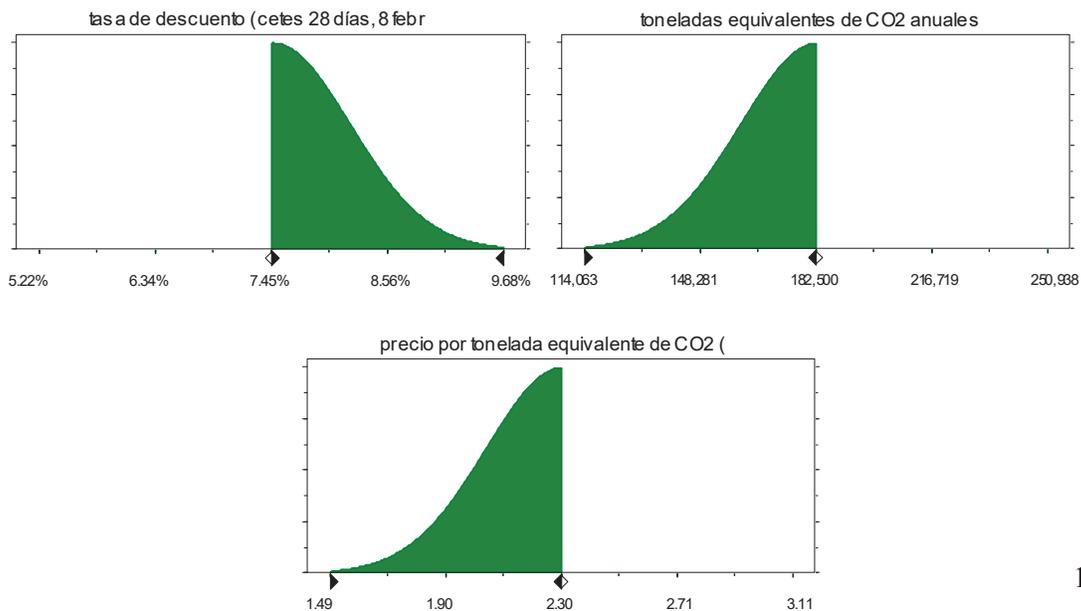
4.2.5.1 Análisis de Sensibilidad (precio € 5.8 euros tCO2)

Se realizó un análisis de sensibilidad para la evaluación económica del proyecto CAITSA – CDM-MEX considerando un precio de 2.3 euros por tonelada equivalente de CO2, es decir, el precio frontera entre un VPN positivo y uno negativo.

4.2.5.1.1 Escenario Pesimista (precio 5.8 euros tCO2)

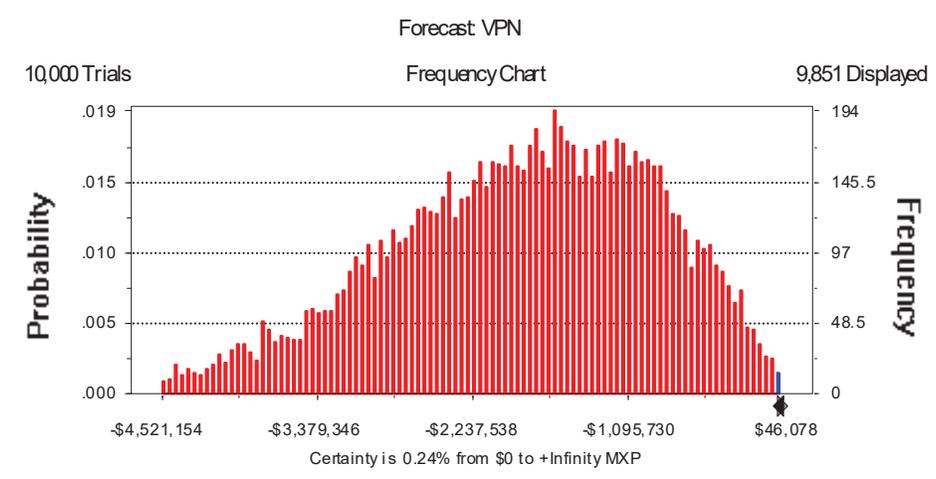
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario pesimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la derecha en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 37. Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 5.8 euros tCO2)



El resultado del escenario pesimista arrojó que el 0.24% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 38).

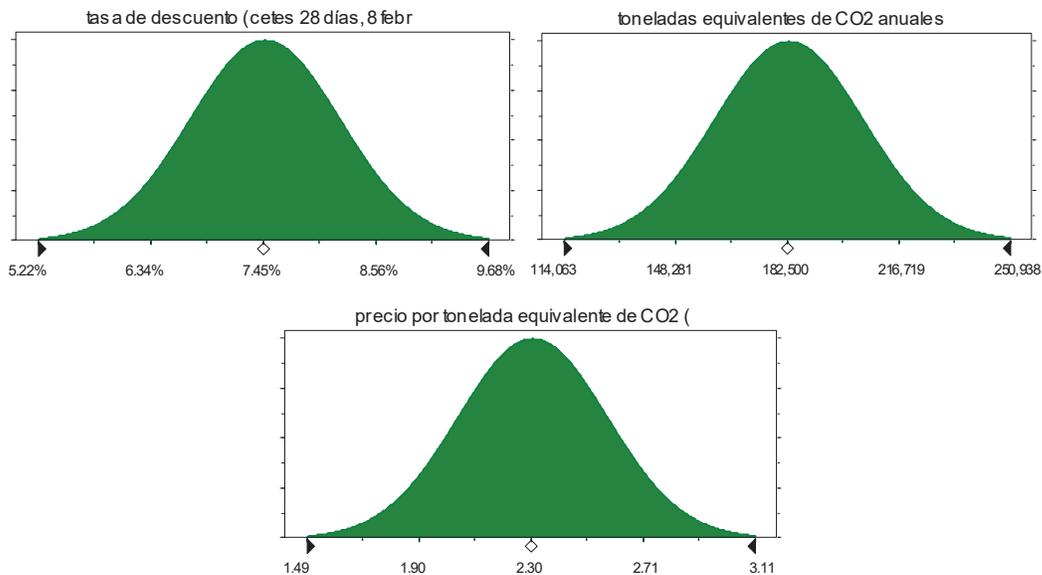
Gráfica 38. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 5.8 euros tCO₂)



4.2.5.1.2 Escenario Neutral (precio 5.8 euros tCO₂)

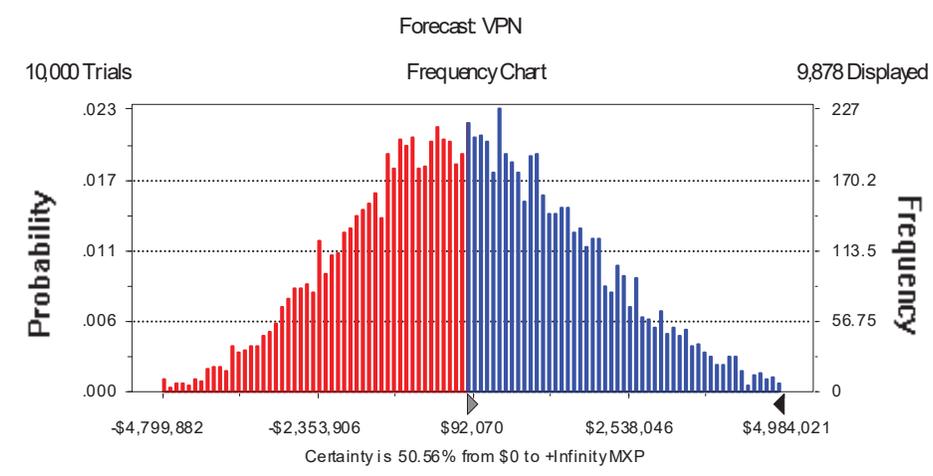
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario neutral no acotaron las funciones de distribución de probabilidad de dichas variables.

Gráficas 39. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario neutral (precio 5.8 euros tCO₂)



El resultado del escenario neutral arrojó que el 50.56% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 40).

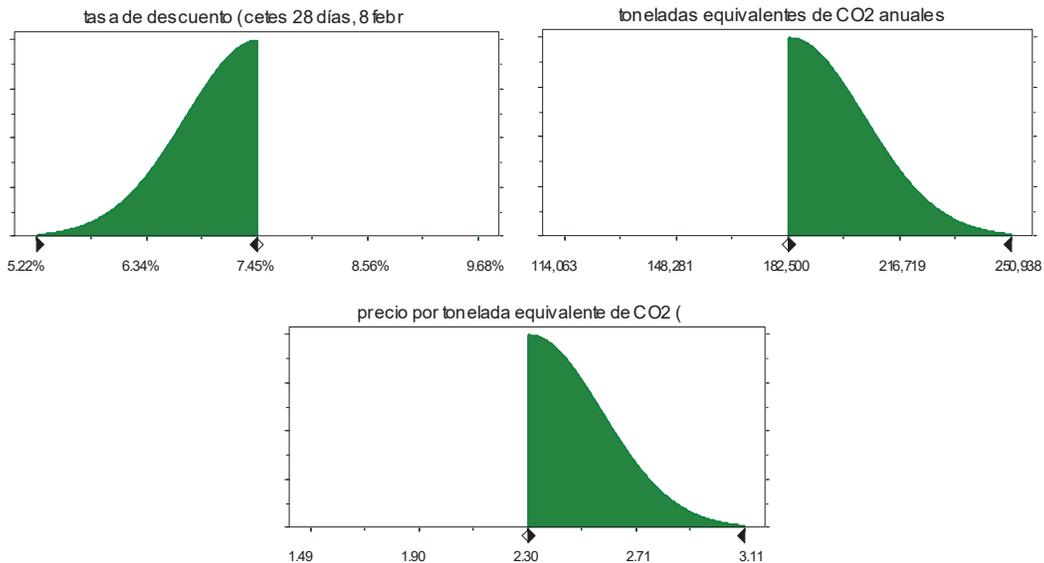
Gráfica 40. Frecuencia de VPN's >= 0 en escenario neutral (precio 5.8 euros tCO2)



4.2.5.1.3 Escenario Optimista (precio 5.8 euros tCO2)

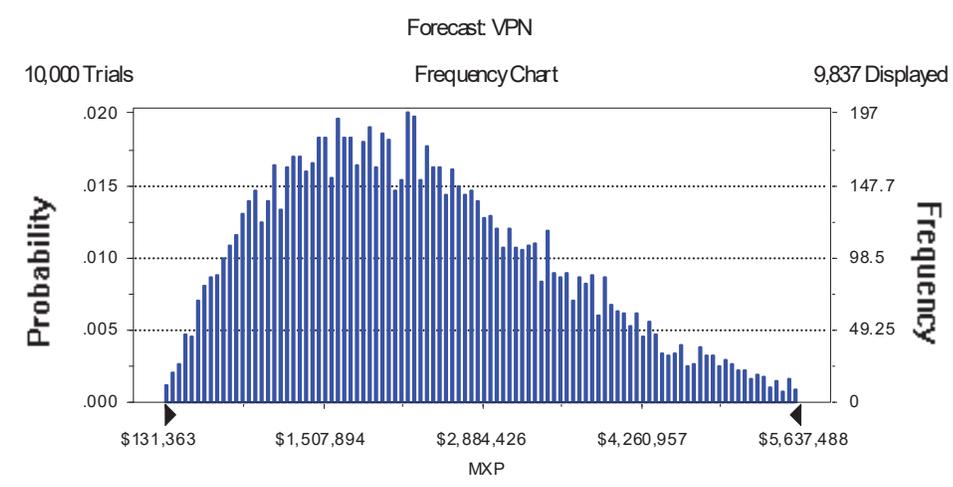
Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario optimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la derecha en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (precio por tonelada equivalente de CO2, toneladas equivalentes de CO2 anuales), mientras que acotaron la distribución de probabilidad de la media a la izquierda en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 41. Supuestos sobre las variables sensibles en escenario optimista (precio 5.8 euros tCO2)



El resultado del escenario optimista arrojó que el 100% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 42).

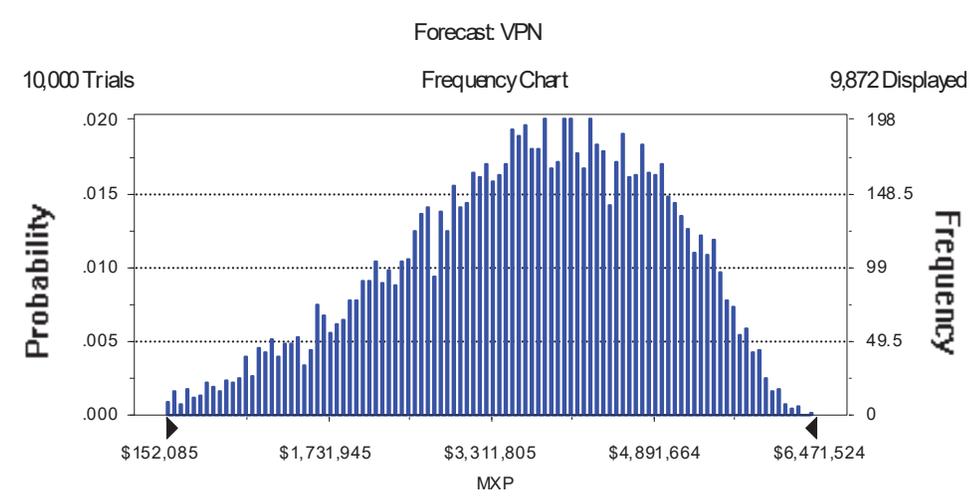
Gráfica 42. Frecuencia de los VPN's ≥ 0 en escenario optimista (precio 0 euros tCO₂)



4.2.5.1.4 Precio de la tonelada equivalente de CO₂ que elude el riesgo

Se replicó el análisis de sensibilidad en un escenario pesimista considerando distintos precios de la tonelada equivalente de CO₂. Se determinó que a partir de un precio de 8.6 euros, el escenario pesimista de la evaluación económica del proyecto arroja 100% de los VPN's mayores o iguales que cero.

Gráfica 43. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 8.6 euros tCO₂)



4.2.6. Evaluación Económica del Proyecto CAITSA—CDM-MEX con Participación Pasiva de los Productores Pecuarios y sin Generación de Electricidad

Cabe recordar que CAITSA ha recibido presión por parte del gobierno municipal de Tizayuca, Hidalgo para hacer más higiénico el manejo del estiércol de sus establos. Asimismo, CAITSA ha recibido advertencias de CONAGUA de inminentes multas por contaminar corrientes de aguas superficiales y subterráneas con el estiércol. La evaluación económica incluye la externalidad positiva del proyecto con relación a evitar posibles multas de CONAGUA a CAITSA por la contaminación de corrientes de agua ocasionada por el estiércol de sus establos.

Cuadro 22. Datos para la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Evaluación Financiera del Proyecto Pecuario MDL CAITSA - CDM-MEX con Participación Pasiva de Productores											
Nota: 35,000 vacas; 1500 toneladas diarias de estiércol; 182,500 toneladas equivalentes de CO2 anuales; 10 biodigestores de 10,000 m3 c/u											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS FIJOS											
Mano de obra	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000	1,350,000
Renta imputada de la tierra	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000	306,000
COSTOS TOTALES	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000	1,656,000
INGRESOS											
Considerando un supuesto de un 10% de la venta de bonos de carbono	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTERNALIDADES POSITIVAS											
Ahorro de CAITSA por evitar multas de CONAGUA	0	252,901	758,702	2,275,650	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200
INGRESOS TOTALES	0	252,901	758,702	2,275,650	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200	3,034,200
BENEFICIOS NETOS	- 1,656,000	- 1,403,099	- 897,298	619,650	1,378,200	1,378,200	1,378,200	1,378,200	1,378,200	1,378,200	1,378,200
VPN	\$3,559,643										
				TIR	19%						
tasa de descuento (cetes 28 días, 4 abril 2008)		7.45%									
toneladas equivalentes de CO2 anuales		182,500									
precio por tonelada equivalente de CO2 (€)		0									
precio por tonelada equivalente de CO2 (MXP)		0									
tipo de cambio 4 abril 2008		16.81									

Los resultados obtenidos en la evaluación indican que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico aún si no se obtienen ingresos por la venta de bonos de carbono. En este sentido, la externalidad positiva del proyecto al evitar multas de CONAGUA para CAITSA es suficiente para

implementar dicho proyecto desde la perspectiva económica. Al comparar las evaluaciones económicas del proyecto MDL sin generación de electricidad con participaciones activa y pasiva puede constatar que ante precios de los bonos de carbono menores a 3 euros, la participación pasiva ofrece un mejor VPN con relación a la participación activa. Sin embargo, con precios iguales ó mayores a los 3 euros por tonelada equivalente de CO₂, la participación activa arroja un VPN mayor que la participación pasiva.

Cuadro 23. Resultados de la evaluación económica del proyecto pecuario MDL CAITSA – CDM-MEX

Precio de la tonelada equivalente CO ₂ (€)	Valor Presente Neto (VPN) de Proyecto (MXP)	Tasa Interna de Retorno
0	\$3,559,643	19%
1	\$5,670,239	27%
2	\$7,780,835	37%
3	\$9,891,431	46%
4	\$12,002,027	56%
5	\$14,112,623	68%
6	\$16,223,219	79%
7	\$18,333,815	92%
8	\$20,444,411	105%

4.2.3.1 Análisis de Sensibilidad (precio € 0 euros tCO₂)

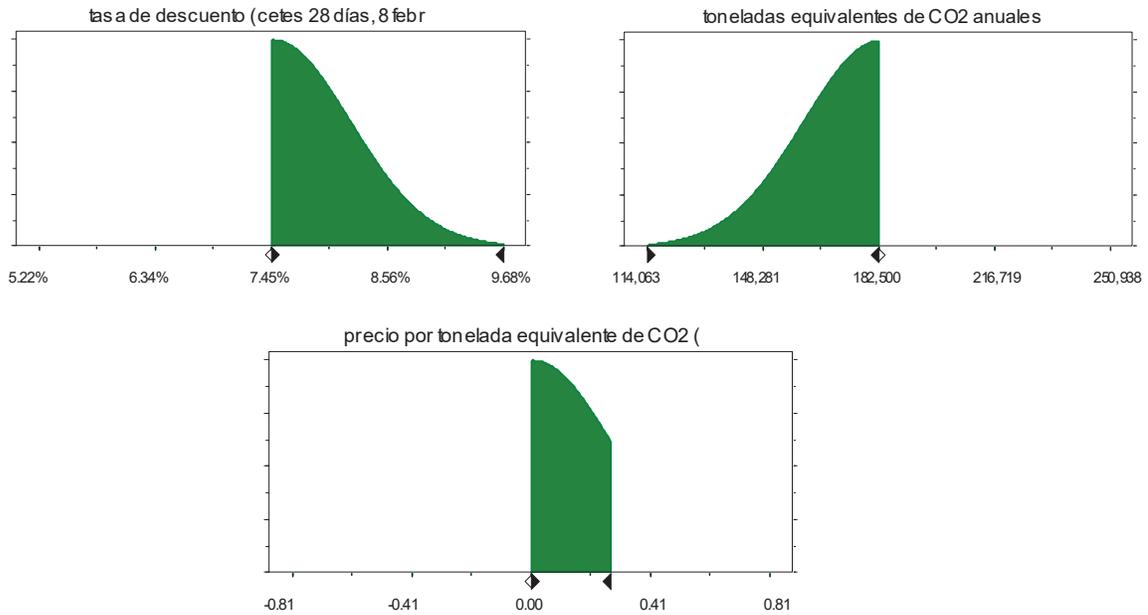
Se realizó un análisis de sensibilidad para la evaluación económica del proyecto CAITSA – CDM-MEX considerando un precio cero para los bonos de carbono, es decir, suponiendo que no habría ganancias monetarias por la venta de bonos de carbono.

4.2.3.1.1 Escenario Pesimista (precio 0 euros tCO₂)

Los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario pesimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN (toneladas equivalentes de CO₂ anuales), a excepción del precio internacional de los bonos de carbono. Debido a que no puede haber precios negativos, el precio de los bonos de carbono se acotó de

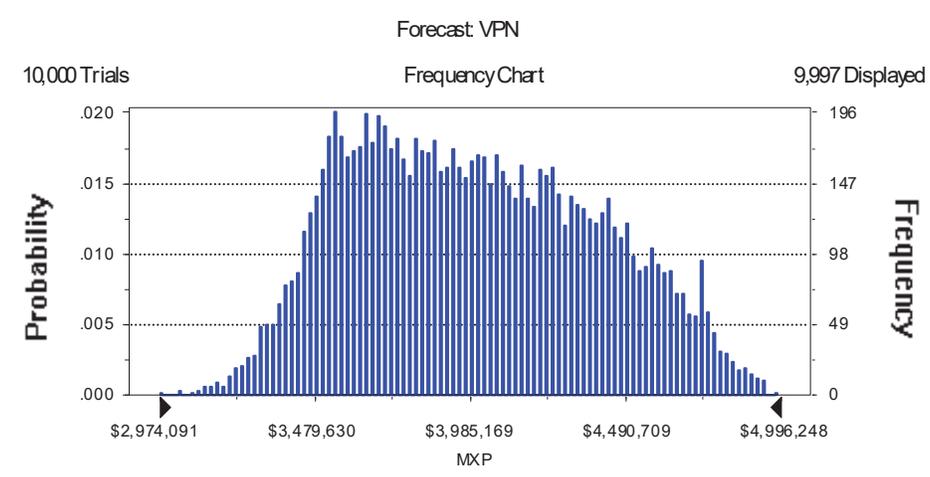
la media a una desviación estándar a la derecha de la distribución normal de probabilidad. Mientras tanto, se acotó la distribución de probabilidad de la media a la derecha en la variable que guarda una relación negativa con el VPN (tasa de descuento).

Gráficas 44. Supuestos de las variables sensibles en escenario pesimista (precio 0 euros tCO2)



El resultado del escenario pesimista arrojó que el 100% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (gráfica 45). Por lo tanto, aún el precio de 0 euros por tonelada equivalente de CO2 elude el riesgo del proyecto.

Gráfica 45. Frecuencia de VPN's ≥ 0 en escenario pesimista (precio 0 euros tCO2)



4.3 Determinación del Tamaño Mínimo de Proyecto Rentable

Para determinar el Tamaño Mínimo de Proyecto Rentable (TMPR) se buscan las escalas de proyecto que permiten obtener un V PN positivo ante diferentes precios de la tonelada equivalente de bióxido de carbono. El cuadro 24 muestra los TMPR's para proyectos MDL realizados con bovinos, mientras que el cuadro 25 muestra los TMPR's para proyectos MDL realizados con porcinos.⁷

Cuadro 24. Tamaños Mínimos de Proyectos Rentables para Proyectos MDL realizados con Bovinos

Precio de la tonelada equivalente de CO2 (€)	Toneladas equivalentes de CO2 anuales	Número de vacas	Número de biodigestores 10,000 m3 c/u
0.8	365,000	56,000	16
0.9	228,125	35,000	10
1	182,500	28,000	8
2	68,438	10,500	3
3	45,625	7,000	2
4	22,813	3,500	1

Cuadro 25. Tamaños Mínimos de Proyectos Rentables para Proyectos MDL realizados con Porcinos

Precio de la tonelada equivalente de CO2 (€)	Toneladas equivalentes de CO2 anuales	Número de cerdos	Número de biodigestores
0.8	365,000	408,032	16
0.9	228,125	255,020	10
1	182,500	204,016	8
2	68,438	76,506	3
3	45,625	51,004	2
4	22,813	25,502	1

⁷ Las estimaciones de la producción anual de bióxido de carbono equivalente del estiércol del ganado vacuno y porcino se realizaron utilizando las conversiones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Así, se estima que en promedio el estiércol de una vaca puede producir 6.5178 toneladas equivalentes de bióxido de carbono por año; mientras se estima que en promedio, el estiércol de un cerdo puede producir 0.8945 toneladas equivalentes de bióxido de carbono por año.

4.4 Maximización de la Utilidad de los Productores Pecuarios a partir de Potenciales Incrementos en sus Capitales al Implementar Proyectos MDL

Como fue explicado en la sección 3.6 de esta tesis, es posible plantear teóricamente la maximización de utilidad a partir del incremento de capitales. La utilidad es tomada como función de la variable consumo, la cual a su vez, puede ser función de un vector de distintos capitales. Dicha maximización de utilidad quedaría expresada de la siguiente forma:

$$Max_{U_t} \{C_t(\overline{K}_t)\}$$

s.a.

$$k_t^f = k_{t-1}^f + \beta^f k_{t-1}^f$$

$$k_t^{fs} = k_{t-1}^{fs} + \beta^{fs} k_{t-1}^{fs}$$

$$k_t^s = k_{t-1}^s + \beta^s k_{t-1}^s$$

$$k_t^h = k_{t-1}^h + \beta^h k_{t-1}^h$$

$$k_t^n = k_{t-1}^n + \beta^n k_{t-1}^n$$

Donde:

U_t : Utilidad en el tiempo t

C_t : Consumo en el tiempo t

\overline{K}_t : Vector de capitales en el tiempo t

k_t^f : Capital financiero en el tiempo t

k_{t-1}^f : Capital financiero en el tiempo t-1

β^f : Coeficiente de incremento del capital financiero

k_t^{fs} : Capital físico en el tiempo t

k_{t-1}^{fs} : Capital físico en el tiempo t-1

β^{fs} : Coeficiente de incremento del capital físico

k_t^s : Capital social en el tiempo t

k_{t-1}^s : Capital social en el tiempo t-1

β^s : Coeficiente de incremento del capital social

k_t^h : Capital humano en el tiempo t

k_{t-1}^h : Capital humano en el tiempo t-1

β^h : Coeficiente de incremento del capital humano

k_t^n : Capital natural en el tiempo t

k_{t-1}^n : Capital natural en el tiempo t-1

β^n : Coeficiente de incremento del capital natural

En caso de que existieran suficientes observaciones de proyectos pecuarios MDL con participaciones activa y pasiva, podrían estimarse empíricamente mediante técnicas econométricas los coeficientes de incremento de los distintos capitales. Para ello tendrían que definirse variables *proxy* para los distintos capitales. Asimismo, podrían utilizarse variables *dummy* para capturar el incremento en capitales atribuible al tipo de participación de los productores en la implementación de proyectos pecuarios MDL. Sin embargo, debido a la falta de suficientes observaciones de proyectos pecuarios MDL con participaciones activas, no puede establecerse una evaluación empírica de la diferencia de incrementos en capitales dado el tipo de participación de los productores en dichos proyectos. Debido a lo anterior, se llevará a cabo una evaluación teórica del impacto potencial de una participación activa en proyectos MDL en la utilidad de los productores pecuarios, en contraposición a una participación pasiva. Así, a partir de la maximización descrita anteriormente, se construye el siguiente Lagrangiano acompañado de sus respectivas condiciones de primer orden:

$$L = U_t \{C_t(\bar{K}_t)\} - \lambda_1 \{k_t^f - k_{t-1}^f(1 + \beta^f)\} - \lambda_2 \{k_t^{fs} - k_{t-1}^{fs}(1 + \beta^{fs})\} - \lambda_3 \{k_t^s - k_{t-1}^s(1 + \beta^s)\} - \lambda_4 \{k_t^h - k_{t-1}^h(1 + \beta^h)\} - \lambda_5 \{k_t^n - k_{t-1}^n(1 + \beta^n)\}$$

$$\frac{\partial L}{\partial U} = U' \{C'(\bar{K})\} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = k_t^f - k_{t-1}^f (1 + \beta^f) = 0 \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = k_t^{fs} - k_{t-1}^{fs} (1 + \beta^{fs}) = 0 \dots\dots\dots(3)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_3} = k_t^s - k_{t-1}^s (1 + \beta^s) = 0 \dots\dots\dots(4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_4} = k_t^h - k_{t-1}^h (1 + \beta^h) = 0 \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_5} = k_t^n - k_{t-1}^n (1 + \beta^n) = 0 \dots\dots\dots(6)$$

Se postula la siguiente relación teórica:

$$\beta_a^k > \beta_p^k \quad \text{Donde: } k = f, fs, s, h, n.$$

Es decir, que la participación activa de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL implica un mayor coeficiente de incremento de capitales con relación a una participación pasiva.

Por lo tanto, al comparar los incrementos de capitales obtenidos en los dos tipos de participación de los productores, se tendría de las condiciones de primer orden del (2) al (6) las siguientes relaciones:

$$\Delta_a^f = \beta_a^f k_{t-1}^f > \Delta_p^f = \beta_p^f k_{t-1}^f, \text{ dado que: } \beta_a^f > \beta_p^f, \text{ por lo tanto: } \Delta_a^f > \Delta_p^f$$

$$\Delta_a^{fs} = \beta_a^{fs} k_{t-1}^{fs} > \Delta_p^{fs} = \beta_p^{fs} k_{t-1}^{fs}, \text{ dado que: } \beta_a^{fs} > \beta_p^{fs}, \text{ por lo tanto: } \Delta_a^{fs} > \Delta_p^{fs}$$

$$\Delta_a^s = \beta_a^s k_{t-1}^s > \Delta_p^s = \beta_p^s k_{t-1}^s, \text{ dado que: } \beta_a^s > \beta_p^s, \text{ por lo tanto: } \Delta_a^s > \Delta_p^s$$

$$\Delta_a^h = \beta_a^h k_{t-1}^h > \Delta_p^h = \beta_p^h k_{t-1}^h, \text{ dado que: } \beta_a^h > \beta_p^h, \text{ por lo tanto: } \Delta_a^h > \Delta_p^h$$

$$\Delta_a^n = \beta_a^n k_{t-1}^n \geq \Delta_p^n = \beta_p^n k_{t-1}^n, \text{ dado que: } \beta_a^n \geq \beta_p^n, \text{ por lo tanto: } \Delta_a^n \geq \Delta_p^n$$

Ha sido argumentado que el único incremento de capitales que podría equipararse entre los dos tipos de participación de los productores pecuarios en proyectos MDL, es el relacionado al capital natural. Sin embargo, se ha argumentado que teóricamente el resto de los capitales podría incrementarse más con una participación activa de los productores pecuarios en dichos proyectos. Cabe destacar, que los postulados teóricos aquí anunciados tendrían que ser corroborados empíricamente. Sin embargo, para ello se requiere un número suficiente de observaciones de participaciones activas de productores pecuarios en proyectos MDL, para comparar su impacto en el incremento de capitales de dichos productores con relación a las participaciones pasivas que ya se han presentado.

4.5 Modelación de Teoría de Juegos para Explicar el Tipo de Participación de Productores Pecuarios en Proyectos MDL

4.5.1 Modelo 1. Negociación entre AgCert (jugador I) y Posta El Cuatro (jugador II) con información incompleta del jugador II

La primera negociación analizada fue la que se dio entre AgCert (jugador I) y Posta El Cuatro (jugador II) para la implementación de un proyecto MDL en los establos de cerdos de esta empresa pecuaria jalisciense. La negociación se desarrolló en un contexto de información asimétrica entre los jugadores, ya que Posta El Cuatro no contaba con toda la información con relación al trasfondo de la implementación del proyecto, es decir, la venta de bonos de carbono.

AgCert inició el juego y tenía las opciones de hacerle ó no la propuesta del proyecto a Posta El Cuatro. Se determinaron pagos para los jugadores que reflejaran la utilidad que podrían obtener en los distintos resultados dentro de la negociación. Así, se determinó que de no haber hecho la propuesta, AgCert no habría tenido que invertir en el proyecto y su capital se mantendría intacto, por lo que su pago sería de 3, representando el stock de capital destinado por AgCert para un proyecto similar; mientras tanto, el pago para Posta El Cuatro sería de 0. Si AgCert decidiera, como lo hizo, hacer la propuesta a Posta El Cuatro para implementar el proyecto MDL, este último jugador tendría la opción de aceptar ó no la propuesta hecha por AgCert. Dicha propuesta consistía en que AgCert aportaría la inversión para llevar a cabo el proyecto, mientras que Posta El Cuatro debería proveer los terrenos para construir los biodigestores y la mano de obra para llenarlos día con día con el estiércol de los cerdos de Posta El Cuatro. AgCert no habló con Posta El Cuatro acerca de los beneficios que obtendría por la venta de

bonos de carbono, por lo que el desconocimiento de las ganancias que se obtendrían en el proyecto al incursionar en el mercado mundial de carbono, evitaron que Posta El Cuatro pudiese considerar la opción de buscar negociar una distribución de los beneficios del proyecto con AgCert. Por esta falta de información, dicha opción se presenta como una línea punteada en el modelo, es decir, realmente Posta El Cuatro no contó con dicha opción.

Los pagos para los jugadores en caso de que Posta El Cuatro aceptase implementar el proyecto con AgCert serían de 1 para Posta El Cuatro y de 12 para AgCert. Dichos pagos reflejan que Posta El Cuatro tendría un beneficio por el manejo higiénico de su estiércol, mientras que AgCert podría multiplicar por 5 su inversión. Dado que el stock de inversión de AgCert destinado para un proyecto similar se determinó que tuviese un valor de 3, el pago de dicho jugador sería 12 ya que pasaría de un punto en la recta de -3 que indica que se llevó a cabo la inversión al punto 12, que implica que se multiplicó la inversión por 5. Para encontrar el equilibrio de Nash a partir del árbol de decisión ó forma extensiva del juego, se comienzan a analizar los resultados del final hacia el inicio del mismo. En este sentido, el jugador II, es decir, Posta El Cuatro, decide aceptar la oferta de AgCert para implementar el proyecto, ya que obtiene un pago mayor que si no acepta dicha propuesta. Asimismo, AgCert decide hacerle la propuesta del proyecto a Posta El Cuatro, ya que obtiene una utilidad mayor respecto al no presentar dicha propuesta. Por lo tanto, el equilibrio de Nash es 12 unidades de utilidad para el jugador I (AgCert) y 1 unidad de utilidad para el jugador II (Posta El Cuatro).

4.5.2 Modelo 2. Negociación entre CDM-MEX (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información incompleta

En esta negociación, CDM-MEX es el jugador I y CAITSA el jugador II. Dado que CDM-MEX le explicó abierta y detalladamente a los administradores de CAITSA el trasfondo de la implementación de un proyecto MDL, es decir, incursionar en el comercio internacional de bonos de carbono, dicho juego se considera que tuvo información completa para ambos jugadores. El pago para ambos jugadores en caso de que CDM-MEX no hiciera la propuesta a CAITSA de implementar el proyecto sería de 0. Para CDM-MEX sería de cero y no un número positivo ya que dicha empresa no contaba con recursos propios, como en el caso de AgCert, para implementar el proyecto. Al tener CDM-MEX que recurrir al financiamiento y no tener un stock de capital para invertir, se queda con cero en caso de no proponer la implementación del proyecto a CAITSA. Si CDM-MEX hace la propuesta a CAITSA,

entonces este último jugador podría aceptar ó no dicha propuesta. En caso de no aceptarla, los pagos serían 0 para ambos jugadores. En caso de que CAITSA aceptara la propuesta, los pagos serían 12 para CDM-MEX y 15 para CA ITSA. Los pagos se determinaron de la siguiente forma. La propuesta de CDM-MEX incluía la conversión del metano a electricidad, con la finalidad de autoabastecer las necesidades de CAITSA y vender la electricidad residual. Asimismo, la propuesta incluía repartir en partes iguales las utilidades del proyecto, considerando tanto los ingresos de la venta de bonos de carbono como los ingresos de la venta de electricidad residual. El monto de inversión del proyecto al incluir la generación de electricidad es cuatro veces mayor que la inversión requerida para implementar el proyecto sin incluir dicha generación de electricidad; el número asociado a la inversión con generación de electricidad es 12, mientras que sin generación de electricidad es 3. De implementarse el proyecto, los ingresos representarían el multiplicar por 3 el monto invertido, es decir, se pasaría de un punto de -12 que refleja el realizar la inversión, al punto 24.

El punto que refleja que se recuperó la inversión es el punto 0, por lo que la utilidad que le corresponde a cada jugador es 12. Sin embargo, CAITSA tendría 3 puntos de utilidad adicionales con relación a CDM-MEX, ya que dicha empresa tendría beneficios por el manejo higiénico del estiércol de sus establos y además recibiría un autoabastecimiento de electricidad. Debido a lo anterior, los pagos para los jugadores si CAITSA aceptase la oferta de CDM-MEX, serían de 15 unidades de utilidad para la primera empresa y 12 unidades de utilidad para la segunda.

Aún cuando el equilibrio de Nash de este juego serían 12 unidades de utilidad para CDM-MEX y 15 para CAITSA, lo que implica que la primera empresa le propusiera a la segunda, y ésta aceptase, la implementación del proyecto MDL, la realidad fue que CAITSA decidió no aceptar la propuesta de CDM-MEX. Lo anterior, será modelado como un problema de agente -principal, siendo los administradores (empleados) de CAITSA el agente, y los dueños de la empresa que son los productores, el principal.

4.5.3 Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa

En esta negociación, AgCert es el jugador I y CAITSA el jugador II. Debido a que dicha negociación ocurrió después de la negociación fallida entre CDM-MEX y CAITSA, los administradores de esta

última empresa, quienes estaban a cargo de las negociaciones, ya habían recibido la explicación por parte de CDM-MEX acerca del trasfondo de los proyectos MDL, es decir, la venta de bonos de carbono. La realidad fue que CAITSA, específicamente sus administradores, decidieron aceptar la oferta de AgCert para implementar un proyecto MDL. Dicha oferta no consideraba la distribución de beneficios por la venta de bonos de carbono entre AgCert y CAITSA, así como tampoco consideraba la generación de electricidad para autoabastecer los requerimientos de CAITSA y vender la electricidad residual, con la consiguiente repartición de beneficios entre ambas empresas.

El equilibrio de Nash del juego sería 4.5 unidades de utilidad para AgCert y 8.5 unidades de utilidad para CAITSA. Dicho equilibrio refleja que AgCert habría propuesto a CAITSA la implementación del proyecto, y esta empresa habría decidido negociar la distribución de beneficios con AgCert. Dicha negociación hubiera alcanzado el equilibrio de Nash, cuando ambas empresas recibieran el 50% de los beneficios de las ventas de bonos de carbono. El pago para CAITSA es mayor porque dicha empresa no habría invertido dinero en el proyecto, y además de los ingresos que obtendría por la venta de bonos de carbono, tendría beneficios adicionales por el manejo higiénico del estiércol de sus establos.

Sin embargo, la decisión de los administradores de CAITSA fue el aceptar la propuesta inicial de AgCert, por lo que los pagos para los jugadores fueron 12 unidades de utilidad para AgCert y 1 unidad de utilidad para CAITSA. Dichos pagos reflejan que AgCert pudo multiplicar por 5 su inversión inicial, y paso de un punto -3 al aplicar la inversión, a un punto 12. Mientras que CAITSA recibe un pago de 1, únicamente por los beneficios obtenidos por el manejo higiénico del estiércol de sus establos.

4.5.4 Modelo 4. Problema de Agente-Principal con Riesgo Moral e Información Asimétrica entre los Administradores de CAITSA (Agente) y los productores pecuarios de CAITSA (principal)

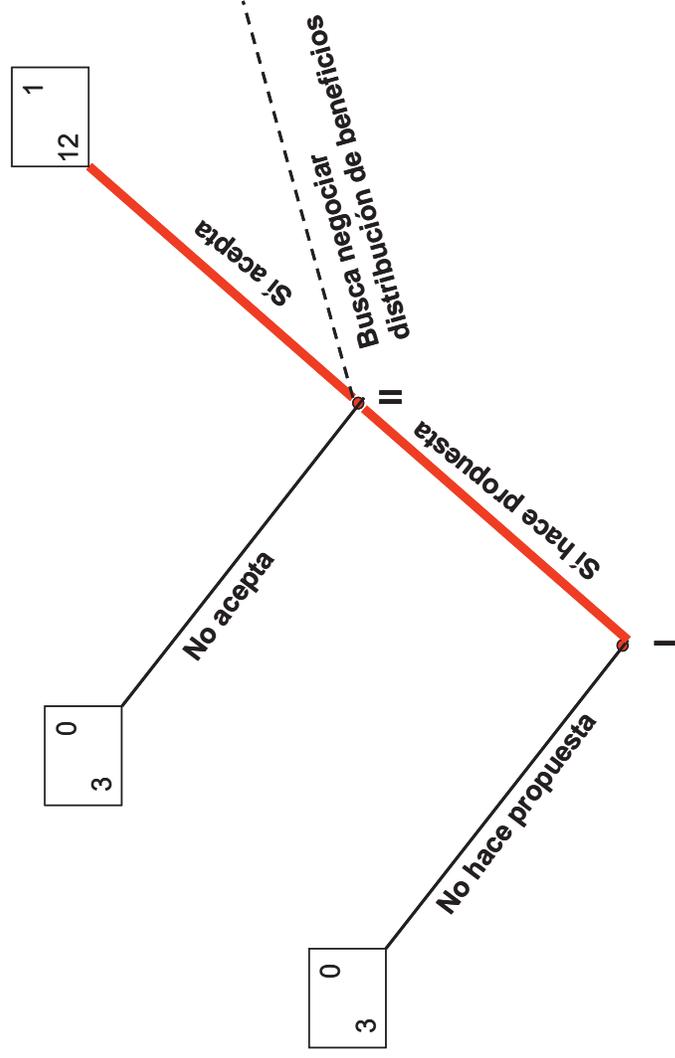
Este modelo refleja un problema hipotético de agente-principal con riesgo moral que puede haber ocurrido entre los administradores de CAITSA (agente) y los dueños de la empresa, es decir, los productores (principal). Los administradores (jugador I) son empleados de los productores (jugadores). Los administradores tuvieron que exponer las opciones presentadas a CAITSA para la implementación de un proyecto MDL. Si la propuesta de CDM-MEX hubiese sido presentada completa a los productores, resulta racional el pensar que la considerarían como una mejor opción que la propuesta de

AgCert. Sin embargo, dado que fue seleccionada la propuesta de AgCert, se estima que la propuesta de CDM-MEX fue presentada con un sesgo negativo ó no fue presentada a los productores de CAITSA.

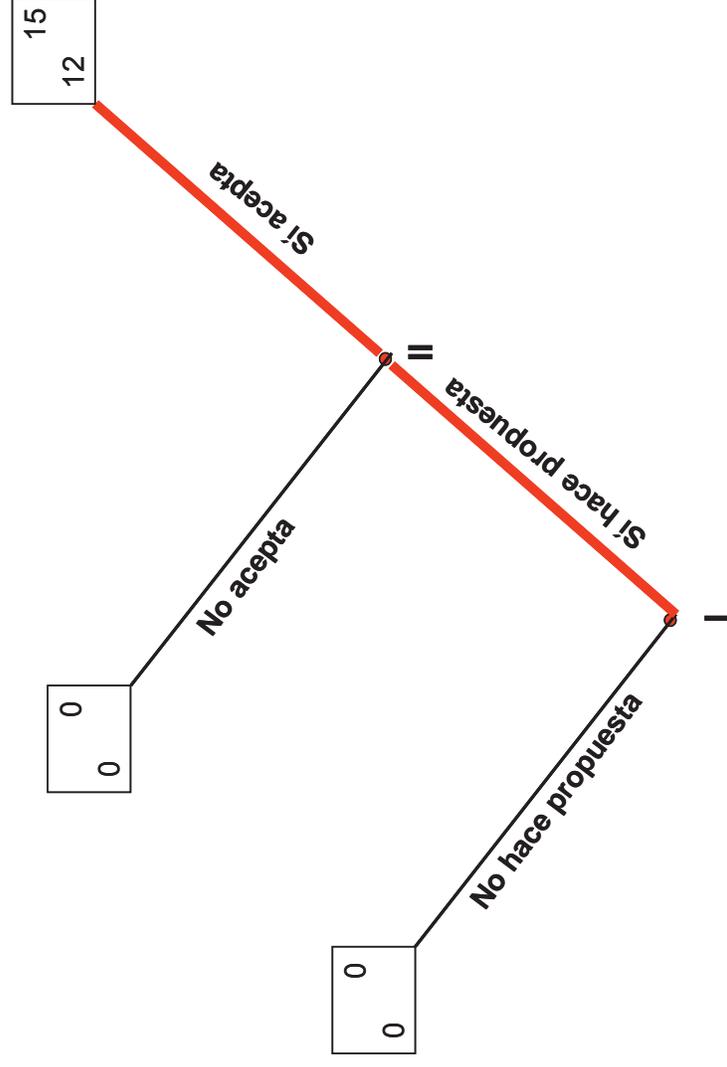
En el diseño del juego, se asignaron los siguientes pagos en los posibles resultados. Si los administradores hubiesen puesto a consideración de los productores la oferta hecha por CDM-MEX, y dichos productores hubiesen aceptado la propuesta, el jugador II (productores) habría recibido un pago de 15; dicho pago ya había sido considerado en el modelo 2. Mientras tanto, en ese escenario el jugador I (administradores) podría recibir un pago de 3, re presentando cada unidad de utilidad el reconocimiento por parte de la empresa por haber negociado 3 beneficios para CAITSA: i) manejo higiénico del estiércol de los establos; ii) autoabastecimiento de electricidad; iii) ingresos adicionales para la empresa por la venta de bonos de carbono y electricidad residual. Por otro lado, si el jugador II hubiese rechazado la propuesta de CDM-MEX, entonces el pago para ambos jugadores habría sido 0.

Sino por el contrario, el jugador I le presenta al jugador II la propuesta de CDM-MEX con un sesgo negativo ó simplemente no la presenta, y por otro lado sí presenta la oferta de AgCert, entonces el jugador II habría sido manipulado para considerar únicamente la propuesta hecha por esta última empresa. En caso de que el jugador II acepte la propuesta de AgCert, los pagos para los jugadores serían los siguientes: 1 unidad de utilidad para los productores por el manejo higiénico del estiércol de sus establos; 6 unidades de utilidad para los administradores bajo el supuesto de que éstos habrían recibido un pago monetario por parte de AgCert para poner a los productores de su lado. Se considera que dicho pago debería haber generado una utilidad notoriamente mayor para los administradores respecto a lo que habrían obtenido en caso de presentar objetivamente y de forma detallada ambas propuestas a los productores. El equilibrio de Nash del juego, bajo el esquema de agente-principal con riesgo moral, es un pago de 6 unidades de utilidad para los administradores de CAITSA, y un pago de 1 unidad de utilidad para los dueños de CAITSA.

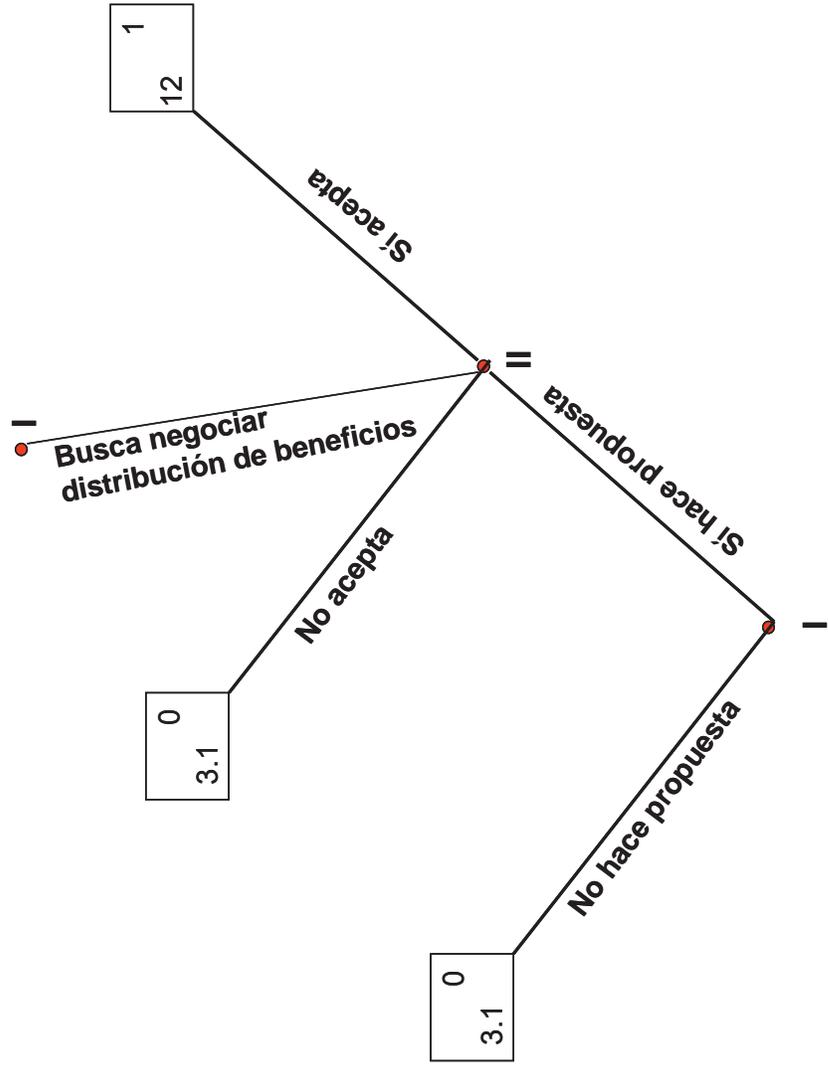
Modelo 1. Negociación entre AgCert (jugador I) y Posta El Cuatro (jugador II) con información incompleta del jugador II



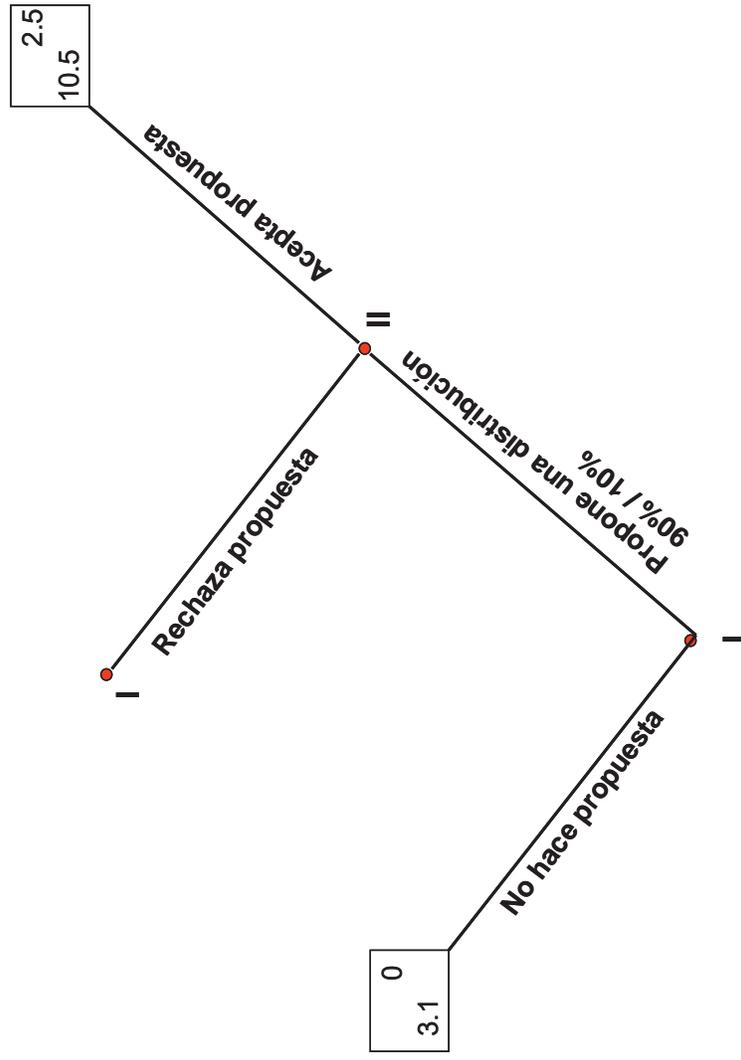
Modelo 2. Negociación entre CDM-MEX (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa



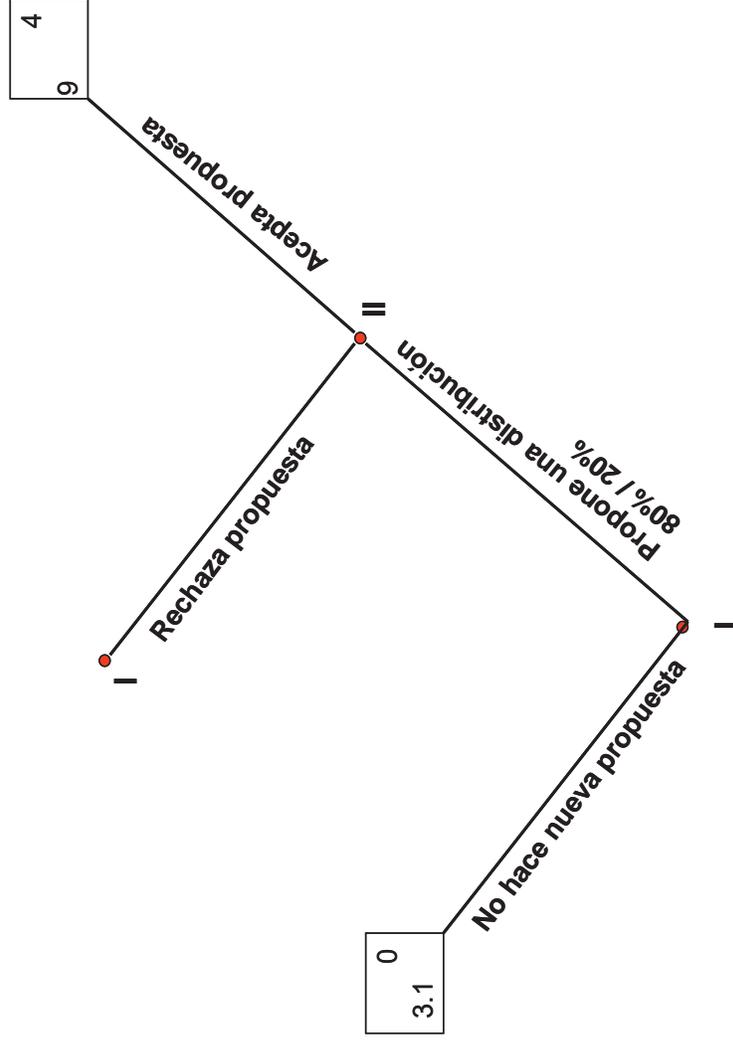
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (primera parte)
(PLANTEAMIENTO)



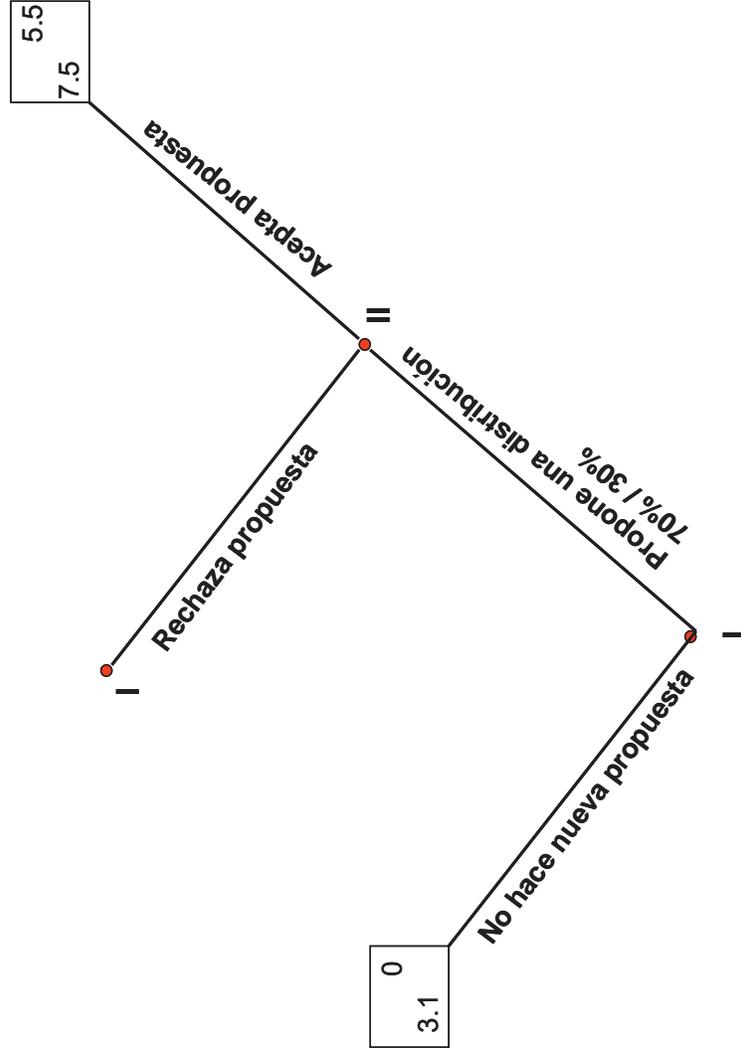
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (segunda parte)
(PLANTEAMIENTO)



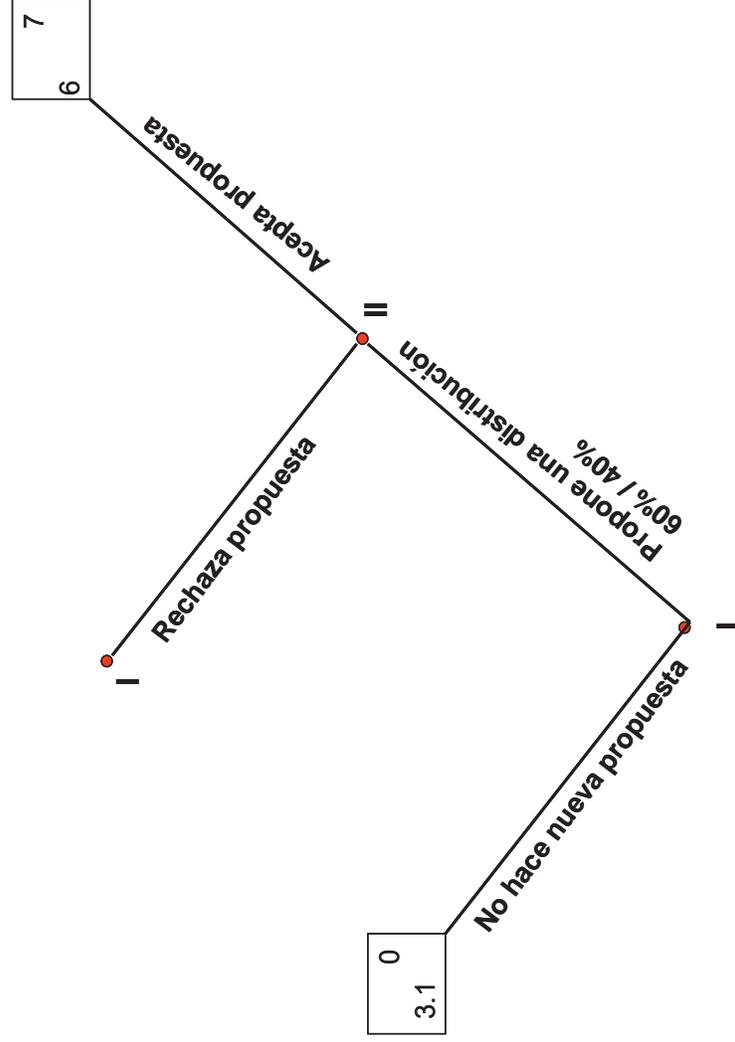
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (tercera parte)
(PLANTEAMIENTO)**



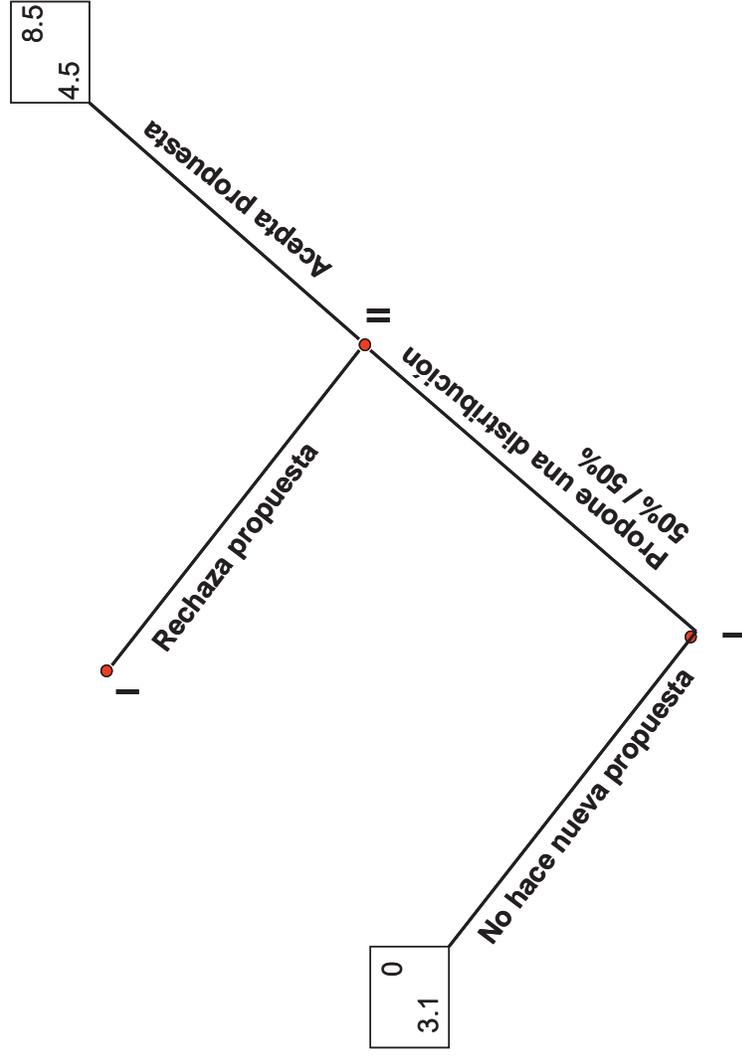
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (cuarta parte)
(PLANTEAMIENTO)



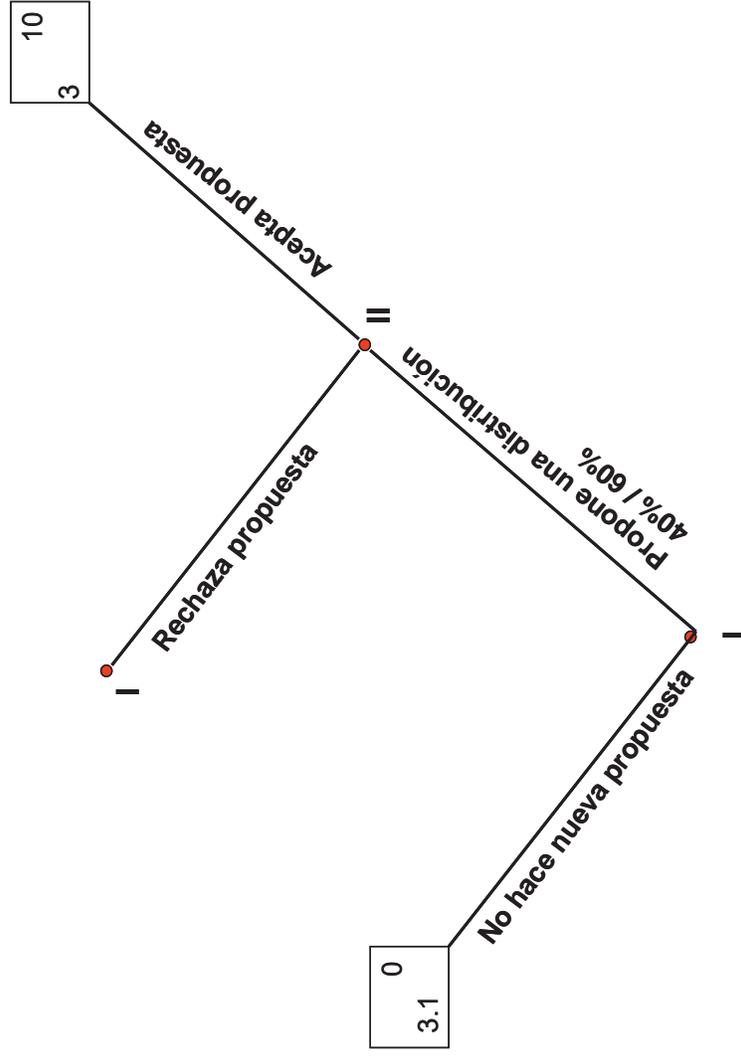
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (quinta parte)
(PLANTEAMIENTO)**



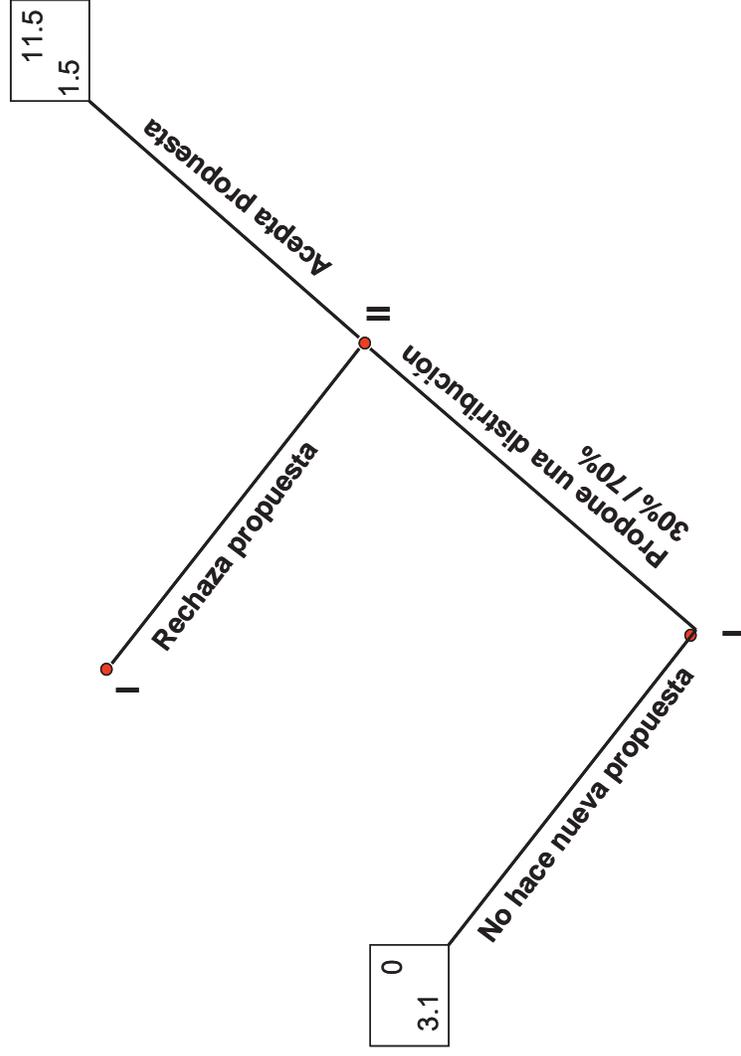
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (sexta parte)
(PLANTEAMIENTO)**



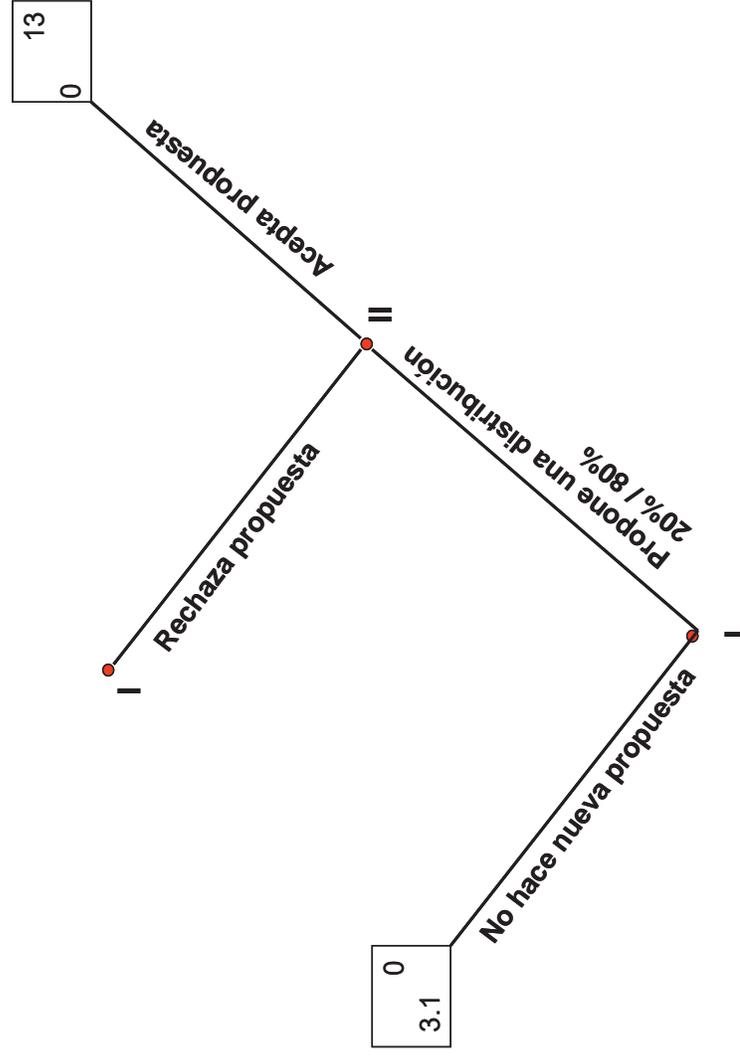
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (séptima parte)
(PLANTEAMIENTO)



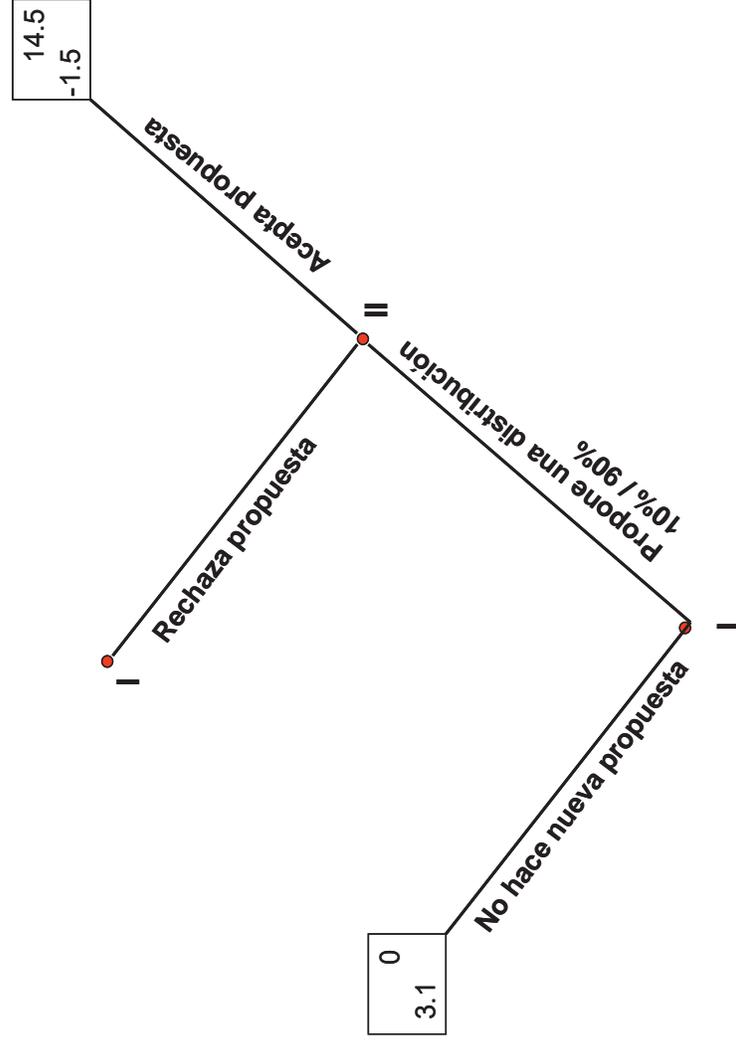
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (octava parte)
(PLANTEAMIENTO)**



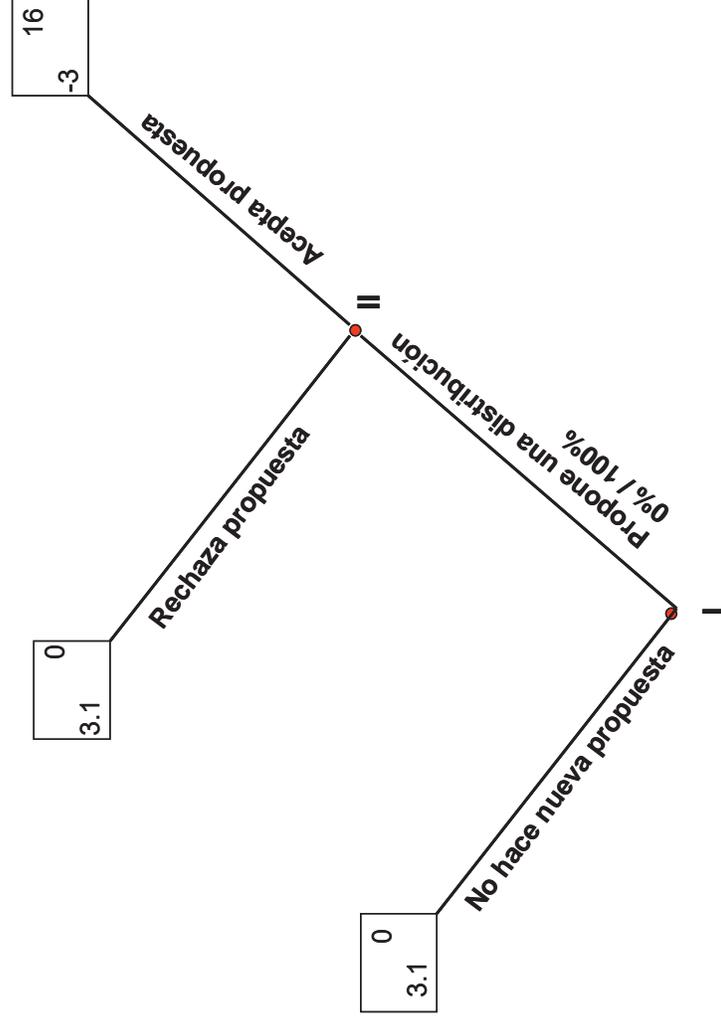
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (no vena parte)
(PLANTEAMIENTO)**



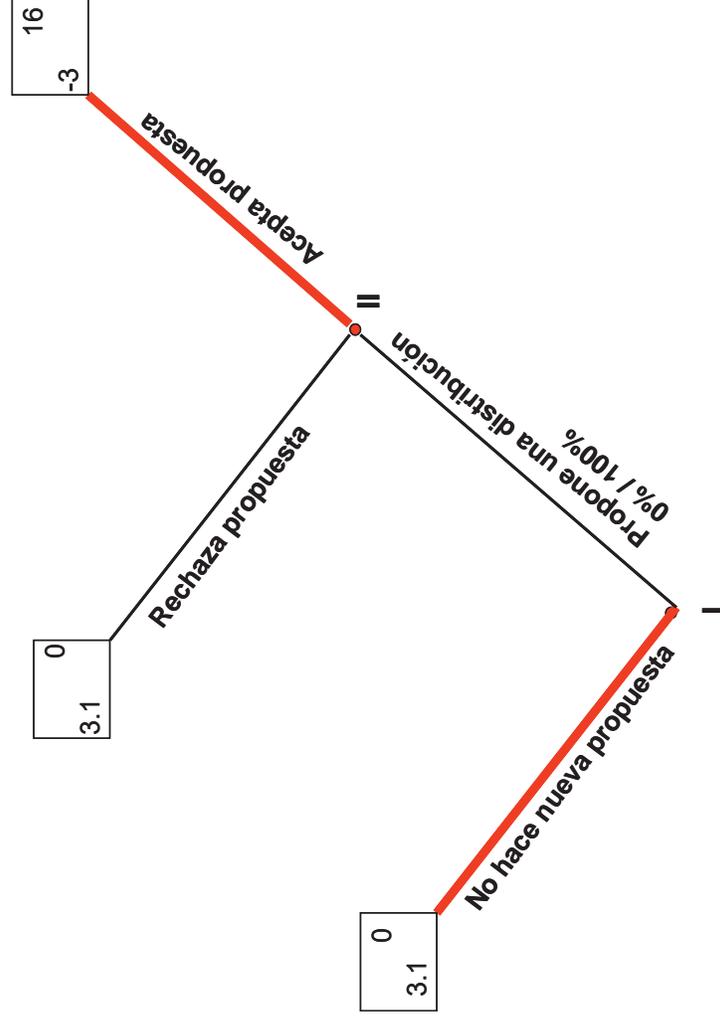
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (décima parte)
(PLANTEAMIENTO)**



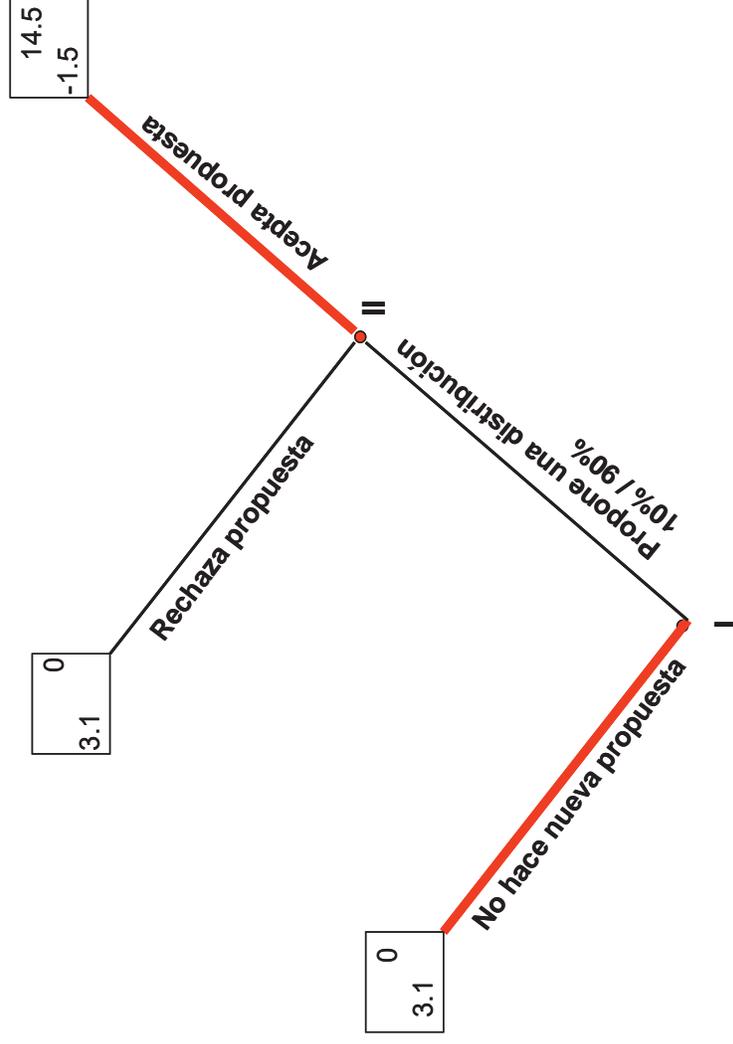
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (onceava parte)
(PLANTEAMIENTO)**



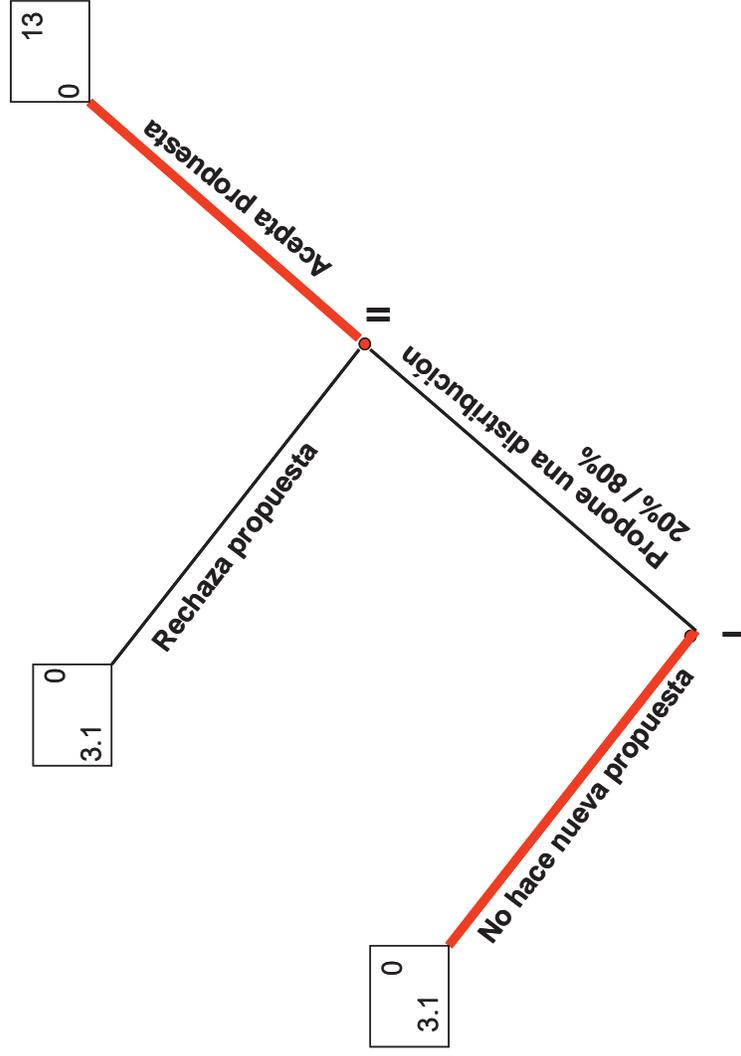
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador D) y CAITSA (jugador II) con información completa (onceava parte)
(SOLUCIÓN)



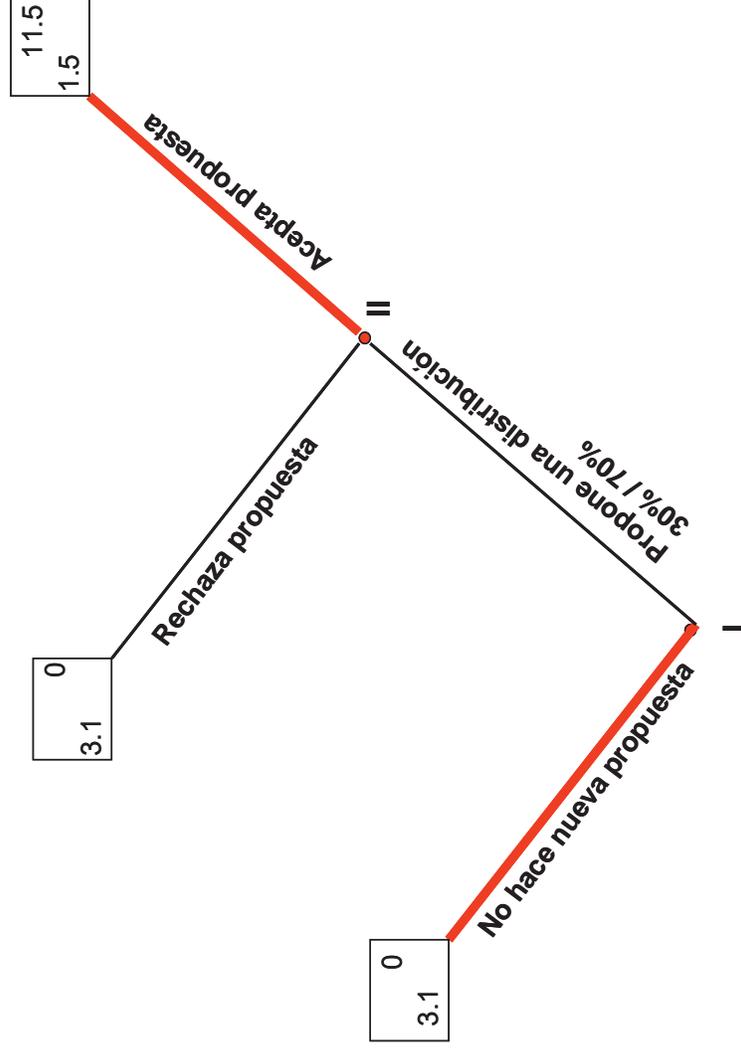
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (décima parte)
(SOLUCIÓN)**



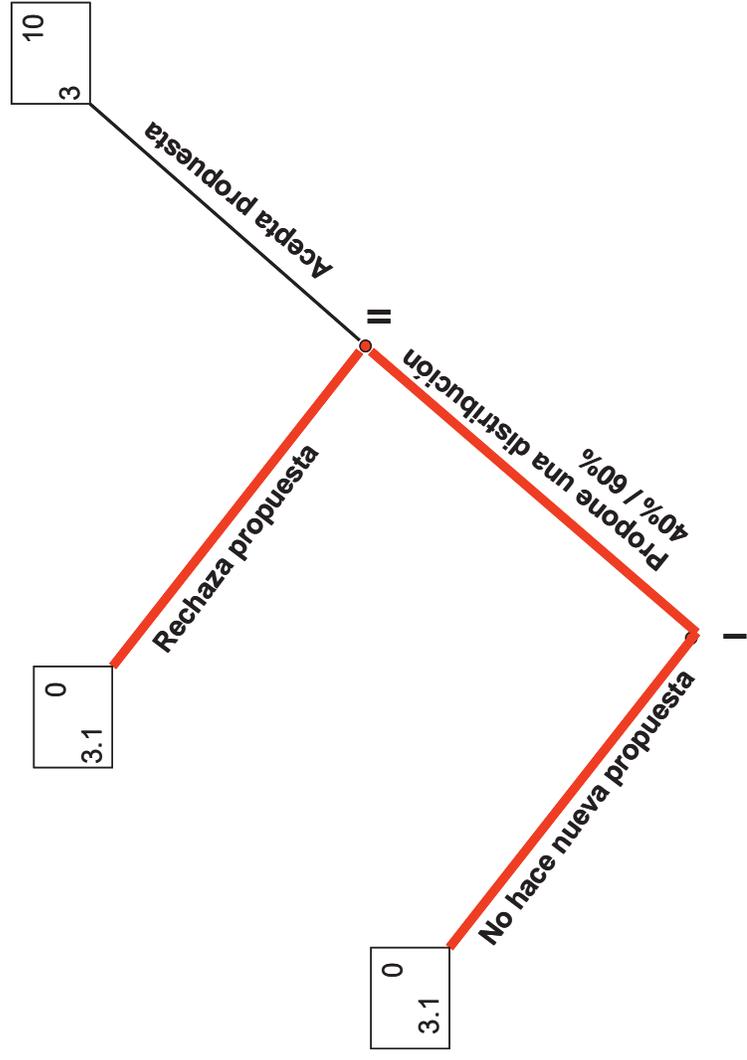
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (novena parte)
(SOLUCIÓN)**



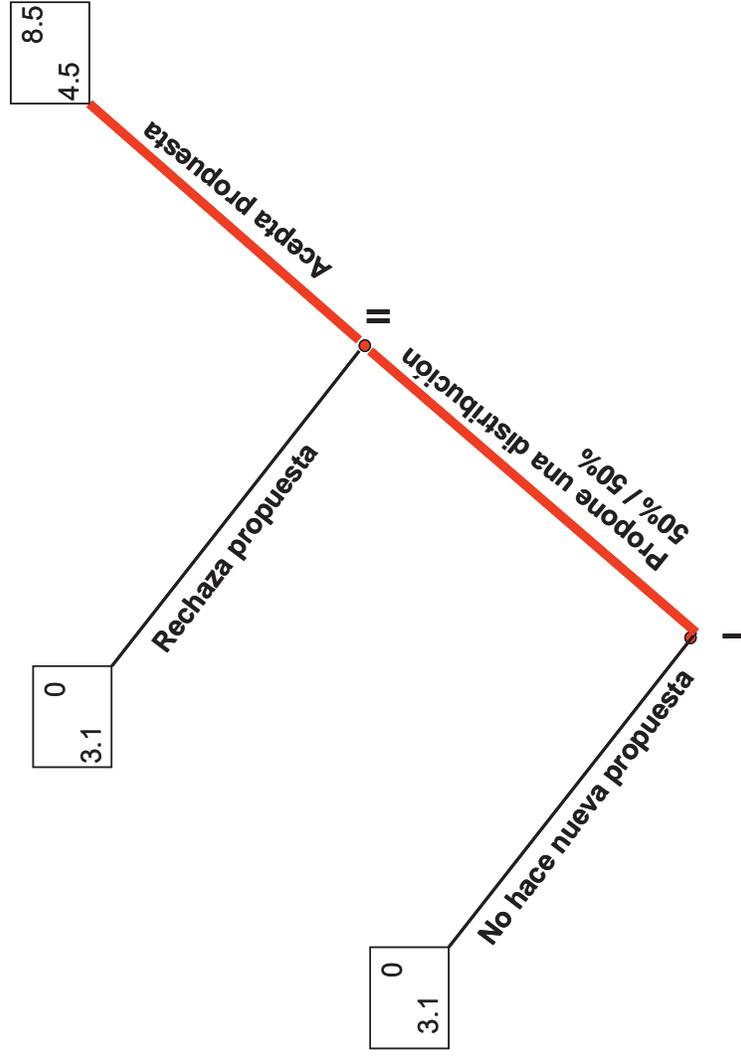
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (octava parte)
(SOLUCIÓN)



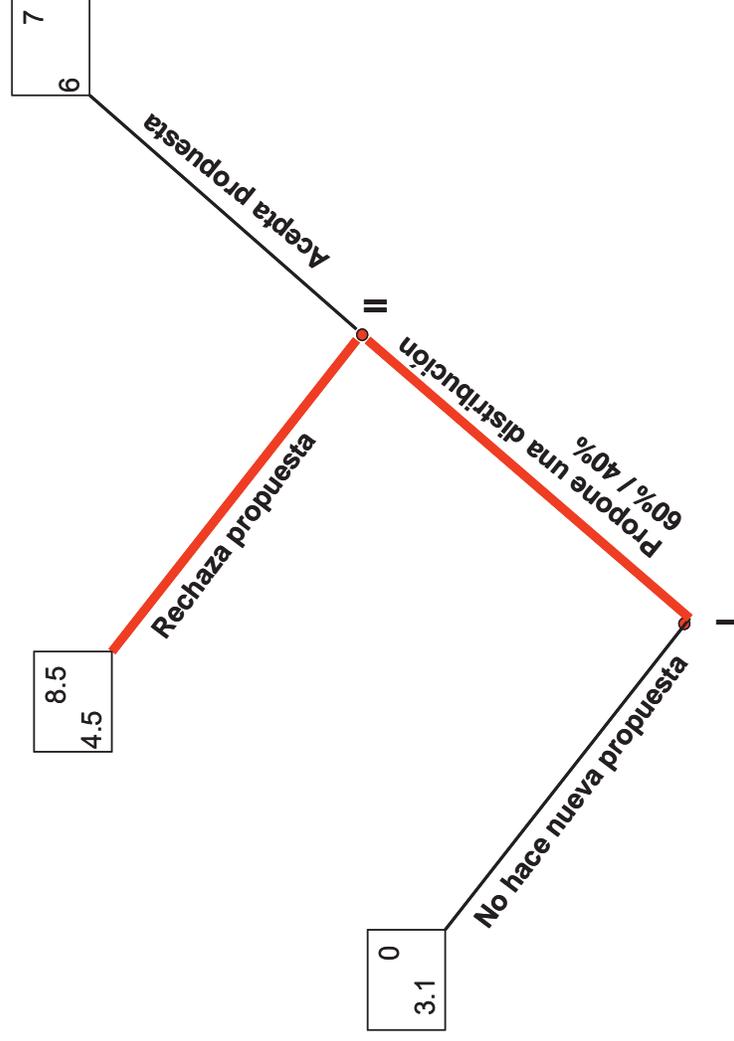
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador D) y CAITSA (jugador II) con información completa (séptima parte)
(SOLUCIÓN)



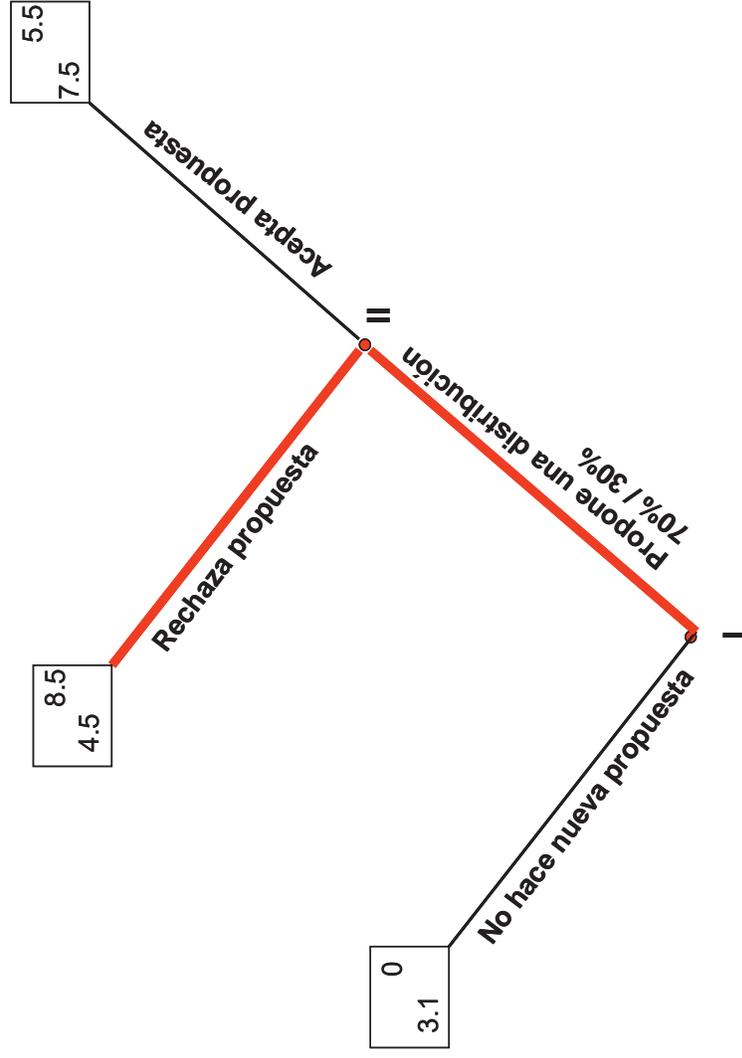
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador D) y CAITSA (jugador II) con información completa (sexta parte)
(SOLUCIÓN)**



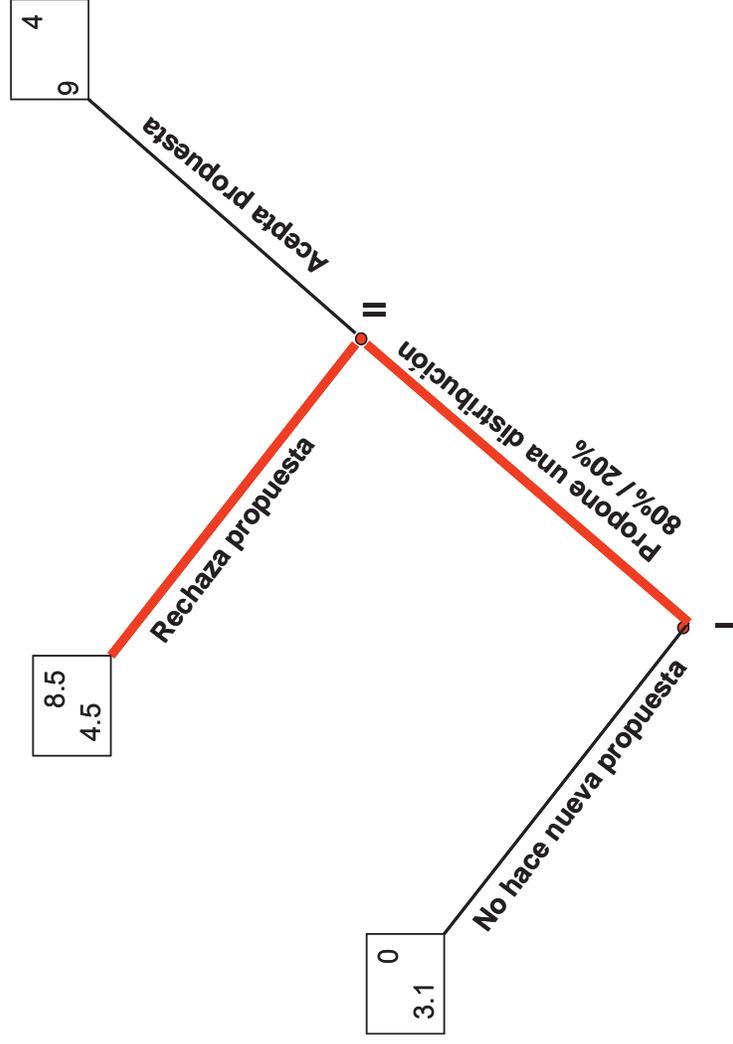
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (quinta parte)
(SOLUCIÓN)**



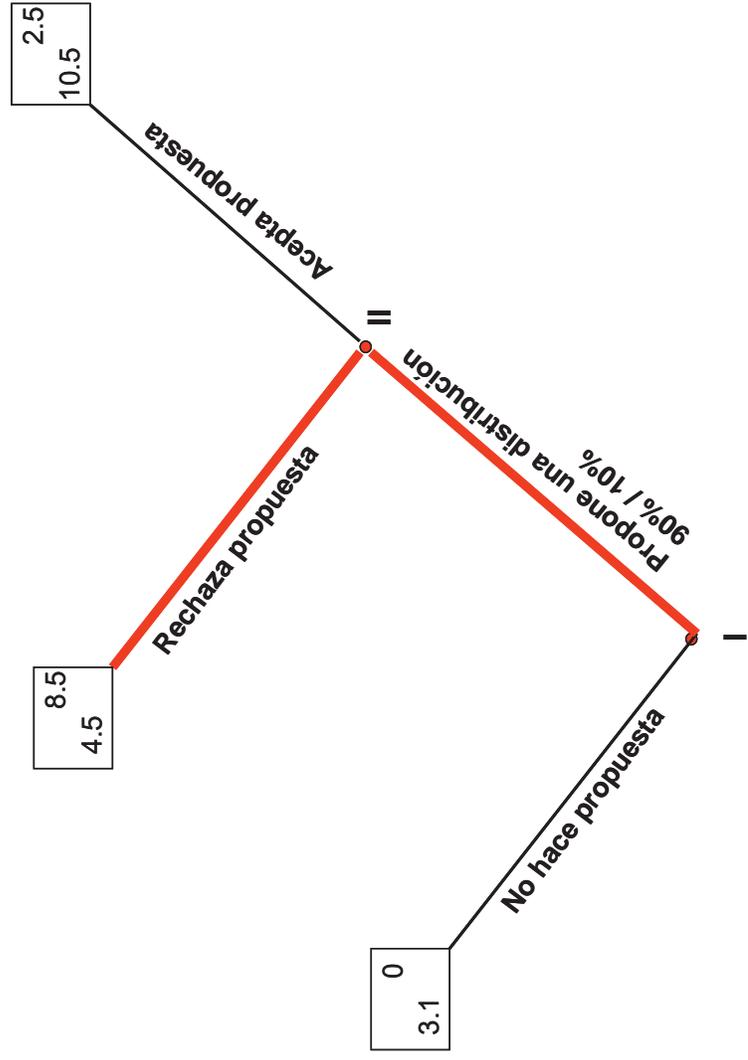
Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (cuarta parte)
(SOLUCIÓN)



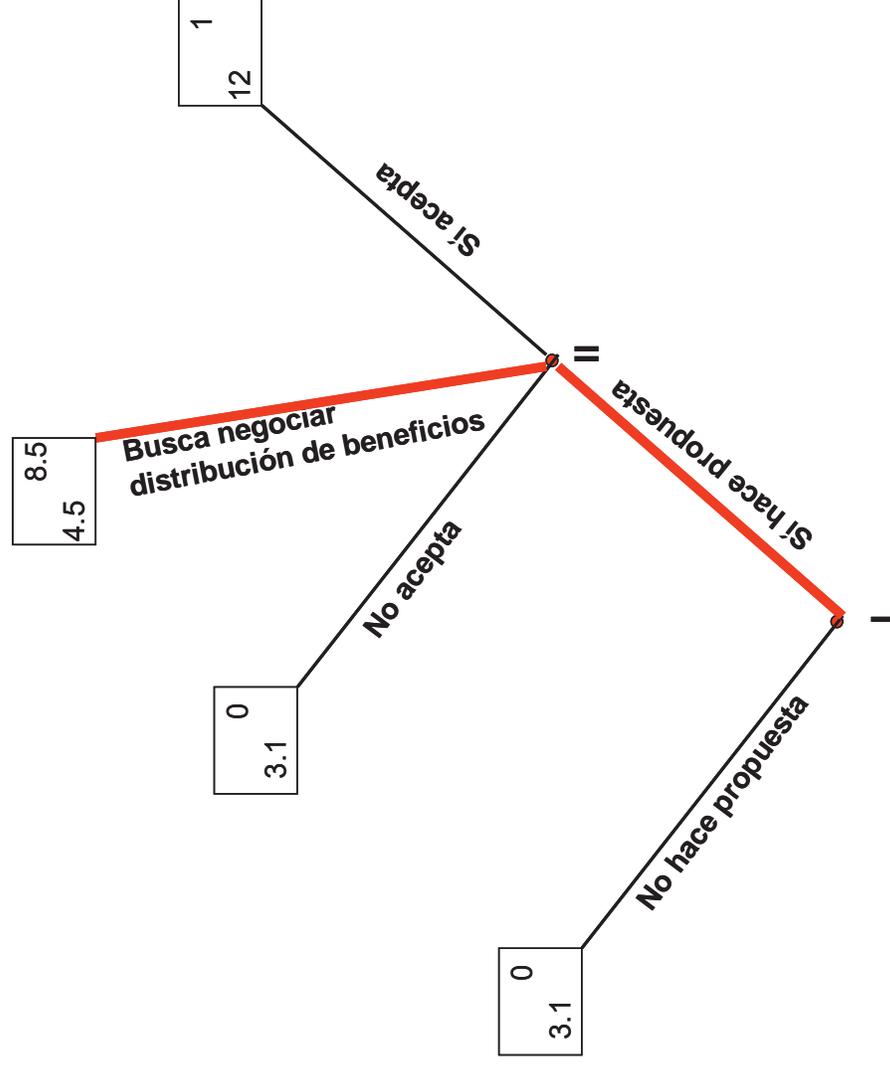
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (tercera parte)
(SOLUCIÓN)**



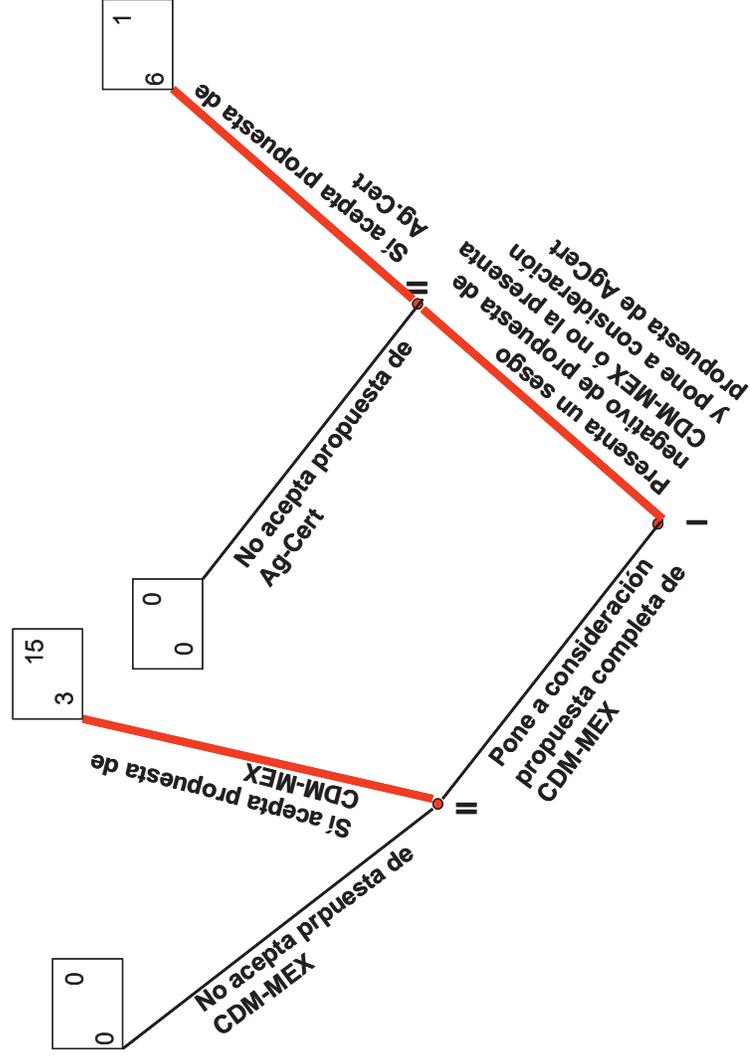
**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (segunda parte)
(SOLUCIÓN)**



**Modelo 3. Negociación entre AgCert (jugador I) y CAITSA (jugador II) con información completa (primera parte)
(SOLUCIÓN)**



Modelo 4. Problema de Agente-Principal con Riesgo Moral e Información Asimétrica entre los Administradores de CAITSA (Agente) y los productores pecuarios de CAITSA (principal)



Capítulo 5. Propuesta

5.1 Problema de Política Pública

México tiene un importante potencial para llevar a cabo proyectos MDL, y ser un exportador neto de bonos de carbono. Sin embargo, se ha detectado una falta de aprovechamiento de los beneficios que ofrece la implementación de proyectos MDL en varios sectores de nuestro país. El caso de los productores pecuarios y de otros agentes económicos, es un ejemplo claro de la falta de aprovechamiento de la oportunidad de negocio que representa el vincularse al comercio interaccional de bonos de carbono.

Cabe destacar que la implementación de proyectos MDL tiene beneficios ambientales y financieros, entre otros beneficios atribuidos a las externalidades positivas de implementar dichos proyectos. En México han sido las empresas extranjeras Ag Cert y Ecosecurities las que se han llevado las mayores ganancias al llevar a cabo estos proyectos, pese a que uno de los objetivos de los proyectos MDL según la Organización de Naciones Unidas, es generar desarrollo sustentable en los países donde estos se implementen.

El problema de la participación pasiva de los productores pecuarios en el comercio internacional de bonos de carbono, es sólo una muestra del desaprovechamiento de México de las oportunidades generadas por el mercado internacional de carbono. Esto muestra la falta de una política pública integral que incentive la participación activa de los productores pecuarios y demás agentes económicos, permitiendo con ello que puedan obtener los mayores beneficios al vincularse al mercado internacional de carbono.

5.2 Objetivo de la Política Pública

La política pública es un comportamiento propositivo, intencionado, planeado. Se pone en marcha con la decisión de alcanzar ciertos objetivos, a través de ciertos medios, es decir; es una acción con sentido (Aguilar, 2007). El objetivo en el caso concreto de esta política pública integral sería lograr que los productores pecuarios y otros agentes económicos mexicanos, cuenten con los incentivos necesarios para vincularse activamente en la implementación de proyectos MDL.

5.3 Generación de la Política Pública y Actores Involucrados

Como menciona el Banco Interamericano de Desarrollo (2006), la generación de una política pública tiene que ver con la interacción dinámica entre varios actores formales (partidos políticos, el gabinete, presidentes, etc) como actores informales (sociedad civil, empresas y medios de comunicación). La profundidad y alcance entre estos actores serán determinados por factores adicionales como reglas formales e informales, intereses, preferencias y capacidad.

La política es un proceso, un plan de acción, que involucra un conjunto complejo de decisores y operadores, más que una decisión singular, suprema e instantánea. Una política pública no es sólo una decisión. Es ante todo acción, un conjunto de acciones (Aguilar, 2007).

Por lo antes planteado, la generación de una política pública integral para incentivar a los productores pecuarios a que adopten una participación activa en la implementación de proyectos MDL, tendría que ser planteada y diseñada por un grupo de trabajo intersecretarial. Las siguientes dependencias públicas deberían conformar dicho grupo de trabajo: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Secretaría de Economía (SE); Secretaría de Energía (SENER); Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); Fondo Mexicano de Carbono (FOMECA); Petróleos Mexicanos (PEMEX); Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Las dependencias públicas propuestas se relacionan con las áreas en donde pueden implementarse proyectos MDL.

Cabe recordar que los proyectos MDL pueden implementarse en los siguientes sectores:

1. Fuentes de energía
2. Distribución de energía
3. Demanda de energía
4. Industria manufacturera
5. Industria química
6. Construcción
7. Transporte

8. Minería / Producción mineral
9. Producción de metales
10. Emisiones fugitivas de combustible (sólido, petróleo, gas)
11. Emisiones fugitivas de la producción de halocarbonos y hexafluoruro sulfúrico.
12. Uso de solventes
13. Manejo de desechos orgánicos
14. Reforestación
15. Agricultura

El equipo de trabajo multisecretarial para diseñar la política pública enfocada en impulsar la participación activa en proyectos MDL debería estar liderado por la SEMARNAT, la cual es la dependencia de gobierno mexicana que ante Naciones Unidas funge como la Entidad Operacional Designada para registrar proyectos MDL (DOE por sus siglas en inglés).

Cabe destacar, que el grupo de trabajo debería solicitar el contacto de las áreas de enlace de sus respectivas dependencias con el poder legislativo nacional, con la finalidad de impulsar reformas a la Constitución para permitir la co-generación y venta de energía por parte de particulares. Lo anterior, podría ser un incentivo adicional para que diversos agentes económicos, como por ejemplo los productores pecuarios, decidieran adoptar una participación activa en la implementación de proyectos MDL.

El equipo de trabajo multisecretarial que generará e impulsará la política pública deberá difundir las oportunidades de negocio que ofrece el Mercado Mundial de Carbono entre diversos agentes económicos privados para fomentar su participación activa en la implementación de proyectos MDL. Algunos de dichos agentes económicos son: Agrupaciones Pecuarías; Asociaciones de Industriales vinculadas a las áreas donde pueden implementarse proyectos MDL; Empresas de Consultoría vinculadas a proyectos ambientales, etc. Por otro lado, además de la difusión focalizada en los agentes económicos mencionados, se requiere una promoción masiva de las áreas de oportunidad en la prestación de servicios vinculados a la implementación de proyectos MDL. Lo anterior, se llevaría a cabo con la intención de fomentar la creación de nuevas empresas en los nichos de mercado del diseño e implementación física de proyectos MDL, así como en la venta de bonos de carbono.

5.4 Componentes de la Política Pública

Los componentes que debería incluir una política pública integral que busque incentivar a los productores pecuarios mexicanos –y otros agentes económicos mexicanos- para participar activamente en la implementación de proyectos MDL son los siguientes:

- 1) *Campaña Informativa Nacional:*** El principal obstáculo para que los productores pecuarios mexicanos –y otros agentes económicos mexicanos- adopten una participación activa en proyectos MDL es la falta de información acerca de los beneficios que pueden obtener al implementar este tipo de proyectos. Ha existido información asimétrica entre las empresas transnacionales que han implementado proyectos MDL y los productores pecuarios que se han asociado con dichas empresas. Por lo tanto, se requiere impulsar una campaña informativa nacional para poner al tanto a los productores pecuarios –y a otros agentes económicos mexicanos- de la oportunidad de negocio que representa el vincularse al comercio internacional de bonos de carbono por medio de la implementación de proyectos MDL. Asimismo, dicha campaña informativa, en el caso de proyectos pecuarios, debería incluir la oportunidad simultánea que tendrían los productores para producir electricidad a partir del biogás generado en los proyectos MDL. La campaña publicitaria debería incluir difusión en medios masivos de comunicación como el radio y la televisión, los cuales son accesibles a la mayor parte de los productores pecuarios mexicanos.
- 2) *Financiamiento obtenido a través de FOMECAR:*** Hasta hace algunos meses, los productores pecuarios ó las empresas mexicanas que estuviesen interesadas en desarrollar un proyecto MDL no contaban con las fuentes de financiamiento adecuadas para incursionar en este tipo de proyectos. Sin embargo, ya está operando el Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR), institución que ofrece directamente financiamiento para la primera parte de implementación de un proyecto MDL, es decir, desde el diseño del proyecto hasta su registro ante las Naciones Unidas. Asimismo, el FOMECAR puede canalizar los proyectos registrados exitosamente ante la ONU para que reciban financiamiento por parte de la banca de desarrollo ó alguna otra institución financiera. En este sentido, la política integral de impulso a la adopción de participaciones activas en proyectos MDL ya cuenta con una institución encargada de facilitar el financiamiento de dichos proyectos. El FOMECAR tiene planes atractivos de financiamiento directo e indirecto para proyectos MDL. Como parte de la política integral de impulso a los proyectos MDL debería de asegurarse que el FOMECAR cuente con todos los servicios financieros necesarios para que la implementación de

este tipo de proyectos sea atractiva a toda clase de productores pecuarios y demás agentes económicos, así como a toda clase de intermediarios financieros. Se sugiere que FOMECAR pueda considerar los bonos de carbono que van a obtenerse en los proyectos como una garantía para facilitar el financiamiento. Asimismo, el FOMECAR debe ser capaz de poder comprar y vender bonos de carbono, tal y como lo hacen el resto de fondos de carbono internacionales.

3) *Impulso a la Creación de Empresas Especializadas en el Diseño de Proyectos MDL:*

Actualmente, son pocas las empresas de consultoría que pueden realizar el documento conocido como Diseño de Desarrollo del Proyecto (PDD por sus siglas en inglés). Dicho documento es el inicio de todo proyecto MDL, ya que debe presentarse ante la autoridad operacional designada en México, que es la SEMARNAT, y posteriormente debe presentarse ante las Naciones Unidas para poder registrar el proyecto. Por lo tanto, se debe impulsar la creación de este tipo de empresas para desarrollar más el mercado de proyectos MDL en México.

4) *Impulso a la Creación de Empresas Especializadas en la Implementación Física de Proyectos MDL:*

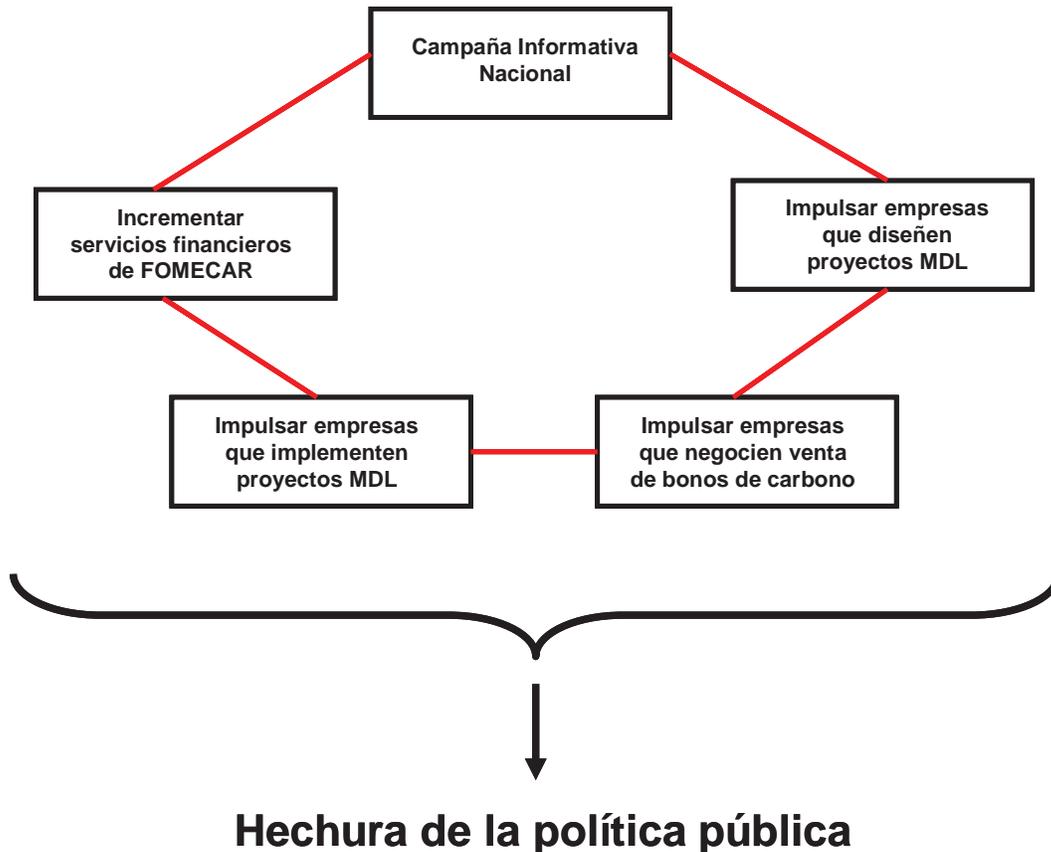
Similarmente, existen pocas empresas que pueden realizar la implementación física de los proyectos pecuarios MDL, específicamente con relación a la instalación de biodigestores. Debe incentivarse que más empresas incursionen en este servicio para que más productores pecuarios mexicanos puedan adoptar una participación activa en la implementación de proyectos MDL.

5) *Impulso a la Creación de Empresas Especializadas en la Negociación de Venta de Bonos de Carbono:*

Finalmente, mientras que el FOMECAR aún no cuente con atribuciones para comprar y vender bonos de carbono, se requiere incrementar el número de empresas de consultoría que puedan negociar la venta de bonos de carbono con los Fondos de Carbono ó empresas de países Anexo I del Protocolo de Kyoto.

La siguiente figura representa los 5 componentes que deben incluirse en una política pública integral de impulso a la participación activa de productores pecuarios y otros agentes económicos mexicanos con relación a la implementación de proyectos MDL. Cabe destacar que el comercio internacional de bonos de carbono es un nuevo negocio que debe ser aprovechado para generar divisas como sucede con el resto de los rubros exportadores.

Figura 6. Componentes de la Política Pública Integral de Impulso a la Participación Activa de Productores Pecuarios y demás Agentes Económicos Mexicanos en la Implementación de Proyectos MDL



La política pública integral podría quedar sustentada en la modificación de las reglas de operación de diversas dependencias públicas (previa autorización por el legislativo y promulgación por el ejecutivo en el Diario Oficial de la Federación), lo cual daría origen a nuevos programas públicos. Por ejemplo, la campaña informativa nacional para difundir las oportunidades del Mercado Mundial de Carbono podría ser originada por un programa diseñado por la SEMARNAT. Por otro lado, tendrían que modificarse las reglas de operación del FOMECAR para ampliar sus facultades y servicios; para llevar a cabo lo anterior, la Secretaría de Hacienda debería asignar un mayor presupuesto al FOMECAR. El impulso a las empresas involucradas en proyectos MDL podría recaer en las funciones de la Secretaría de Economía.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones de la Investigación

La presente investigación ha resaltado la importancia de reconocer que el surgimiento del Mercado Mundial de Carbono ha generado un nuevo rubro exportador: los bonos de carbono. En el Mercado Mundial de Carbono no se comercian productos sino derechos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido, cualquiera de los países del Anexo I del Protocolo de Kyoto puede incrementar sus emisiones de GEI, siempre y cuando compre la cantidad suficiente de bonos de carbono que le aseguren cumplir con sus metas de reducción de emisiones de dichos gases. A partir de una aplicación del Modelo Heckscher-Ohlin se demostró que México tiene ventajas comparativas para desarrollar proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), ya que al no tener aún que cumplir con metas de reducción de GEI, es un país exportador neto de bonos de carbono. Sin embargo, se anticipa que al finalizar el primer período de compromiso de Kyoto (2008-2012), México tendrá que cumplir con metas de reducción de GEI, al igual que otros grandes emisores de dichos gases como son China, India, Brasil, Sudáfrica, Indonesia, etc. En este sentido, la perspectiva es que crezca el Mercado Mundial de Carbono. Cabe destacar que es inminente la ratificación del Protocolo de Kyoto por parte de los Estados Unidos de América, lo cual incrementará considerablemente la demanda mundial de bonos de carbono.

El sector que ha enfocado la presente investigación fue el de los proyectos pecuarios MDL. La mayor proporción de los proyectos MDL que han sido registrados ante Naciones Unidas desde México, se han dado en dicho sector. Han sido casi exclusivamente empresas extranjeras las que han aprovechado la oportunidad de negocio que representa el comercio internacional de bonos de carbono a partir de la implementación de proyectos pecuarios MDL. Casi todos los productores pecuarios vinculados a los proyectos MDL llevados a cabo en México han adoptado una participación pasiva, es decir, que no han establecido una relación de negocios con las empresas extranjeras que han implementado estos proyectos. Por el contrario, los productores tan sólo les han permitido a estas empresas que lleven a cabo estos proyectos sin pedir nada a cambio. Si bien, los productores pecuarios se benefician por un manejo higiénico del estiércol de sus animales, también se han privado de los beneficios de la venta de bonos de carbono. Aún más, se ha discutido que los productores podrían tener otro beneficio adicional

que consiste en la generación de electricidad a partir del metano obtenido en los biodigestores que permiten la descomposición del estiércol animal.

Si los productores pecuarios mexicanos adoptaran una participación activa en los proyectos MDL, es decir, que formaran verdaderas relaciones de negocio con las empresas que quisieran implementar estos proyectos, ó bien, decidieran ser quienes implementaran dichos proyectos aún cuando tuvieran que contratar diversos servicios para ello, podrían obtener mayores incrementos en sus capitales. Se ha discutido que tomando como referencia el Marco Analítico de Medios Sustentables de Vida (SLF por sus siglas en inglés) del Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido, los productores podrían incrementar los siguientes capitales:

- 1) Capital Financiero, al obtener ingresos por la venta de bonos de carbono y electricidad.
- 2) Capital Humano, al adquirir nuevos conocimientos y habilidades de negocios, así como al incursionar en el mercado externo.
- 3) Capital Físico, al contar con nuevos equipos e infraestructura tanto para el manejo higiénico del estiércol animal como para la generación de electricidad.
- 4) Capital Social, al poderse asociar en algunos casos con otros productores para poder alcanzar una escala de proyecto que sea rentable.
- 5) Capital Natural, al tener un manejo higiénico del estiércol animal y reducir la contaminación del medio ambiente.

Esta tesis ha argumentado que una participación activa de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL puede incrementar más sus capitales que una participación pasiva. En la presente investigación se realizaron evaluaciones financieras y económicas de proyectos pecuarios MDL, en las cuales se demostró que puede obtenerse un Valor Presente Neto mayor en proyectos con participación activa con relación a proyectos con participación pasiva por parte de los productores. Asimismo, se construyó un modelo matemático teórico, el cual bajo determinados supuestos, demuestra que una participación activa de los productores pecuarios en la implementación de proyectos MDL puede incrementar más la utilidad de dichos productores respecto a una

participación pasiva. Finalmente, se construyeron modelos de teoría de juegos para aproximar una explicación de la decisión de los productores a adoptar una participación pasiva en proyectos MDL. Se analizaron dos casos de estudio. En el primero (Posta El Cuatro) los productores pecuarios adoptaron una participación pasiva debido a problemas de información incompleta. En el segundo caso de estudio (CAITSA), los productores adoptaron una participación pasiva porque se cree que existió un problema de agente-principal con riesgo moral entre los administradores de la empresa pecuaria y los productores quienes son los dueños de dicha empresa.

La propuesta de esta tesis consiste en sugerir que se diseñe una política pública integral para impulsar la participación activa de productores pecuarios y demás agentes económicos mexicanos en la implementación de proyectos MDL. Los componentes de dicha estrategia integral de política pública son:

- 1) Llevar a cabo una campaña nacional informativa que promueva la oportunidad de negocio que representa el Mercado Mundial de Carbono y cómo pueden vincularse los agentes económicos al comercio internacional de bonos de carbono.
- 2) Incrementar las facultades y servicios financieros que pueda proveer el Fondo Mexicano de Carbono para impulsar los proyectos MDL.
- 3) Incentivar la creación de empresas consultoras especializadas en el diseño y desarrollo del proyecto.
- 4) Incentivar la creación de empresas especializadas en la implementación física de los proyectos MDL.
- 5) Incentivar la creación de empresas consultoras especializadas en la negociación de venta de bonos de carbono.

De impulsarse la estrategia integral propuesta, los agentes económicos mexicanos contarían con mejores condiciones para vincularse al comercio internacional de bonos de carbono y así generar divisas adicionales para México, al igual que cualquier otro rubro exportador.

Recomendaciones para Futuras Investigaciones

Existe la oportunidad de hacer una investigación enfocada en el diseño completo y detallado de la política pública destinada a incentivar la participación activa de los productores pecuarios mexicanos – y de otros agentes económicos mexicanos- en la implementación de proyectos MDL.

Hasta la fecha existen pocas observaciones de participaciones activas en la implementación de proyectos pecuarios MDL en México. Sin embargo, en cuanto existan suficientes observaciones de participaciones activas en proyectos pecuarios MDL, podría realizarse análisis econométrico para comparar los impactos de participaciones pasivas y activas en este tipo de proyectos. La presente investigación fue inductiva, es decir, partió de lo particular a lo general. Sin embargo, cuando haya un mayor número de observaciones de participaciones activas en proyectos pecuarios MDL, podrá realizarse una investigación deductiva, es decir, partiendo de lo general a lo particular.

Referencias

- Acquatella, J. (2001) Fundamentos Económicos de los mecanismos de flexibilidad para la reducción internacional de emisiones en el marco de la Convención de Cambio Climático. Naciones Unidas. Chile.
- Aguilar, L. (ed) (2007), *La hechura de las políticas*, Editorial Porrúa.
- Alerta Verde, (2003) Servicios Ambientales, Boletín de Acción Ecológica No. 123, Febrero, Ecuador. <http://www.accionecologica.org/descargas/alerta.pdf>
- Anderson, N. (2000) A Brief History of the Kyoto Protocol, En: Weathervane Guide to Climate Policy, Resources for the Future, USA.
- Andrasko, K. (2001) “El recalentamiento del globo terráqueo y los bosques: estudio actual de los conocimientos, Unasyuva, No. 163, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente Organización Meteorológica Mundial. Argentina. <http://ausma.ucama.edu.ar/academia/materias/riesgo.pdf>
- Anuario de Derecho Internacional “La Acción Internacional para reducir los efectos del Cambio Climático: El Convenio Marco y el Protocolo de Kioto” Vol. XV, 1999. España.
- Arvizu, J. y Huacuz, J. (2003) “Biogás y rellenos sanitarios para producción de electricidad” Boletín Instituto de Investigaciones Económicas, Octubre-Diciembre, México. <http://www.iie.org.mx/boletin042003/apli.pdf>
- Avalos, M. (2004) El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, En: Cambio Climático una visión desde México, Instituto Nacional de Ecología. México.
- Banco de México, www.banxico.gob.mx
- Banco Interamericano de Desarrollo (2006), *La política de las políticas públicas*, Banco Interamericano de Desarrollo, Editorial Planeta.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2003), Estudio de Políticas de abatimiento de gas de efecto invernadero y desarrollo económico: Sinergias y desafíos en el sector de los rellenos sanitarios en el caso de Chile. Informe Final, Bitrán & Asociados, Chile. <http://www.bitran.cl/media/libro.pdf>
- Base de datos SIACON-SAGARPA <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>
- Basurto, D. (2006) Oportunidades de Negocio en la Implementación de Proyectos de Reducción de Gases de Efecto Invernadero Cámara Internacional de Comercio. <http://www.iccmex.org.mx>
- Bauer, M. *et al* (2005) Metodologías para la Implementación de los Mecanismos Flexibles de Kioto-Mecanismos de Desarrollo Limpio en Latinoamérica, Programa Synergy. (Guía Latinoamericana del MDL). <http://www.cordelim.net/extra/html/pdf/library/olade.pdf>

Baumol, W. y Oates, W. (1988) *The Theory of environmental policy*, En: Trigo, A (2003) *Economía y Política del Medio Ambiente*, Universidad Nacional de Educación a Distancia. México.

BBC Mundo. Com (2001) “El Clima se suaviza en Trieste” (Ciencia), London. http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_12022000/1202044.stm

Binmore, K. *et al* (1986), *The Nash Bargaining Solution in Economic Modelling*, The RAND Journal of Economics, Vol. 17, No. 2, The RAND Corporation.

Bhattacharyya, A. and Kumbhakar, S. (1997), *Market Imperfections and Output Loss in the Presence of Expenditure Constraint: A Generalized Shadow Price Approach*, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 79, No. 3, American Agricultural Economics Association: United States of America.

Bucovetsky, S. (1993), *Factor Ownership, Taxes and Specialization*, The Canadian Journal of Economics, Vol. 26, No. 2: Canada.

Brown, L. *et al* (1994) *Del crecimiento al desarrollo sostenible*, En: Good land, R. *et al.* (1996) *Desarrollo económico sostenible*, Avances sobre el informe Bruntland. Tercer Mundo Editores. Colombia.

Browning, M. (2003) *Microeconomía*, CECSA, México

Cafici, M. (2004), “El Mercado de Bonos de Carbono Internacional,” *Suplemento Ambiental*, El Día, Albrenatica, Argentina. <http://www.zamudio.bioetica.org/titulos9.htm>

Calzada, G. (2004) “¿Qué es el Protocolo de Kyoto? Libertad Digital, Instituto Juan de Mariana, Madrid. [http:// www.juandemariana.org/articulo/35](http://www.juandemariana.org/articulo/35)

Caminal, R. (1990), *A Dynamic Duopoly Model with Asymmetric Information*, The Journal of Industrial Economics, Vol. 38, No. 3, Blackwell Publishing.

Campis, M. (1999) “La acción internacional para reducir los efectos del cambio climático: El Convenio Marco y el Protocolo de Kioto” *Anuario de Derecho Internacional*. Vol. XV. España.

Canziani, O. (2001) “El desarrollo y el Cambio Climático”, *Revista la ley*, Año VIII, No. 1, Suplemento 8, Marzo, Argentina.

Centro de Orientación Ambiental al Inversionista. (2005), *Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)* Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. [http:// www.conama.cl/Coain/article-27777.html](http://www.conama.cl/Coain/article-27777.html)

Centro de Orientación Ambiental al Inversionista. (2005), *Mercado Internacional de Bonos de Carbono y Mercado Internacional de Bonos*, Comisión Internacional del Medio Ambiente, Chile. [http:// www.conama.cl/Coain/article-27777.html](http://www.conama.cl/Coain/article-27777.html)

Cernuda, O. (2005) “Entra en vigor el Protocolo de Kyoto, pese a la ausencia de EEUU” *elmundo.es* (ciencia/ecología), España. <http://www.elmundo.es>

Cernuda, O. (2005) “Seis Preguntas sobre el Protocolo de Kyoto” El mundo.es (ciencia/ecología), España. www.elmundo.es/elmundo/2005/02/15/ciencia/1108483965.html

Chacón, A. (2003) “El clima que se avecina según el Tercer Informe del IPCC” *Ambientico*, No. 112 Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, Costa Rica. <http://www.una.ac.cr/>

Chatterjee, K. *et al* (1987), *Bargaining with Two-sided Incomplete Information: An Infinite Horizon Model with Alternating Offers*, The Review of Economic Studies, Vol. 54, No. 2, The Review of Economic Studies Ltd.

Collander, D. (2001) *Microeconomics*, McGraw Hill, USA.

Comisión Federal de Electricidad, [http:// www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx).

Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, (2006) *Cambio Climático y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio en México*, Banco de Comercio Exterior de México, México. <http://www.bancomext.com/Bancomext/aplicaciones/directivos/documentos/SEMARNAT.pdf>.

Comisión Nacional del Agua, [http://: www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

Comisión Nacional del Medio Ambiente (2005), *Sobre la Convención Marco y el Panel Intergubernamental de Cambio Climático*, Cambio Climático, Perú. <http://www.conam.gob.pe/cambioclimatico/mecanismo.htm>.

Conca, P. (2005) “Nuevo Protagonista de envíos no tradicionales: Bonos de Carbono” Dirección. ProChile, Ministerio de Relaciones Exteriores, Chile. [http:// www.direcon-prochile.cl/index](http://www.direcon-prochile.cl/index)

Consejo Nacional del Ambiente, (2004) *El cambio climático*, Perú, <http://www.conam.gob.pe/Modulos/Home/index.asp>

Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (1998) *El Protocolo de Kyoto*, Naciones Unidas. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Corporación para la Promoción del MDL (2005), *El Mecanismo de Desarrollo Limpio*, CORDELIM, Chile. <http://www.cordelim.net/cordelim.php?c=571>

Coss, B. (2007), *Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión*, Limusa: México.

Coviello, M. (2005) *Entorno Internacional y Oportunidades para el Desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de AL y el Caribe*, series 63, (Recursos Naturales e Infraestructura), Naciones Unidas-Comisión Económica para América Latina, Chile. www.eclac.cl/publicaciones/Buenosaires/5/255/pdf

Creswell, J. (1994), *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*, Sage Publications: United States of America.

Cuellar, N. *et al* (1999) *Comercio de Servicios ambientales y desarrollo sostenible en Centroamérica: Los Casos de Costa Rica y El Salvador*, International Institute for Sustainable Development, Canada.

Danse, M (2003) "Holanda y el mecanismo de desarrollo limpio" *Ambientico*, No. 112. (Revista mensual sobre actualidad ambiental), Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, Costa Rica. <http://www.una.ac.cr/>

De Alba, E. (2005) *La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*, Instituto Nacional de Ecología, México. <http://www.ine.gob.mx>

Delegación Federal Sinaloa, (2005) *Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto*, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. http://www.semarnat.gob.mx/sinaloa/cambioclimatico/cambio_climatico.htm

DFID (1997), *Sustainable Livelihoods Guidance Sheets*, U.K. Department for International Development: United Kingdom.

Diwan, R. (1973), *Trade between Unequal Partners*, *Social Scientist*, Vol. 1, No. 8: United States of America.

Dudley, C. (1972), *A Note on Reinvestment Assumptions in Choosing between Net Present Value and Internal Rate of Return*, *The Journal of Finance*, Vol. 27, No. 4, American Finance Association: United States of America.

El país, "Rusia permite la entrada en vigor de Kioto" 29 Octubre 2004, (<http://www.belt.es/noticias/2004/octubre/29/rusia.htm>)

El primer Diario de la Pequeña y Mediana Empresa, (25-mayo-2005)" En el mercado de bonos de carbono: Chile emprende nuevo desafío exportador" *Diario Pyme*, Chile. <http://www.diariopyme.cl/newtenberg/1639/article-62250.htm>

Enciso, A. (2005) "Se emitirán bonos de carbono para promover baja de emisión de gases, La Jornada, (Ciencias), México. <http://www.jornada.unam.mx>

Faure, M. y Gupta, J. (2002) *Climate Change and the Kyoto Protocol, the role of institutions and instruments to control global change*, Cheltenham, United Kingdom.

Federación Gremial de la Industria (2005), *Japón busca proyectos de Bonos de Carbono en Chile*, Sociedad de Fomento Fabril (Comunicado de Prensa-Medio Ambiente), Chile. <http://www.sofofa.cl/Sofofa/index.aspx?channel=3731>

Fenhann, J. (2003) *Clean Development Mechanism Information and Guide Book*, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Denmark. <http://cordelim.net/imagesFTP/105833.CDMGuidebookl.pdf>

Fernández, A. *et al* (2003) *Avances de México en materia de Cambio Climático 2001-2002*. Instituto Nacional de Ecología, México. <http://www.ine.gob.mx>

Figueres, C. y Gowan, M. The operation of the CDM. En: Avalos, M. (2004) *El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático*, Instituto Nacional de Ecología, México.

Florín, R. (2001) “El Cambio Climático: enfoques sobre algunas cuestiones clave no resueltas”, Revista La ley, Año VIII, No. 1, Suplemento 8, Argentina.

Fondo Nacional del Medio Ambiente (2004) El Mecanismo de Desarrollo Limpio: Guía Práctica para Desarrolladores del Proyecto, FONAM, Perú. <http://www.cordelim.net/cordelim.php?c=426>

Fundación para el Desarrollo Sustentable (2005) “México atrae proyectos limpios” España. <http://www.fundacionsustentable.org/article754.html>

Gallardo, U (2005) Mercado de Bonos de Carbono y sus beneficios potenciales para proyectos en México, Secretaría de Energía, México. <http://www.conae.gob.mx>

García, A. (1998), *Evaluación de Proyectos de Inversión*, McGraw-Hill: México.

Gay, C. (1995) *Inventario de emisiones de metano por desechos de ganado bovino en México y su relación con los climas*, Memorias del Primer Taller de Cambio Climático, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México.

Gibbons, R. (1992), *Un Primer Curso de Teoría de Juegos*, Antoni Bosch: España.

Girardin, O. *et al* (2001) “Aspectos económicos del Cambio Climático responsabilidades y distribución de los costos de mitigación” Revista la Ley Año VIII, No. 1, Suplemento 8. Argentina.

Gitli, E. *et al* (1999) Las negociaciones sobre el cambio climático y Costa Rica: Políticas para los países en desarrollo, Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible. Costa Rica. <http://www.past.org.mx/centro/internacional/MDLCostaRica.doc>

Gittinger, P. (1982), *Economic Analysis of Agricultural Projects*, Johns Hopkins University Press: United States of America.

Glosario del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, (2006) <http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico/toolboxes/glossary.htm>

International Emission Trading Association-World Bank, 2007. <http://www.ieta.org>

Greene, W. (2003), *Econometric Analysis*, Prentice-Hall y Pearson Education: United States of America.

Guzmán *et al*; (2005) “Los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto de la CMNUCC” Instituto Nacional de Ecología, México.

Hardin, G. (1968) Tragedy of the common. En: Peña, M. (2005), El Régimen Económico y Jurídico de los Servicios Ambientales, Derecho Ambiental, España.

Haubrich, J. (1994), *Risk Aversion, Performance Pay, and the Principal-Agent Problem*, The Journal of Political Economy, Vol. 102, No. 2, The University of Chicago Press: United States of America.

Helpman, E. (1984), *The Factor Content of Foreign Trade*, The Economic Journal, Vol. 94, No. 373, Royal Economic Society: Great Britain.

Herber, B. (1992): "International Environmental Taxation in the Absence of Sovereignty", International Monetary Fund, Working Paper 104. USA.

Herber, B. y Raga, J (1995): "An International Carbon Tax to Combat Global Warming", American Journal of Economics and Sociology. USA.

Hernández, S. *et al* (2003), Metodología de la Investigación, Mc Graw Hill, México.

Hernández, A. *et al* (2005), *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión 5ª edición*, Thomson: México.

Hsiao, F. and Smith, W. (1978), *An Analytic Approach to Sensitivity Analysis of the Internal Rate of Return Model*, The Journal of Finance, Vol. 33, No. 2, American Finance Association: United States of America.

Instituto Español de Comercio Exterior, España y los Mecanismos de Flexibilidad del Protocolo de Kyoto, ICEX, España. <http://www.icex.es/protocolokioto/mdl.htm>

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, www.inegi.gob.mx

Just, R. and Weninger, Q. (1997), *Economic Evaluation of the Farmers' Nutrition Program*, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 9, No. 3, American Agricultural Economics Association: United States of America.

Kerlinger, F. (2005) Investigación del comportamiento, Mc Graw Hill, México.

Kindleberger, C. (1962), *Foreign Trade and the National Economy*, Yale University Press: United States of America.

Kreisler, I. (2004) "Mecanismos de desarrollo Limpio y cooperación al desarrollo: reto y oportunidad" Revista Española de Desarrollo y Cooperación. No.13, Otoño, España.

Krugman, P. y Obstfeld, M. (2001), *Economía Internacional: Teoría y Política*, Pearson Educación: España.

Lecoq, F. y Cappor, K. (2005) *State and Trends of the Carbon Market*, The World Bank on the International Emissions, Trading Association, USA.

Leach, J. (1992), *Strikes as the Random Enforcement of Asymmetric Information Contracts*, Journal of Labor Economics, Vol. 10, No. 2, The University of Chicago Press: United States of America.

Levenbach, H. y Clearly, J. (1981), *The Beginning Forecaster: The Forecasting Process Through Data Analysis*, Lifetime Learning Publications: United States of America.

Lloyd, P. (1985), *The Ricardian and Heckscher Explanations of Trade: A Comment on a General Theorem Which is not General*, Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 37, No. 1, Oxford University Press: Great Britain.

Lobos, G et al (2005) El Mercado de los Bonos de Carbono (Bonos Verdes): Una Revisión. Revista Interamericana de Ambiente y Turismo Vol. 1, No. 1. <http://riat.atalca.d/pdf/numero1/pdf6.pdf>

López, H. (1999) “Aire Puro a la Venta: “La Convención del Cambio y la comoditización de la naturaleza como una mercancía más en el libre mercado”. Revista la Ley Año LXIII, No. 24, Febrero, Argentina.

Lopez, T. (2003) “A look at climate change and the evolution of the Kyoto Protocol”, Natural Resources Journal. Vol. 43, No.1, winter, USA.

Ma, A. (1991), *Adverse Selection in Dynamic Moral Hazard*, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 106, No. 1, The MIT Press: United States of America.

Magaña, D. (2006) “México e n el Mercado de Bonos de Carbono”, El Economista, (Agronegocios), México. <http://laplaza.economista.com.mx>

Maggi, G. (1999), *Strategic Trade Policy under Incomplete Information*, International Economic Review, Vol. 40, No. 3, Economics Department of the University of Pennsylvania: United States of America.

Mansell, R. and Jordan, B. (1985), *An Economic Evaluation of Methanol Blends in Canadian Markets*, Canadian Public Policy, Vol. 11, Supplement: Western Canadian Economic Development: Energy Policy and Alternative Strategies: Canada.

Marín, A. (2001) “Algunas reflexiones en torno al Cambio Climático con ocasión de la Conferencia de la Haya”, Revista Anuario de Derecho Internacional, Vol. XVII, España.

Mariyappan, J. (2005) A Guide to Bundling Small-Scale CDM Projects, Synergy Programme. Instituto Nacional de Ecología, México. <http://www.ine.gob.mx>

Martínez, J. *et al* (1998 A) “Cambio Climático Global”, Bien Común y Gobierno, Año 4, No. 39. Febrero, México.

Martínez J. y Fernández A. (2004) Cambio Climático: una visión desde México, Instituto Nacional de Ecología, México. <http://www.ine.gob.mx>

Mazzucchelli, S. (2002) “Reflexiones sobre lo que deja la Cumbre de Johannesburgo”, Revista la Ley, Año IX No. 5, Argentina.

McCarl, B. *et al* (1990), *Improving on Shadow Price Information for Identifying Critical Farm Machinery*, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 72, No. 3, American Agricultural Economics Association: United States of America.

- Mcelroy, M. (2001) "Perspectives on environmental Change: a basis for action", *Daedalus*. Vol. 130, No. 4, Fall, EUA.
- Mckibben, B. (2001) "El invernadero de Bush," *Política Exterior*, Vol. XV, No. 83, Septiembre-Octubre, España.
- Merenson, C. *et al* (2004) "Cambio Climático: riesgo y oportunidad, hacia la sustentabilidad", *Revista la Ley*, Año VIII, No. 1, Suplemento 8, Marzo, Argentina.
- Michelli, J. (2000) "Fin de Siglo: Construcción del mercado ambiental global," *Revista Comercio Exterior*, Vol. 50, No. 3 Marzo, México.
- Miller, R. (1990) *Microeconomía*, Mc Graw Hill, México.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología (2002) *Brasil y la Convención Marco de las Naciones Unidas, Ciencia del Cambio Climático*, Brasil. <http://ftp.mct.gov.br>
- Ministerio del Medio Ambiente de España. *Mecanismos de Flexibilidad y otros Instrumentos Transversales*. http://www.mma.es/oecc/ccespana/cce_mf.htm
- Naciones Unidas (1992) *Cambio Climático Medio Ambiente y Desarrollo, Opiniones de Dirigentes del Mundo*. Ginebra, Suiza. Secretaria de la Organización Meteorológica Mundial.
- Nicholson, W. (1997) *Teoría microeconómica principios y aplicaciones*, Mc Graw Hill, México.
- Nieuwoudt, W. *et al* (1976), *An Economic Evaluation of Alternative Peanut Policies*, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 58, No. 3, American Agricultural Economics Association: United States of America.
- Oficina de Implementación Conjunta y MDL, (2005) *Glosario*, Honduras <http://ns.rds.org.hn/-pich/>
- Olsen, T. and Torsvik, G. (1998), *Collusion and Renegotiation in Hierarchies: A Case of Beneficial Corruption*, *International Economic Review*, Vol. 39, No. 2, Economics Department of the University of Pennsylvania: United States of America.
- Ordoñez, J. (1999) *Captura de Carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán*. SEMARNAT, México.
- Organización Latinoamericana de Energía (2005) *Metodologías para la Implementación de los Mecanismos Flexibles de Kyoto-Mecanismos de Desarrollo Limpio en Latinoamérica*, Proyecto Cambio Climático, OLADE.
- Painuly, J. *et al* (2005) *Wind Power CDM*, Riso, Denmark. <http://cordelim.net/imagenesFTP/107110.windpower.pdf>
- Palfrey, T. *et al* (1989), *Implementation with Incomplete Information in Exchange Economies*, *Econometrica*, Vol. 57, No. 1, The Econometric Society.

Pearce, D. Environmental Economics, En: Peña, M. (2005) “El Régimen Económico y Jurídico de los Servicios Ambientales”, Derecho Ambiental, España.

Peña, M. (2005) “El Régimen Económico y Jurídico de los Servicios Ambientales”, Derecho Ambiental, España.

Pérez, J. *et al* (2004), *Teoría de Juegos*, Pearson Prentice Hall: España.

Pernas, J. (2002) “Nacimiento, Desarrollo y Estado Actual de la Estrategia Comunitaria Frente al Cambio Climático”, Anuario de la Facultad de Derecho. Universidad de Coruña. No. 6, España.

Perossa, M. (2006) “Cambio Climático II: La creación del Mercado de Carbono”
Contribuciones a la Economía. [http:// www.eumed.net/ce/](http://www.eumed.net/ce/)

Point Carbon, www.pointcarbon.com

Porter, M. (2005), *Ventaja Competitiva, Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior*, CECSA: México.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2001) Introducción al MDL, PNUMA, Dinamarca.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2002). Introducción al MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio, Riso, Dinamarca. [http:// www.cordelim.net/cordelim.php?c=361](http://www.cordelim.net/cordelim.php?c=361)

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2004), Cambio Climático, Carpeta de Información, Suiza. http://unfccc.int/files/essential_background/application/pdf/infookit_es.pdf

Quantitative Micro Software (2004), *Eviews 5 User's Guide*, Quantitative Micro Software: United States of America.

Quinto J. y Ferreira J. (2005) *Instrumentos para el Desarrollo de los MDL: Una oportunidad para Latinoamérica*, Universidad Autónoma de Madrid, España.

Ramos, M. (2001) “De Kyoto a Marrakech: Historia de una flexibilidad anunciada,” *Ecología Política*, España.

Rivas, G. (2003) “Otra conferencia sobre cambio climático que ignora las causas de éste” *Ambientico*, No. 112, (Revista mensual sobre actualidad ambiental), Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, Costa Rica. <http://www.una.ac.cr/>

Rojas, A. (2003) “Que es el mecanismos de desarrollo limpio”, *Ambientico*, No. 112, (Revista mensual sobre actualidad ambiental), Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, Costa Rica. <http://www.una.ac.cr/>

Rojas, R. (1997) *Guía para realizar investigaciones sociales*, Plaza y Valdés, México.

Roura, H. y Cepeda, H. (1999), *Manual de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Rural*, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Comisión Económica para América Latina (CEPAL): Chile.

Rowthorn, R. *et al* (1997), *Adapting to North-South Trade: A General Equilibrium Approach to Policy Options*, Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 49, No. 4, Oxford University Press: Great Britain.

Saltelli, A. *et al* (2000), *Sensitivity Analysis as an Ingredient of Modeling*, Statistical Science, Vol. 15, No. 4, Institute of Mathematical Statistics: United States of America.

Salvatore, D. (1992) *Microeconomía*, Mc Graw Hill, México

Samuelson, P. y Nordhaus W. (2004) *Microeconomía*, Mc Graw Hill, México.

Sapag, N. y Sapag, R. (2003), *Preparación y Evaluación de Proyectos*, McGraw-Hill: México.

Sappington, D. (1991), *Incentives in Principal-Agent Relationships*, The Journal of Economic Perspectives, Vol. 5, No. 2, American Economic Association: United States of America.

SEMARNAT (2007) Fases de un Proyecto MDL, www.semarnat.gob.mx

Sepúlveda, H. (1997) "México ante el reto del cambio climático global," *Revista Entorno*, Año 8, No. 103 Marzo, México.

Sharma, S. (2005) *Baseline Methodologies for Clean Development Mechanism Projects*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Dinamarca. <http://cordelimo.net/images/FTP/105833.CDMGuidebook1.pdf>

Shrestha, R. *et al* (2005), *Apoya Gobierno Británico o Comité de Cambio Climático*, (Boletín de Prensa), SENER, México. http://www.energia.gob.mx/wb2/Sener/Sene_Contrato_Mexico_Reino_Unido

Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI), Secretaría de Economía, www.economia-nci.gob.mx:siaviWeb/siaviMain.jsp

Smith, A. (1987), *Shadow Price Calculations in Distorted Economies*, The Scandinavian Journal of Economics, Vol. 89, No. 3: Sweden.

Smith, C. (1981), *Satisfaction Bonus from Salmon Fishing: Implications for Economic Evaluation*, Land Economics, Vol. 57, No. 2, University of Wisconsin Press: United States of America.

Stauber, M. *et al* (1975), *An Economic Evaluation of Nitrogen Fertilization of Grasses when Carry-over is Significant*, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 57, No. 3, American Agricultural Economics Association: United States of America.

Tamayo, M. (1995) *El proceso de investigación científica*, Limusa, México.

Tocino, I. (1998) “Kyoto y el Cambio Climático,” Política Exterior. Vol. XII, No. 61 Enero-Febrero, España.

Torres, J. y Molina, P. (2005) Transacción de Emisiones de GEI bajo Protocolo MDL Comentario a las Oportunidades en el Mercado Energético, Escuela de Ingeniería Química. http://www.inf.ucv.cl/-usr_fac/revista/quimica.pdf

Torres, R. (2000) Teoría del Comercio Internacional, Siglo XXI, México.

Trigo, A. (2003) “Economía y Política del Medio Ambiente,” Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.

Tudela, M. (2004) México y la Participación de países en desarrollo en el régimen climático, En: Cambio Climático una visión desde México, Instituto Nacional de Ecología, México.

Universidad Politécnica de Madrid y otros, (2005) Metodología para la Implantación de los mecanismos flexibles de Kyoto-Mecanismos de Desarrollo Limpio en Latinoamericano-Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio, Ecuador. <http://www.cordelin.net/cordelim.php?c=426>

Vargas, C. (2005) “sobre la problemática energética,” Revista Comunicación, Vol. 12, núm. 1 Costa Rica.

Varian, H. (1999) Microeconomía Intermedia, Antoni Bosch, España.

Vela, S. (2005) “Marco Teórico de la Directiva de Comercio de Emisiones,” Instituto de Ciencias de la Educación, No. 822, España.

Velázquez, J. El Derecho Internacional Público en la Agenda Política de las Relaciones Internacionales. UNAM, México, 2005.

Villar, A. (1999) Lecciones de Microeconomía, Antoni Bosch, España.

Whalley, J. (1984), *The North-South Debate and the Terms of Trade: An Applied General Equilibrium Approach*, The Review of Economics and Statistics, Vol. 66, No. 2, MIT Press: United States of America.

Wolf, C. and Weinshrott, D. (1973), *International Transactions and Regionalism: Distinguishing “Insiders” from “Outsiders”*, The American Economic Review, Vol. 63, No. 2, American Economic Association: United States of America.

World Wild Fund/Adena, (2001) Protocolo de Kyoto: situación y perspectiva, España. <http://www.wwf.es>

Anexo 1. Países Anexo I del Protocolo de Kyoto

- Alemania
- Australia
- Austria
- Bélgica
- Bulgaria
- Canadá
- Comunidad Europea
- Croacia
- Dinamarca
- Eslovaquia
- Eslovenia
- España
- Estados Unidos de América
- Estonia
- Federación de Rusia
- Finlandia
- Francia
- Grecia
- Hungría
- Irlanda
- Islandia
- Italia
- Japón
- Letonia
- Liechtenstein
- Lituania
- Luxemburgo
- Mónaco
- Noruega
- Nueva Zelandia
- Países Bajos
- Polonia
- Portugal
- Reino Unido de Gran Bretaña
- Irlanda del Norte
- República Checa
- Rumania
- Suecia
- Suiza
- Ucrania

Anexo 2. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentadas de las series de tiempo analizadas (emisiones equivalentes de CO2 e inventarios ganaderos) para verificar no estacionaridad en las series

2.1 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Alemania

ADF Test Statistic	-1.126017	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*Mackinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ALEMANIA)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 22:46

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ALEMANIA(-1)	-0.070701	0.062789	-1.126017	0.2670
D(ALEMANIA(-1))	0.078082	0.160444	0.486658	0.6292
C	66683.51	60086.70	1.109788	0.2739
R-squared	0.033039	Mean dependent var	-706.0000	
Adjusted R-squared	-0.016549	S.D. dependent var	35265.50	
S.E. of regression	35556.11	Akaike info criterion	23.86436	
Sum squared resid	4.93E+10	Schwarz criterion	23.98848	
Log likelihood	-498.1516	F-statistic	0.666264	
Durbin-Watson stat	1.987188	Prob(F-statistic)	0.519372	

2.2 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Austria

ADF Test Statistic	-1.692695	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(AUSTRIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/08 Time: 22:49
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AUSTRIA(-1)	-0.089559	0.052909	-1.692695	0.0985
D(AUSTRIA(-1))	-0.196787	0.155522	-1.265331	0.2133
C	5817.230	2836.622	2.050760	0.0471
R-squared	0.104274	Mean dependent var		916.0117
Adjusted R-squared	0.058340	S.D. dependent var		2986.954
S.E. of regression	2898.516	Akaike info criterion		18.85053
Sum squared resid	3.28E+08	Schwarz criterion		18.97465
Log likelihood	-392.8612	F-statistic		2.270060
Durbin-Watson stat	1.951181	Prob(F-statistic)		0.116792

2.3 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Bélgica

ADF Test Statistic	-2.008365	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BELGICA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/08 Time: 22:51
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BELGICA(-1)	-0.142751	0.071078	-2.008365	0.0516
D(BELGICA(-1))	0.210880	0.160840	1.311116	0.1975
C	16018.77	7912.961	2.024372	0.0498
R-squared	0.110338	Mean dependent var		241.2345
Adjusted R-squared	0.064715	S.D. dependent var		6294.119
S.E. of regression	6087.052	Akaike info criterion		20.33446
Sum squared resid	1.45E+09	Schwarz criterion		20.45858
Log likelihood	-424.0238	F-statistic		2.418446
Durbin-Watson stat	1.950007	Prob(F-statistic)		0.102302

2.4 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Brasil

ADF Test Statistic	-0.904302	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(BRASIL)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 22:52

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BRASIL(-1)	-0.013003	0.014379	-0.904302	0.3714
D(BRASIL(-1))	0.497461	0.156445	3.179782	0.0029
C	5013.196	2736.822	1.831758	0.0746
R-squared	0.208052	Mean dependent var	5933.013	
Adjusted R-squared	0.167440	S.D. dependent var	8077.457	
S.E. of regression	7370.256	Akaike info criterion	20.71704	
Sum squared resid	2.12E+09	Schwarz criterion	20.84116	
Log likelihood	-432.0579	F-statistic	5.122837	
Durbin-Watson stat	2.001166	Prob(F-statistic)	0.010582	

2.5 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Bulgaria

ADF Test Statistic	-1.873661	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(BULGARIA)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 23:03

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BULGARIA(-1)	-0.094714	0.050550	-1.873661	0.0685
D(BULGARIA(-1))	0.050991	0.152845	0.333610	0.7405
C	6358.083	3295.473	1.929339	0.0610
R-squared	0.084403	Mean dependent var	428.9198	
Adjusted R-squared	0.037450	S.D. dependent var	5800.878	
S.E. of regression	5691.222	Akaike info criterion	20.19999	
Sum squared resid	1.26E+09	Schwarz criterion	20.32411	
Log likelihood	-421.1997	F-statistic	1.797585	
Durbin-Watson stat	2.014590	Prob(F-statistic)	0.179157	

2.6 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Canadá

ADF Test Statistic	-0.759973	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(CANADA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/08 Time: 23:20
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CANADA(-1)	-0.021998	0.028946	-0.759973	0.4518
D(CANADA(-1))	-0.035285	0.162473	-0.217176	0.8292
C	17479.89	11288.13	1.548519	0.1296
R-squared	0.015861	Mean dependent var		8846.931
Adjusted R-squared	-0.034608	S.D. dependent var		14838.22
S.E. of regression	15092.80	Akaike info criterion		22.15057
Sum squared resid	8.88E+09	Schwarz criterion		22.27469
Log likelihood	-462.1620	F-statistic		0.314264
Durbin-Watson stat	1.922133	Prob(F-statistic)		0.732158

2.7 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Chile

ADF Test Statistic	-0.113330	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(CHILE)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/08 Time: 23:21
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CHILE(-1)	-0.003605	0.031812	-0.113330	0.9104
D(CHILE(-1))	0.275482	0.158979	1.732825	0.0910
C	872.8440	1039.174	0.839940	0.4061
R-squared	0.073762	Mean dependent var		1048.141
Adjusted R-squared	0.026263	S.D. dependent var		2713.376
S.E. of regression	2677.509	Akaike info criterion		18.69191
Sum squared resid	2.80E+08	Schwarz criterion		18.81603
Log likelihood	-389.5301	F-statistic		1.552905
Durbin-Watson stat	2.021548	Prob(F-statistic)		0.224435

2.8 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de China

ADF Test Statistic	0.446657	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(CHINA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/08 Time: 23:22
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CHINA(-1)	0.008012	0.017937	0.446657	0.6576
D(CHINA(-1))	0.819622	0.134176	6.108548	0.0000
C	18912.80	34195.80	0.553074	0.5834
R-squared	0.521453	Mean dependent var		85524.51
Adjusted R-squared	0.496912	S.D. dependent var		153890.6
S.E. of regression	109152.6	Akaike info criterion		26.10763
Sum squared resid	4.65E+11	Schwarz criterion		26.23175
Log likelihood	-545.2602	F-statistic		21.24832
Durbin-Watson stat	1.075302	Prob(F-statistic)		0.000001

2.9 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Croacia

ADF Test Statistic	-1.538097	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(CROACIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/08 Time: 23:23
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CROACIA(-1)	-0.073029	0.047480	-1.538097	0.1321
D(CROACIA(-1))	-0.048053	0.156534	-0.306979	0.7605
C	1661.893	844.8027	1.967197	0.0563
R-squared	0.060367	Mean dependent var		402.0759
Adjusted R-squared	0.012181	S.D. dependent var		1627.684
S.E. of regression	1617.740	Akaike info criterion		17.68420
Sum squared resid	1.02E+08	Schwarz criterion		17.80832
Log likelihood	-368.3681	F-statistic		1.252788
Durbin-Watson stat	1.971550	Prob(F-statistic)		0.296951

2.10 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Dinamarca

ADF Test Statistic	-3.426772	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(DINAMARCA)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 23:24

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DINAMARCA(-1)	-0.322070	0.093986	-3.426772	0.0015
D(DINAMARCA(-1))	-0.108269	0.142356	-0.760552	0.4515
C	18068.35	5140.403	3.514968	0.0011
R-squared	0.257005	Mean dependent var	542.4729	
Adjusted R-squared	0.218903	S.D. dependent var	5174.935	
S.E. of regression	4573.592	Akaike info criterion	19.76273	
Sum squared resid	8.16E+08	Schwarz criterion	19.88685	
Log likelihood	-412.0174	F-statistic	6.745131	
Durbin-Watson stat	2.004214	Prob(F-statistic)	0.003049	

2.11 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Eslovaquia

ADF Test Statistic	-1.405626	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ESLOVAQUIA)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 23:25

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ESLOVAQUIA(-1)	-0.046497	0.033080	-1.405626	0.1678
D(ESLOVAQUIA(-1))	0.505630	0.132685	3.810744	0.0005
C	2217.787	1595.109	1.390367	0.1723
R-squared	0.292230	Mean dependent var	78.58071	
Adjusted R-squared	0.255934	S.D. dependent var	2210.674	
S.E. of regression	1906.911	Akaike info criterion	18.01311	
Sum squared resid	1.42E+08	Schwarz criterion	18.13723	
Log likelihood	-375.2752	F-statistic	8.051304	
Durbin-Watson stat	2.095008	Prob(F-statistic)	0.001183	

2.12 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Eslovenia

ADF Test Statistic	-1.814938	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ESLOVENIA)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 23:26

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ESLOVENIA(-1)	-0.092651	0.051049	-1.814938	0.0772
D(ESLOVENIA(-1))	-0.104987	0.152893	-0.686666	0.4964
C	1427.950	665.8021	2.144706	0.0383
R-squared	0.091099	Mean dependent var		246.2266
Adjusted R-squared	0.044489	S.D. dependent var		1309.568
S.E. of regression	1280.106	Akaike info criterion		17.21602
Sum squared resid	63908134	Schwarz criterion		17.34014
Log likelihood	-358.5365	F-statistic		1.954491
Durbin-Watson stat	1.992370	Prob(F-statistic)		0.155264

2.13 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de España

ADF Test Statistic	-0.233524	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ESPA)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 23:28

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ESPA(-1)	-0.005143	0.022022	-0.233524	0.8166
D(ESPA(-1))	0.020191	0.160953	0.125446	0.9008
C	6862.301	4133.254	1.660266	0.1049
R-squared	0.001653	Mean dependent var		6084.331
Adjusted R-squared	-0.049544	S.D. dependent var		9161.347
S.E. of regression	9385.551	Akaike info criterion		21.20048
Sum squared resid	3.44E+09	Schwarz criterion		21.32460
Log likelihood	-442.2101	F-statistic		0.032285
Durbin-Watson stat	2.005634	Prob(F-statistic)		0.968257

2.14 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Estados Unidos

ADF Test Statistic	-1.583842	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*Mackinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(ESTADOS_UNIDOS)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 23:29

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ESTADOS_UNIDOS(-1)	-0.042449	0.026801	-1.583842	0.1213
D(ESTADOS_UNIDOS(-1))	0.223921	0.151391	1.479086	0.1471
C	245266.1	123765.0	1.981707	0.0546
R-squared	0.109231	Mean dependent var		67936.95
Adjusted R-squared	0.063551	S.D. dependent var		129483.6
S.E. of regression	125301.7	Akaike info criterion		26.38359
Sum squared resid	6.12E+11	Schwarz criterion		26.50770
Log likelihood	-551.0553	F-statistic		2.391197
Durbin-Watson stat	1.915418	Prob(F-statistic)		0.104814

2.15 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Estonia

ADF Test Statistic	-1.843169	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*Mackinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ESTONIA)

Method: Least Squares

Date: 06/08/08 Time: 23:30

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ESTONIA(-1)	-0.059857	0.032475	-1.843169	0.0729
D(ESTONIA(-1))	0.431516	0.144295	2.990506	0.0048
C	1371.796	706.4646	1.941776	0.0594
R-squared	0.243141	Mean dependent var		162.1221
Adjusted R-squared	0.204328	S.D. dependent var		1287.201
S.E. of regression	1148.189	Akaike info criterion		16.99851
Sum squared resid	51415192	Schwarz criterion		17.12263
Log likelihood	-353.9687	F-statistic		6.264381
Durbin-Watson stat	2.231812	Prob(F-statistic)		0.004373

2.16 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Finlandia

ADF Test Statistic	-1.841211	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(FINLANDIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/08/08 Time: 23:31
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FINLANDIA(-1)	-0.091027	0.049439	-1.841211	0.0732
D(FINLANDIA(-1))	0.056020	0.156989	0.356839	0.7231
C	5325.578	2327.196	2.288410	0.0276
R-squared	0.082737	Mean dependent var		1259.810
Adjusted R-squared	0.035697	S.D. dependent var		3969.249
S.E. of regression	3897.759	Akaike info criterion		19.44294
Sum squared resid	5.93E+08	Schwarz criterion		19.56706
Log likelihood	-405.3017	F-statistic		1.758889
Durbin-Watson stat	1.937912	Prob(F-statistic)		0.185624

2.17 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Francia

ADF Test Statistic	-2.106975	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(FRANCIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 08:59
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FRANCIA(-1)	-0.133234	0.063235	-2.106975	0.0416
D(FRANCIA(-1))	0.007886	0.152052	0.051861	0.9589
C	54138.85	24869.58	2.176911	0.0356
R-squared	0.102486	Mean dependent var		2213.412
Adjusted R-squared	0.056459	S.D. dependent var		23096.86
S.E. of regression	22435.37	Akaike info criterion		22.94341
Sum squared resid	1.96E+10	Schwarz criterion		23.06753
Log likelihood	-478.8117	F-statistic		2.226677
Durbin-Watson stat	2.002164	Prob(F-statistic)		0.121424

2.18 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Grecia

ADF Test Statistic	-0.136028	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GRECIA)

Method: Least Squares

Date: 06/09/08 Time: 09:00

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
GRECIA(-1)	-0.001940	0.014264	-0.136028	0.8925
D(GRECIA(-1))	-0.246927	0.154611	-1.597082	0.1183
C	2653.432	859.1644	3.088387	0.0037
R-squared	0.062816	Mean dependent var	2057.298	
Adjusted R-squared	0.014755	S.D. dependent var	2345.886	
S.E. of regression	2328.514	Akaike info criterion	18.41260	
Sum squared resid	2.11E+08	Schwarz criterion	18.53672	
Log likelihood	-383.6645	F-statistic	1.307012	
Durbin-Watson stat	2.113918	Prob(F-statistic)	0.282218	

2.19 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Holanda

ADF Test Statistic	-2.862935	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(HOLANDA)

Method: Least Squares

Date: 06/09/08 Time: 09:01

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HOLANDA(-1)	-0.189223	0.066094	-2.862935	0.0067
D(HOLANDA(-1))	0.051985	0.148627	0.349768	0.7284
C	25762.92	8577.765	3.003454	0.0046
R-squared	0.174347	Mean dependent var	1549.710	
Adjusted R-squared	0.132006	S.D. dependent var	8954.048	
S.E. of regression	8342.148	Akaike info criterion	20.96478	
Sum squared resid	2.71E+09	Schwarz criterion	21.08890	
Log likelihood	-437.2603	F-statistic	4.117663	
Durbin-Watson stat	1.991542	Prob(F-statistic)	0.023854	

2.20 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Hungría

ADF Test Statistic	-1.557267	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(HUNGRIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:04
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HUNGRIA(-1)	-0.073473	0.047181	-1.557267	0.1275
D(HUNGRIA(-1))	0.138904	0.153087	0.907354	0.3698
C	5149.975	3229.626	1.594604	0.1189
R-squared	0.074278	Mean dependent var		221.5243
Adjusted R-squared	0.026805	S.D. dependent var		3475.912
S.E. of regression	3429.010	Akaike info criterion		19.18668
Sum squared resid	4.59E+08	Schwarz criterion		19.31080
Log likelihood	-399.9203	F-statistic		1.564639
Durbin-Watson stat	2.104008	Prob(F-statistic)		0.222010

2.21 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de India

ADF Test Statistic	0.685413	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(INDIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:06
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INDIA(-1)	0.047611	0.010161	4.685413	0.0000
D(INDIA(-1))	-0.175273	0.166183	-1.054697	0.2981
C	7674.334	4526.291	1.695502	0.0980
R-squared	0.446754	Mean dependent var		27212.26
Adjusted R-squared	0.418382	S.D. dependent var		21161.37
S.E. of regression	16138.48	Akaike info criterion		22.28455
Sum squared resid	1.02E+10	Schwarz criterion		22.40867
Log likelihood	-464.9755	F-statistic		15.74652
Durbin-Watson stat	1.916820	Prob(F-statistic)		0.000010

2.22 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Irlanda

ADF Test Statistic	-0.267194	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(IRLANDA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:10
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IRLANDA(-1)	-0.005978	0.022372	-0.267194	0.7907
D(IRLANDA(-1))	-0.089337	0.165745	-0.539001	0.5930
C	914.5668	613.0934	1.491725	0.1438
R-squared	0.010403	Mean dependent var	690.6498	
Adjusted R-squared	-0.040345	S.D. dependent var	1181.159	
S.E. of regression	1204.750	Akaike info criterion	17.09468	
Sum squared resid	56605500	Schwarz criterion	17.21880	
Log likelihood	-355.9883	F-statistic	0.205000	
Durbin-Watson stat	1.940872	Prob(F-statistic)	0.815520	

2.23 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Islandia

ADF Test Statistic	-1.664963	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(ISLANDIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:11
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ISLANDIA(-1)	-0.111289	0.066842	-1.664963	0.1039
D(ISLANDIA(-1))	-0.246837	0.148619	-1.660864	0.1048
C	225.7627	117.3375	1.924046	0.0617
R-squared	0.151843	Mean dependent var	26.07707	
Adjusted R-squared	0.108348	S.D. dependent var	130.0845	
S.E. of regression	122.8353	Akaike info criterion	12.52832	
Sum squared resid	588452.3	Schwarz criterion	12.65244	
Log likelihood	-260.0946	F-statistic	3.491023	
Durbin-Watson stat	2.069852	Prob(F-statistic)	0.040298	

2.24 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Italia

ADF Test Statistic	-3.570559	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(ITALIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:14
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ITALIA(-1)	-0.077736	0.021771	-3.570559	0.0010
D(ITALIA(-1))	-0.130180	0.150560	-0.864643	0.3925
C	34560.15	7959.082	4.342228	0.0001
R-squared	0.251559	Mean dependent var	7643.721	
Adjusted R-squared	0.213177	S.D. dependent var	11929.98	
S.E. of regression	10582.25	Akaike info criterion	21.44049	
Sum squared resid	4.37E+09	Schwarz criterion	21.56461	
Log likelihood	-447.2504	F-statistic	6.554158	
Durbin-Watson stat	1.976243	Prob(F-statistic)	0.003516	

2.25 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Japón

ADF Test Statistic	-2.034657	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(JAPON)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:26
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
JAPON(-1)	-0.042487	0.020882	-2.034657	0.0487
D(JAPON(-1))	0.149003	0.152327	0.978175	0.3340
C	56039.31	20088.53	2.789617	0.0081
R-squared	0.143820	Mean dependent var	22574.63	
Adjusted R-squared	0.099913	S.D. dependent var	37002.08	
S.E. of regression	35104.94	Akaike info criterion	23.83882	
Sum squared resid	4.81E+10	Schwarz criterion	23.96294	
Log likelihood	-497.6152	F-statistic	3.275587	
Durbin-Watson stat	1.961924	Prob(F-statistic)	0.048419	

2.26 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Letonia

ADF Test Statistic	-1.408897	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LETONIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:28
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LETONIA(-1)	-0.036845	0.026151	-1.408897	0.1668
D(LETONIA(-1))	0.576821	0.129229	4.463540	0.0001
C	399.3827	287.3078	1.390086	0.1724
R-squared	0.352726	Mean dependent var	20.71121	
Adjusted R-squared	0.319533	S.D. dependent var	625.1787	
S.E. of regression	515.7126	Akaike info criterion	15.39773	
Sum squared resid	10372420	Schwarz criterion	15.52184	
Log likelihood	-320.3522	F-statistic	10.62636	
Durbin-Watson stat	2.673802	Prob(F-statistic)	0.000207	

2.27 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Lituania

ADF Test Statistic	-1.511243	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LITUANIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:29
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LITUANIA(-1)	-0.046711	0.030909	-1.511243	0.1388
D(LITUANIA(-1))	0.467448	0.137794	3.392376	0.0016
C	872.8896	574.3497	1.519788	0.1366
R-squared	0.258962	Mean dependent var	68.19117	
Adjusted R-squared	0.220961	S.D. dependent var	1091.820	
S.E. of regression	963.6757	Akaike info criterion	16.64814	
Sum squared resid	36218165	Schwarz criterion	16.77226	
Log likelihood	-346.6109	F-statistic	6.814457	
Durbin-Watson stat	2.295454	Prob(F-statistic)	0.002897	

2.28 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Luxemburgo

ADF Test Statistic	-1.703414	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LUXEMBURGO)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:31
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LUXEMBURGO(-1)	-0.105893	0.062165	-1.703414	0.0964
D(LUXEMBURGO(-1))	0.265714	0.155031	1.713941	0.0945
C	1083.278	663.4459	1.632806	0.1106
R-squared	0.110790	Mean dependent var	-39.33357	
Adjusted R-squared	0.065189	S.D. dependent var	789.6953	
S.E. of regression	763.5218	Akaike info criterion	16.18251	
Sum squared resid	22735654	Schwarz criterion	16.30663	
Log likelihood	-336.8327	F-statistic	2.429572	
Durbin-Watson stat	2.054059	Prob(F-statistic)	0.101295	

2.29 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de México

ADF Test Statistic	-0.706077	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(MEXICO)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:33
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MEXICO(-1)	-0.015262	0.021616	-0.706077	0.4843
D(MEXICO(-1))	0.040190	0.159288	0.252310	0.8021
C	11800.38	6083.713	1.939668	0.0597
R-squared	0.014029	Mean dependent var	8349.284	
Adjusted R-squared	-0.036533	S.D. dependent var	16990.36	
S.E. of regression	17297.93	Akaike info criterion	22.42331	
Sum squared resid	1.17E+10	Schwarz criterion	22.54743	
Log likelihood	-467.8895	F-statistic	0.277461	
Durbin-Watson stat	2.026314	Prob(F-statistic)	0.759188	

2.30 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Noruega

ADF Test Statistic	-0.754302	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(NORUEGA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:34
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NORUEGA(-1)	-0.069484	0.092117	-0.754302	0.4552
D(NORUEGA(-1))	-0.341335	0.188570	-1.810124	0.0780
C	3103.416	2634.961	1.177784	0.2460
R-squared	0.145385	Mean dependent var	754.2293	
Adjusted R-squared	0.101558	S.D. dependent var	4430.278	
S.E. of regression	4199.290	Akaike info criterion	19.59197	
Sum squared resid	6.88E+08	Schwarz criterion	19.71609	
Log likelihood	-408.4313	F-statistic	3.317286	
Durbin-Watson stat	2.038378	Prob(F-statistic)	0.046723	

2.31 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Nueva Zelanda

ADF Test Statistic	0.374611	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(NUEVA_ZELANDA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:36
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NUEVA_ZELANDA(-1)	0.010455	0.027909	0.374611	0.7100
D(NUEVA_ZELANDA(-1))	-0.013170	0.165303	-0.079673	0.9369
C	335.1891	597.9036	0.560607	0.5783
R-squared	0.003592	Mean dependent var	547.5312	
Adjusted R-squared	-0.047506	S.D. dependent var	1144.547	
S.E. of regression	1171.418	Akaike info criterion	17.03857	
Sum squared resid	53516560	Schwarz criterion	17.16269	
Log likelihood	-354.8099	F-statistic	0.070292	
Durbin-Watson stat	1.989149	Prob(F-statistic)	0.932240	

2.32 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Polonia

ADF Test Statistic	-1.925523	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(POLONIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:39
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POLONIA(-1)	-0.077234	0.040111	-1.925523	0.0615
D(POLONIA(-1))	0.271932	0.147083	1.848832	0.0721
C	28450.11	14197.33	2.003905	0.0521
R-squared	0.157791	Mean dependent var		2315.800
Adjusted R-squared	0.114601	S.D. dependent var		19676.71
S.E. of regression	18514.93	Akaike info criterion		22.55929
Sum squared resid	1.34E+10	Schwarz criterion		22.68341
Log likelihood	-470.7451	F-statistic		3.653399
Durbin-Watson stat	2.137322	Prob(F-statistic)		0.035131

2.33 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Portugal

ADF Test Statistic	0.589684	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(PORTUGAL)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:39
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PORTUGAL(-1)	0.013293	0.022543	0.589684	0.5588
D(PORTUGAL(-1))	-0.334502	0.174457	-1.917390	0.0625
C	1183.785	742.5140	1.594293	0.1189
R-squared	0.086204	Mean dependent var		1153.932
Adjusted R-squared	0.039343	S.D. dependent var		2323.776
S.E. of regression	2277.605	Akaike info criterion		18.36839
Sum squared resid	2.02E+08	Schwarz criterion		18.49251
Log likelihood	-382.7361	F-statistic		1.839557
Durbin-Watson stat	1.930377	Prob(F-statistic)		0.172409

2.34 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Reino Unido

ADF Test Statistic	-1.802560	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(REINO_UNIDO)

Method: Least Squares

Date: 06/09/08 Time: 09:41

Sample(adjusted): 1962 2003

Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REINO_UNIDO(-1)	-0.204311	0.113345	-1.802560	0.0792
D(REINO_UNIDO(-1))	-0.152736	0.160174	-0.953563	0.3462
C	118705.3	66467.00	1.785928	0.0819
R-squared	0.139102	Mean dependent var	-710.3571	
Adjusted R-squared	0.094953	S.D. dependent var	25209.51	
S.E. of regression	23982.80	Akaike info criterion	23.07681	
Sum squared resid	2.24E+10	Schwarz criterion	23.20093	
Log likelihood	-481.6130	F-statistic	3.150766	
Durbin-Watson stat	1.992172	Prob(F-statistic)	0.053896	

2.35 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de República Checa

ADF Test Statistic	-1.302974	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(REPUBLICA_CHECA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:43
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REPUBLICA_CHECA	-0.040090	0.030768	-1.302974	0.2002
(-1)				
D(REPUBLICA_CHECA(-1))	0.512170	0.131927	3.882228	0.0004
C	6007.009	4670.271	1.286223	0.2059
R-squared	0.296710	Mean dependent var	206.4357	
Adjusted R-squared	0.260644	S.D. dependent var	6458.714	
S.E. of regression	5553.578	Akaike info criterion	20.15102	
Sum squared resid	1.20E+09	Schwarz criterion	20.27514	
Log likelihood	-420.1715	F-statistic	8.226835	
Durbin-Watson stat	2.150033	Prob(F-statistic)	0.001045	

2.36 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de República Rumania

ADF Test Statistic	-1.676648	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(RUMANIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:46
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RUMANIA(-1)	-0.059566	0.035527	-1.676648	0.1016
D(RUMANIA(-1))	0.427518	0.140455	3.043810	0.0042
C	8548.477	5078.040	1.683420	0.1003
R-squared	0.231921	Mean dependent var	842.9262	
Adjusted R-squared	0.192532	S.D. dependent var	11909.31	
S.E. of regression	10701.61	Akaike info criterion	21.46293	
Sum squared resid	4.47E+09	Schwarz criterion	21.58704	
Log likelihood	-447.7214	F-statistic	5.888000	
Durbin-Watson stat	2.162741	Prob(F-statistic)	0.005827	

2.37 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de República Rusia

ADF Test Statistic	-2.024918	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(RUSIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:48
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RUSIA(-1)	-0.045102	0.022273	-2.024918	0.0498
D(RUSIA(-1))	0.650487	0.113978	5.707147	0.0000
C	81890.65	39108.45	2.093938	0.0428
R-squared	0.502117	Mean dependent var		13858.23
Adjusted R-squared	0.476584	S.D. dependent var		84451.27
S.E. of regression	61098.36	Akaike info criterion		24.94711
Sum squared resid	1.46E+11	Schwarz criterion		25.07123
Log likelihood	-520.8892	F-statistic		19.66581
Durbin-Watson stat	2.494427	Prob(F-statistic)		0.000001

2.38 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Sudáfrica

ADF Test Statistic	-0.349153	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(SUDAFRICA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:50
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SUDAFRICA(-1)	-0.005895	0.016882	-0.349153	0.7289
D(SUDAFRICA(-1))	-0.106086	0.159140	-0.666624	0.5089
C	8258.028	4188.053	1.971806	0.0558
R-squared	0.014851	Mean dependent var		6246.986
Adjusted R-squared	-0.035670	S.D. dependent var		8454.367
S.E. of regression	8603.829	Akaike info criterion		21.02655
Sum squared resid	2.89E+09	Schwarz criterion		21.15067
Log likelihood	-438.5576	F-statistic		0.293953
Durbin-Watson stat	1.984711	Prob(F-statistic)		0.746948

2.39 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Suecia

ADF Test Statistic	-1.201559	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(SUECIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:51
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SUECIA(-1)	-0.068184	0.056746	-1.201559	0.2368
D(SUECIA(-1))	-0.021225	0.159465	-0.133104	0.8948
C	4429.719	3694.089	1.199137	0.2377
R-squared	0.038205	Mean dependent var		92.11905
Adjusted R-squared	-0.011118	S.D. dependent var		5227.240
S.E. of regression	5256.217	Akaike info criterion		20.04096
Sum squared resid	1.08E+09	Schwarz criterion		20.16508
Log likelihood	-417.8602	F-statistic		0.774596
Durbin-Watson stat	1.978090	Prob(F-statistic)		0.467850

2.40 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Suiza

ADF Test Statistic	-0.530052	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(SUIZA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:52
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SUIZA(-1)	-0.244651	0.054006	-4.530052	0.0001
D(SUIZA(-1))	-0.200851	0.130685	-1.536912	0.1324
C	9959.430	2100.462	4.741542	0.0000
R-squared	0.352373	Mean dependent var		476.8810
Adjusted R-squared	0.319161	S.D. dependent var		2168.956
S.E. of regression	1789.670	Akaike info criterion		17.88620
Sum squared resid	1.25E+08	Schwarz criterion		18.01032
Log likelihood	-372.6102	F-statistic		10.60990
Durbin-Watson stat	2.117496	Prob(F-statistic)		0.000209

2.41 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para las emisiones de CO2 de Ucrania

ADF Test Statistic	-1.540920	1% Critical Value*	-3.5930
		5% Critical Value	-2.9320
		10% Critical Value	-2.6039

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(UCRANIA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 09:56
 Sample(adjusted): 1962 2003
 Included observations: 42 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
UCRANIA(-1)	-0.039460	0.025608	-1.540920	0.1314
D(UCRANIA(-1))	0.640041	0.121200	5.280856	0.0000
C	19744.13	13134.52	1.503223	0.1408
R-squared	0.429384	Mean dependent var	926.6429	
Adjusted R-squared	0.400122	S.D. dependent var	31269.92	
S.E. of regression	24219.12	Akaike info criterion	23.09642	
Sum squared resid	2.29E+10	Schwarz criterion	23.22054	
Log likelihood	-482.0249	F-statistic	14.67360	
Durbin-Watson stat	2.311673	Prob(F-statistic)	0.000018	

2.42 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para los inventarios de ganado bovino-leche en México

ADF Test Statistic	-1.849742	1% Critical Value*	-4.6405
		5% Critical Value	-3.3350
		10% Critical Value	-2.8169

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(BOVINO_LECHE)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 19:33
 Sample(adjusted): 1998 2005
 Included observations: 8 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BOVINO_LECHE(-1)	-0.242382	0.131036	-1.849742	0.1236
D(BOVINO_LECHE(-1))	-0.049679	0.391036	-0.127045	0.9039
C	553759.6	267624.2	2.069169	0.0933
R-squared	0.407556	Mean dependent var	59597.25	
Adjusted R-squared	0.170578	S.D. dependent var	74565.38	
S.E. of regression	67908.63	Akaike info criterion	25.36971	
Sum squared resid	2.31E+10	Schwarz criterion	25.39950	
Log likelihood	-98.47884	F-statistic	1.719806	
Durbin-Watson stat	2.205969	Prob(F-statistic)	0.270159	

2.43 Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para los inventarios de ganado porcino en México

ADF Test Statistic	-2.435033	1% Critical Value*	-4.6405
		5% Critical Value	-3.3350
		10% Critical Value	-2.8169

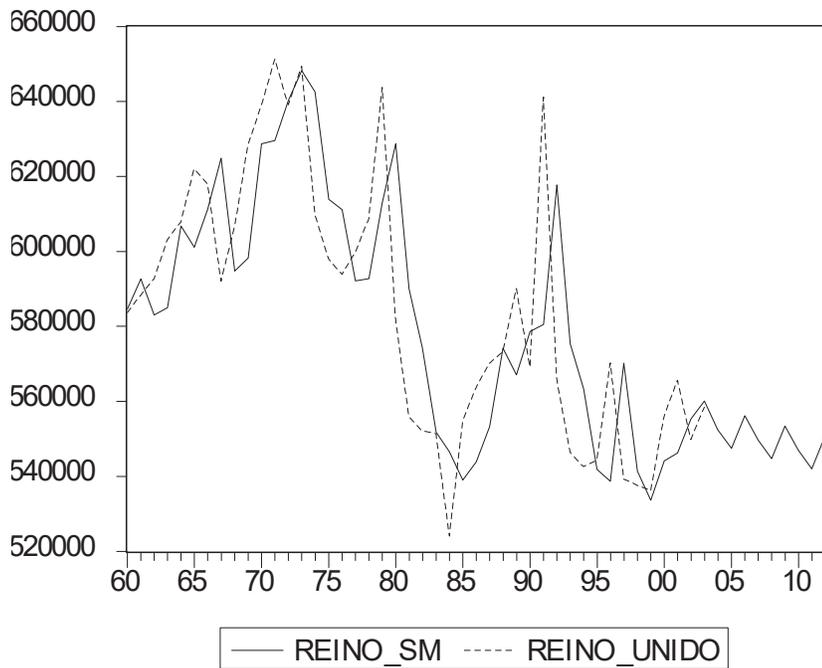
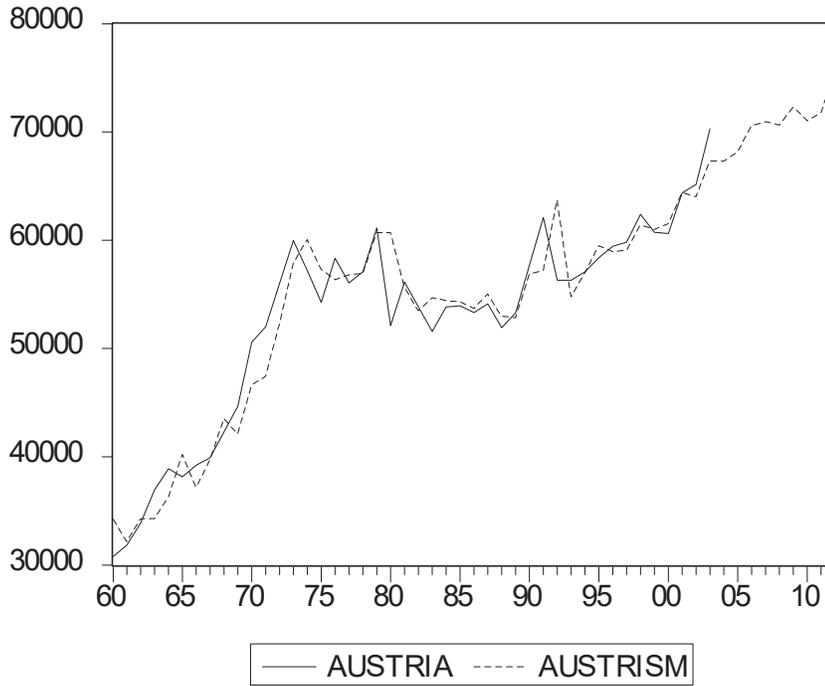
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

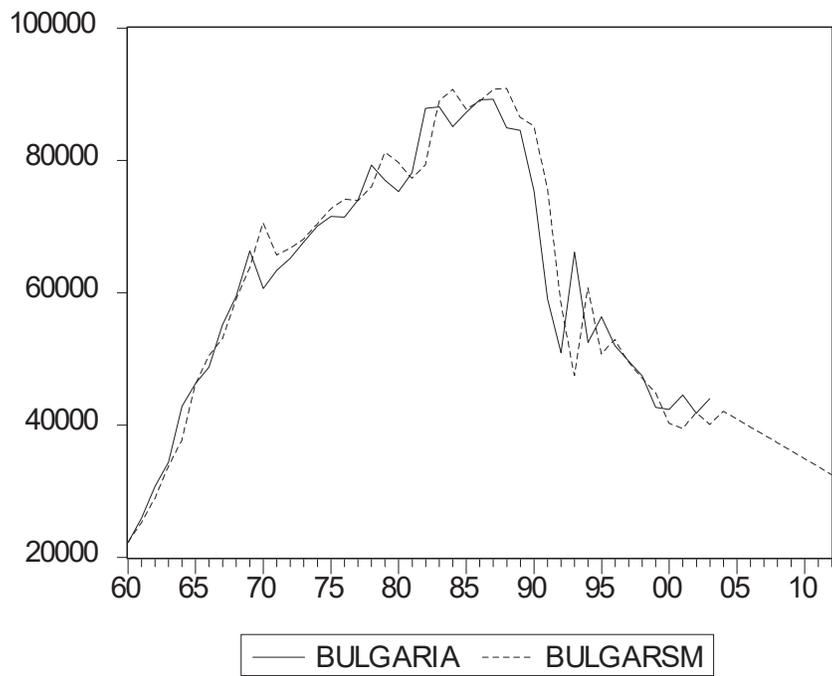
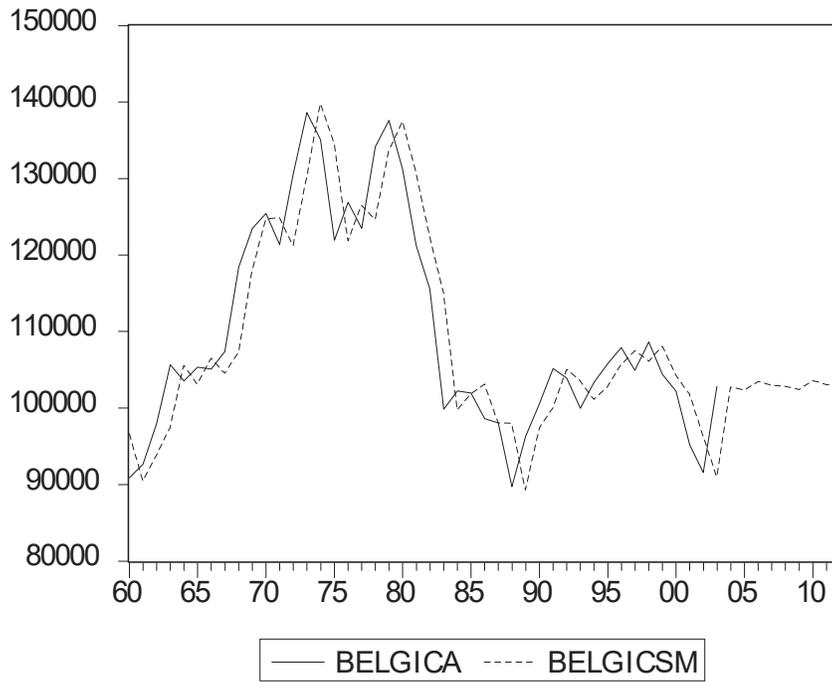
Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(PORCINO)
 Method: Least Squares
 Date: 06/09/08 Time: 19:35
 Sample(adjusted): 1998 2005
 Included observations: 8 after adjusting endpoints

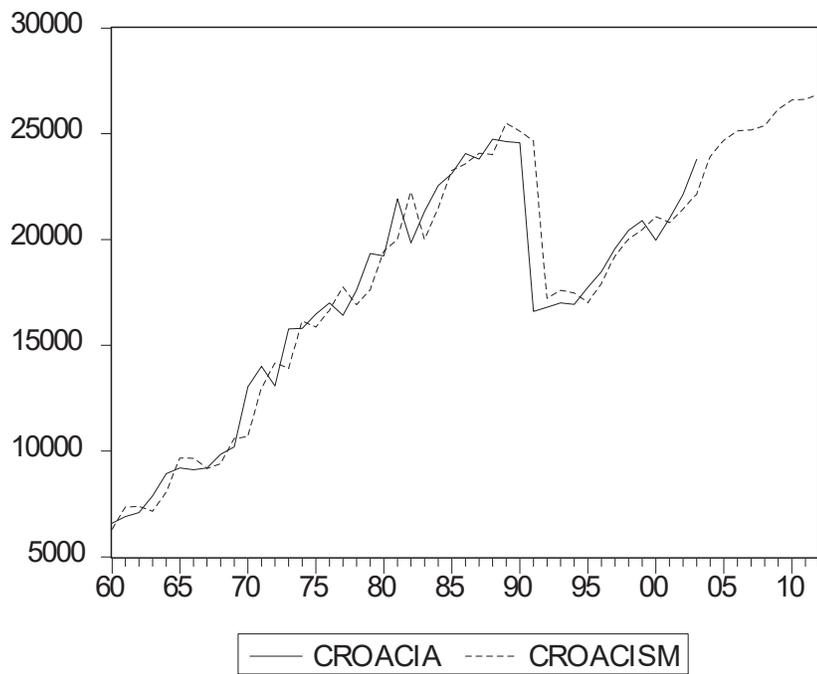
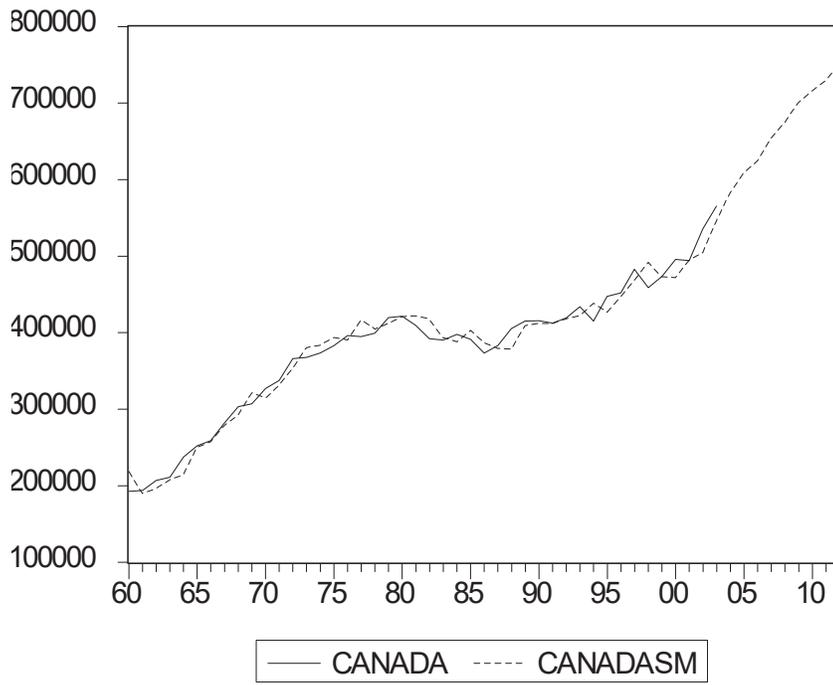
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PORCINO(-1)	-1.116344	0.458451	-2.435033	0.0590
D(PORCINO(-1))	0.037990	0.330734	0.114866	0.9130
C	16910708	6978600.	2.423223	0.0599
R-squared	0.672842	Mean dependent var	-66069.12	
Adjusted R-squared	0.541979	S.D. dependent var	429146.9	
S.E. of regression	290434.7	Akaike info criterion	28.27614	
Sum squared resid	4.22E+11	Schwarz criterion	28.30593	
Log likelihood	-110.1046	F-statistic	5.141579	
Durbin-Watson stat	1.604471	Prob(F-statistic)	0.061220	

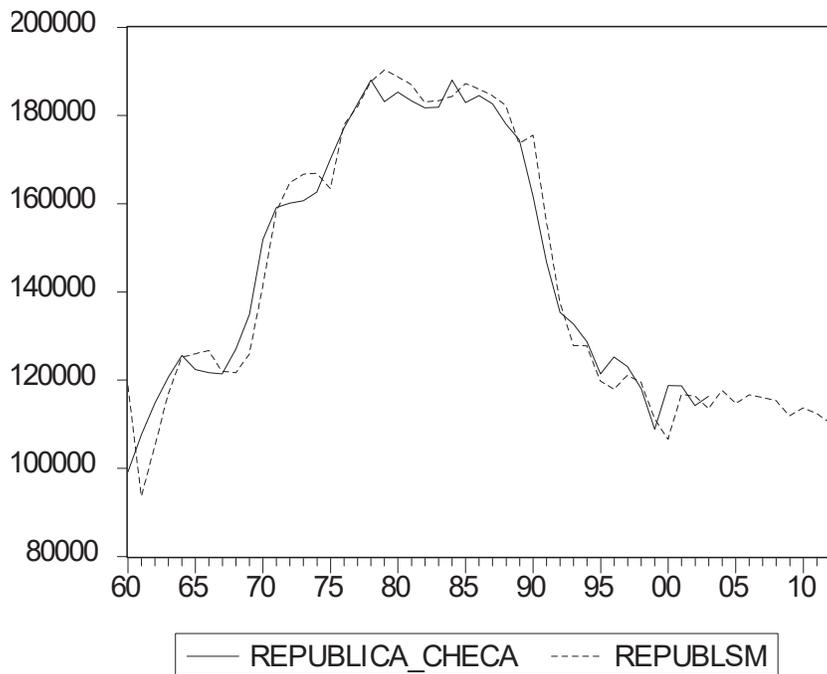
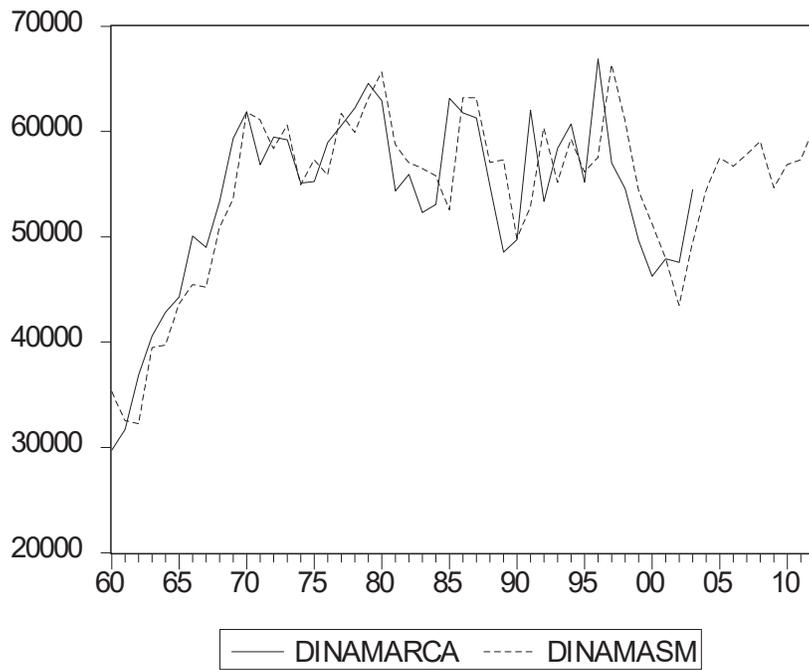
Anexo 3. Pronósticos de las emisiones equivalentes de CO2 de los países del Anexo I y algunos países no Anexo I

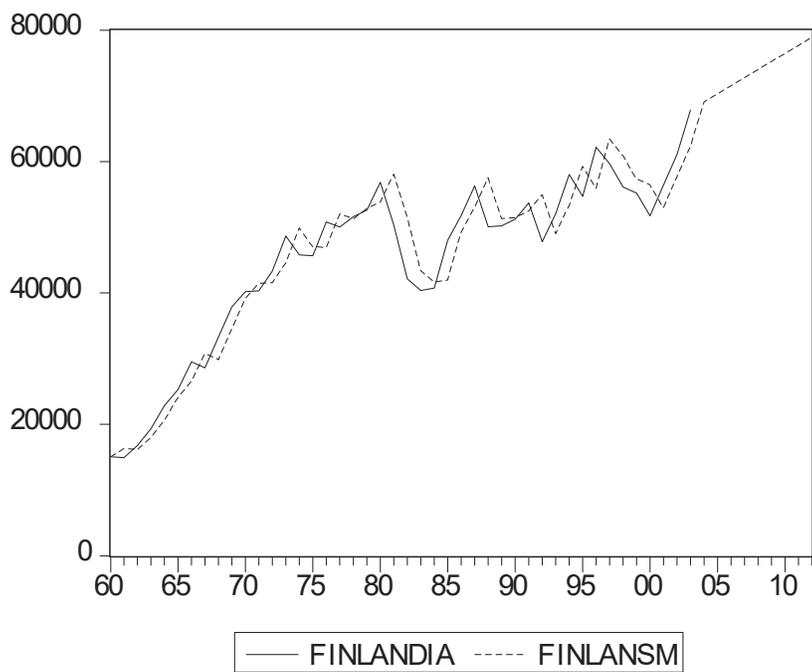
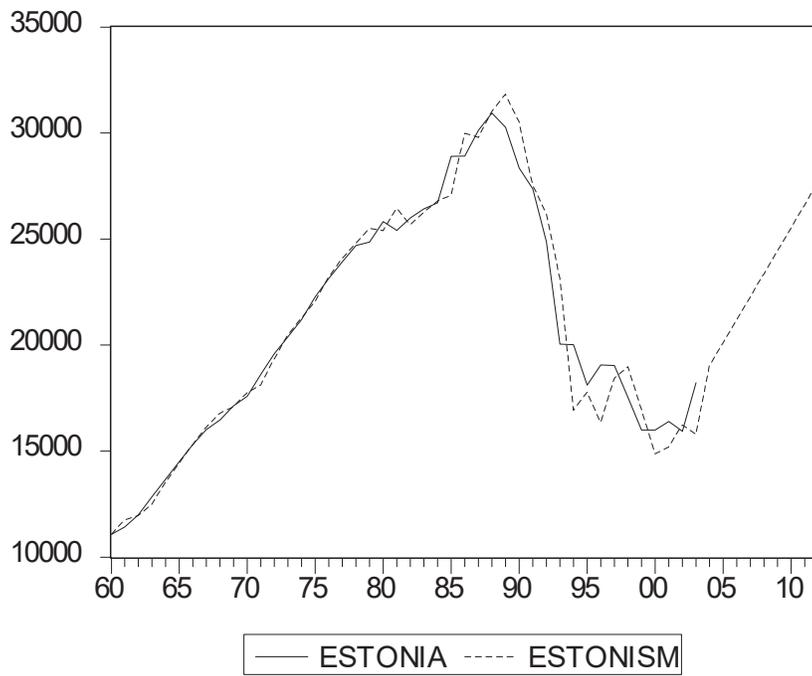
Países Anexo I del Protocolo de Kyoto

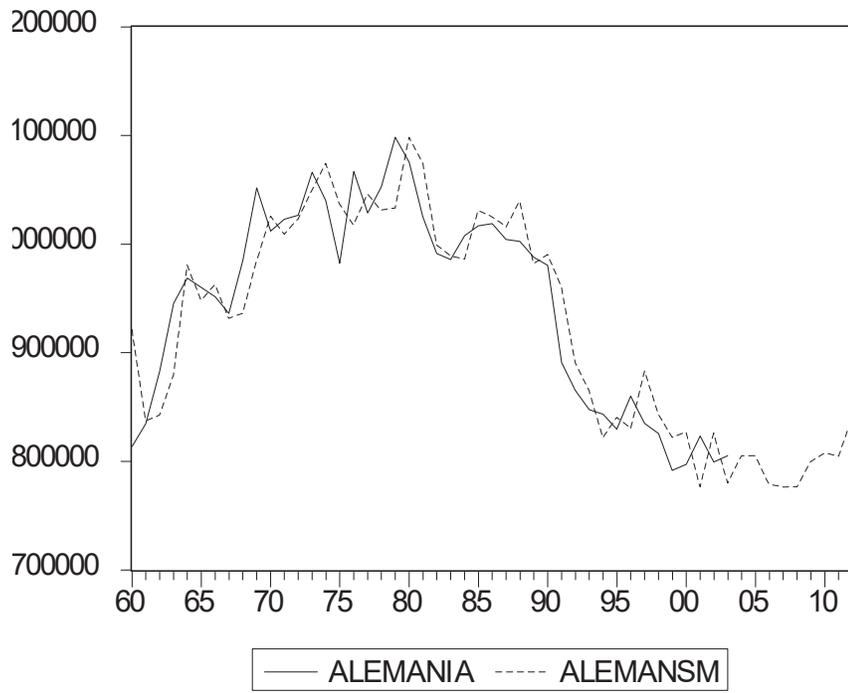
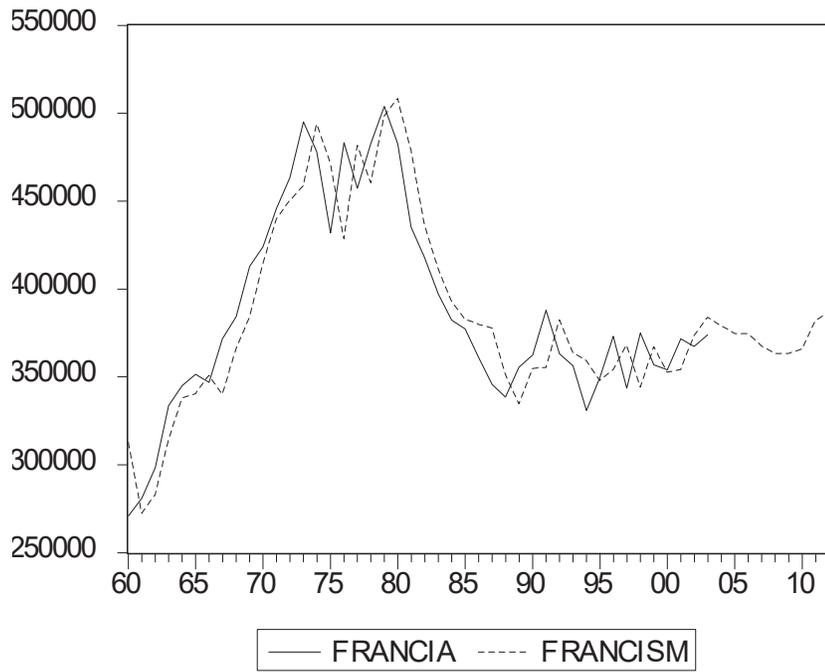


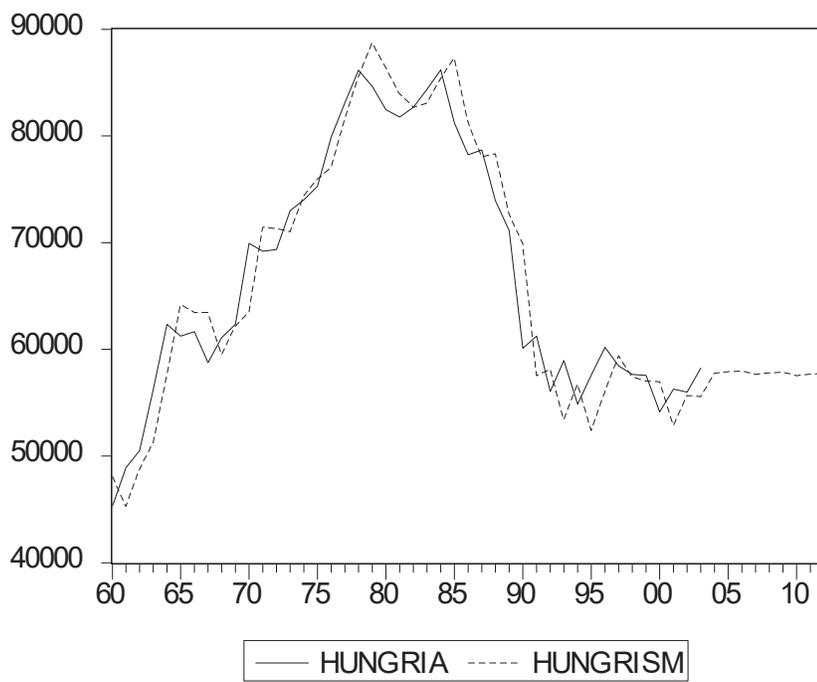
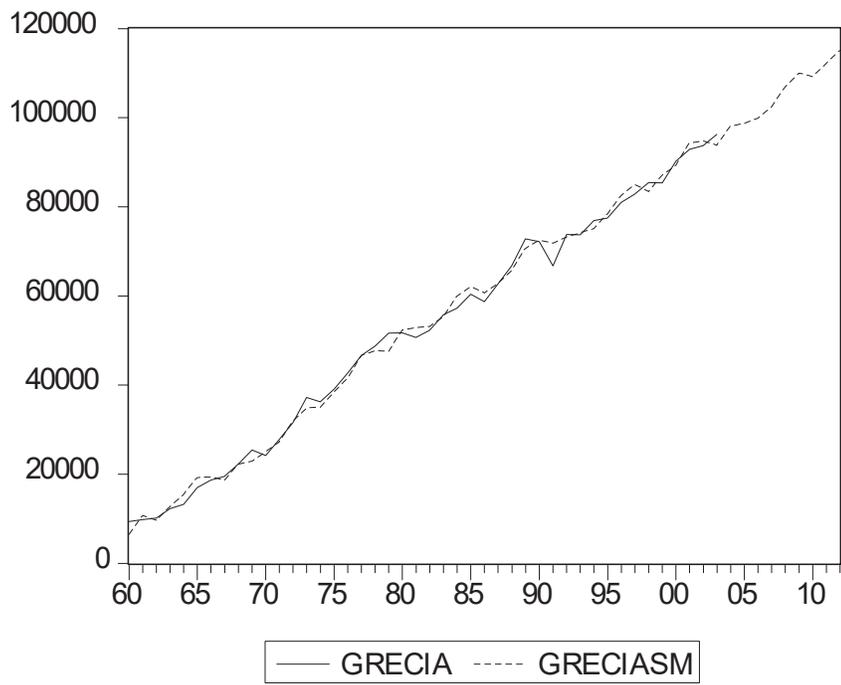


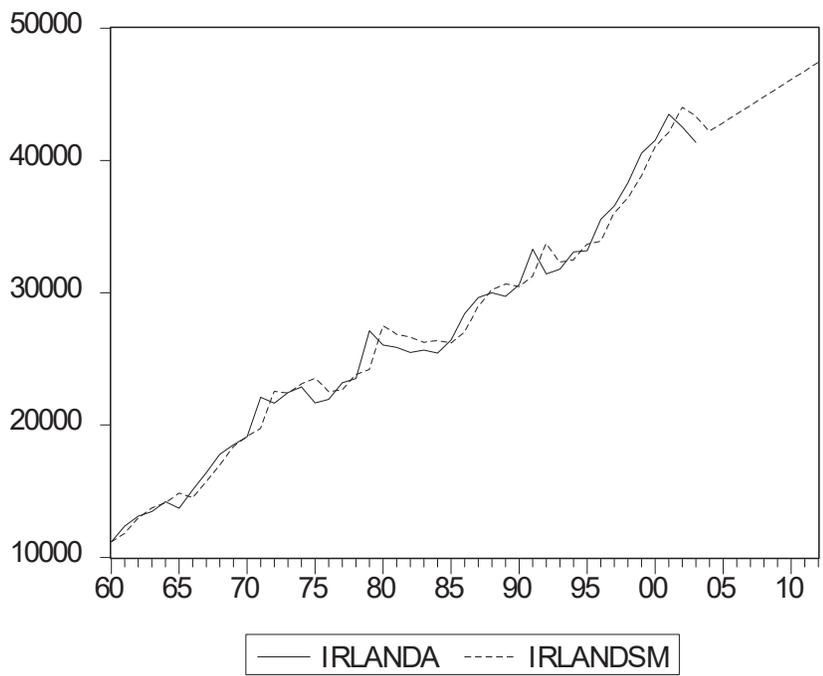
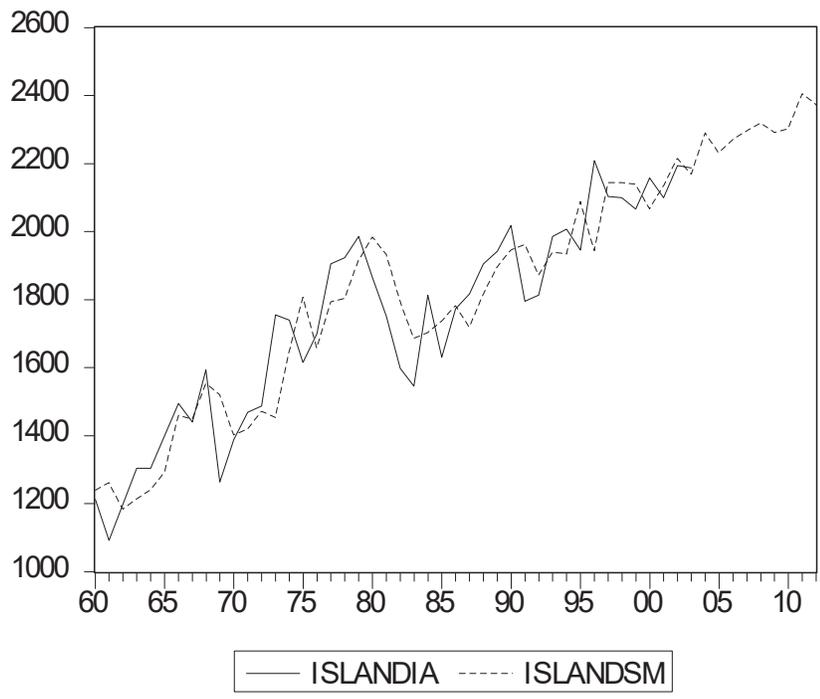


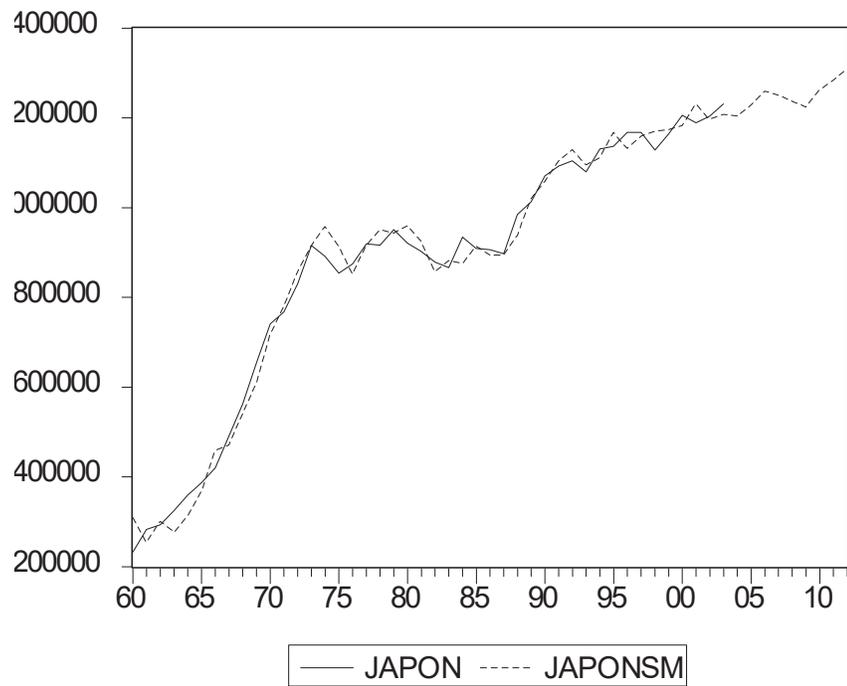
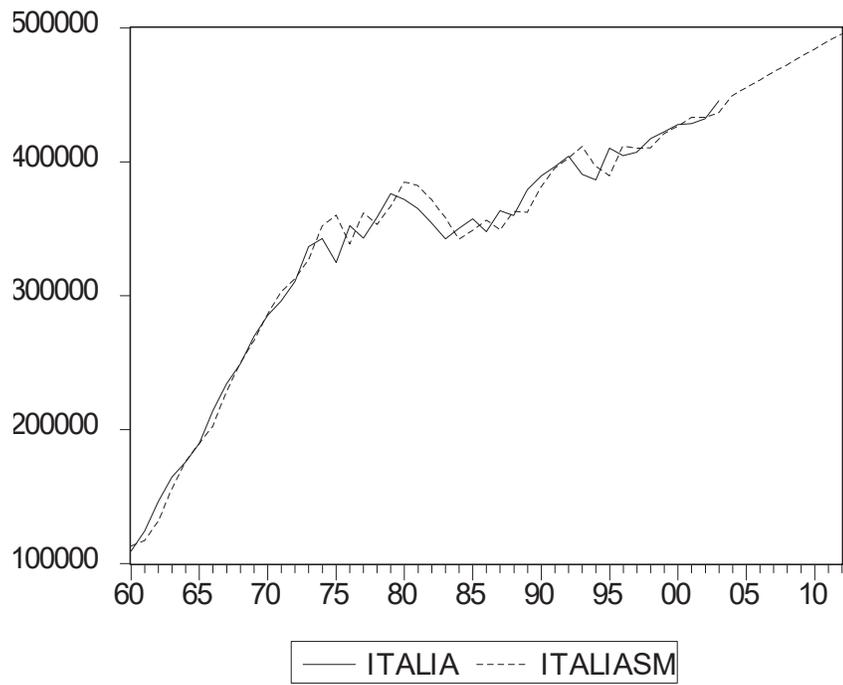


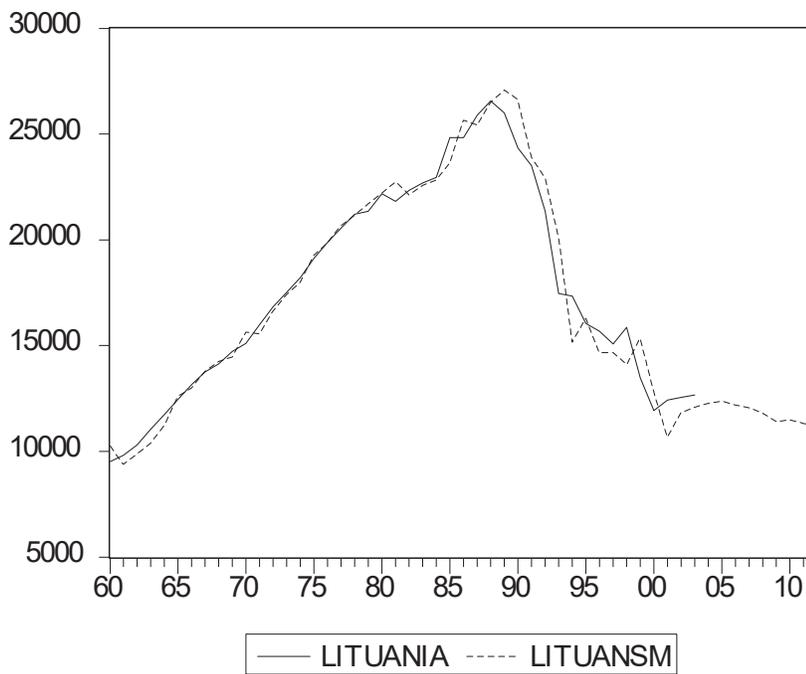
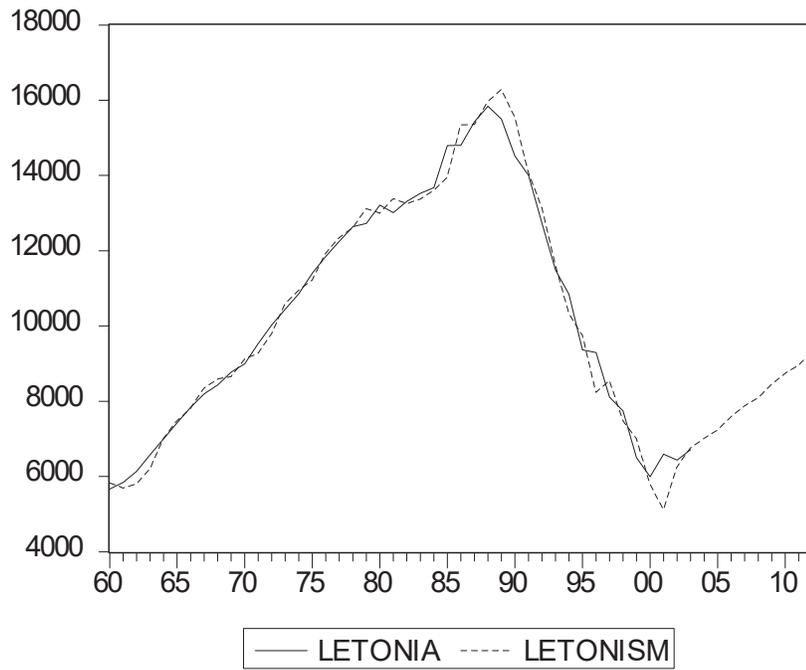


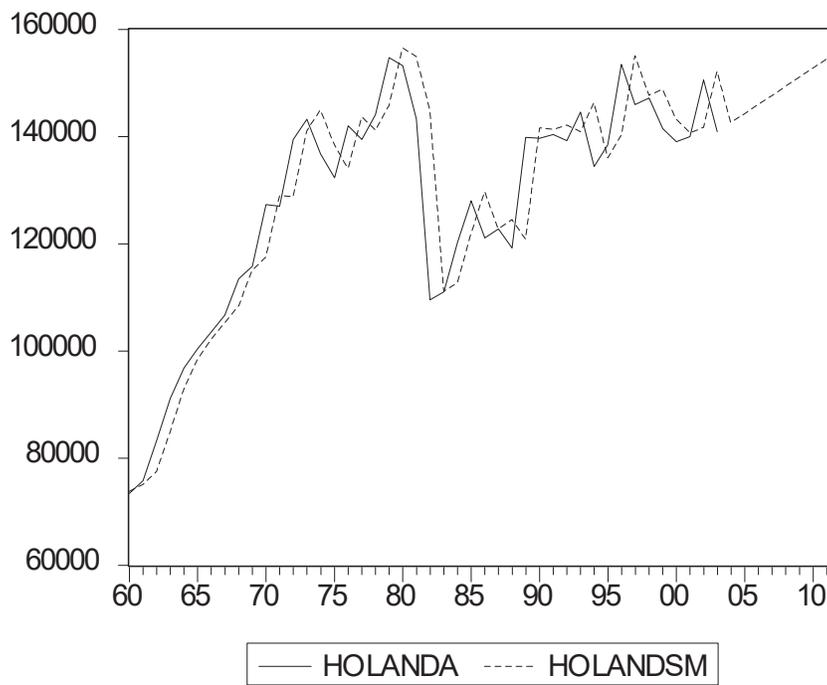
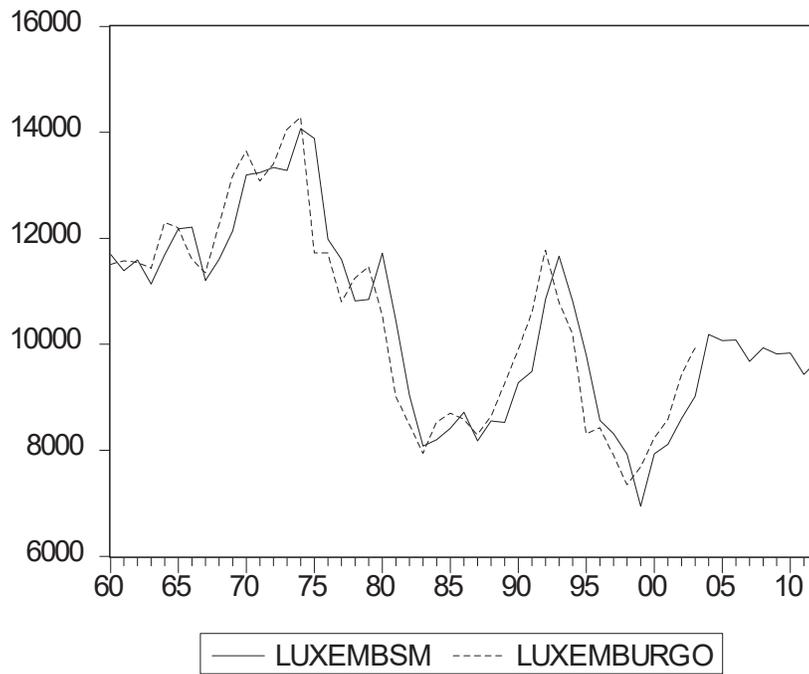


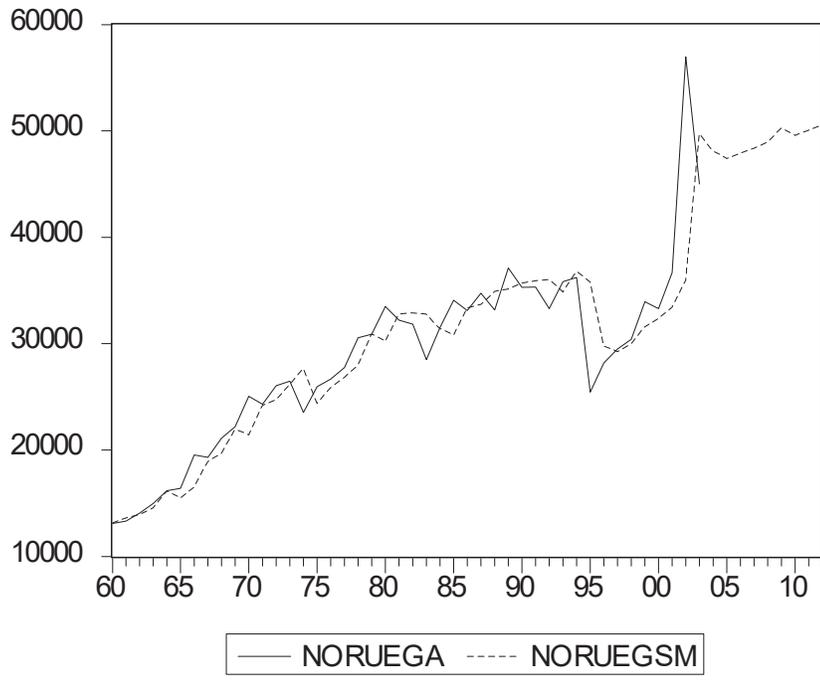
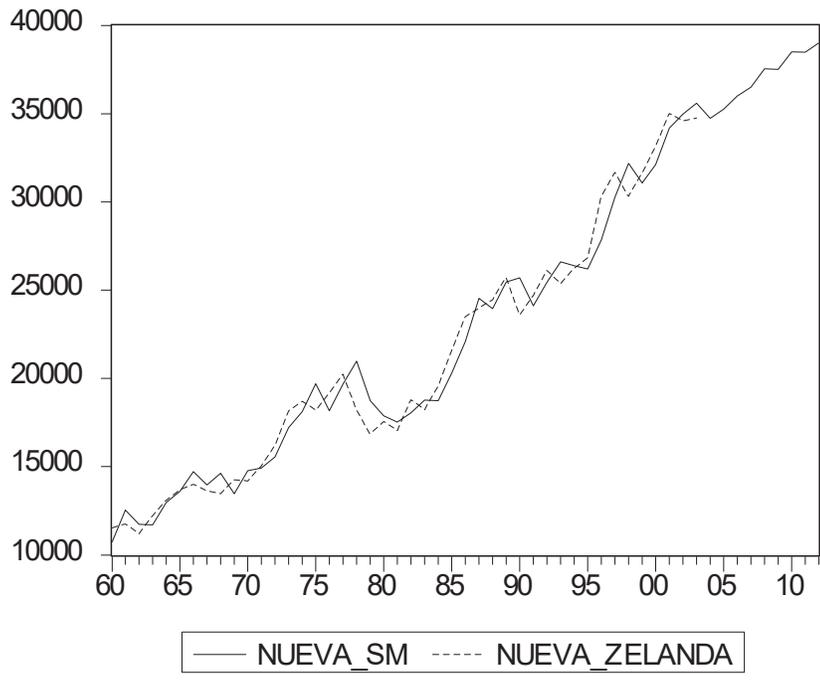


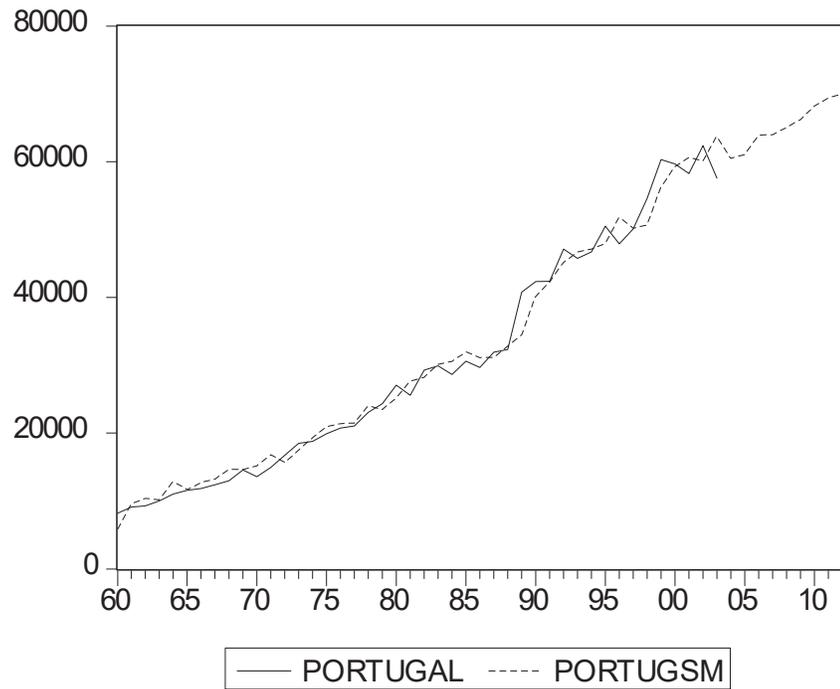
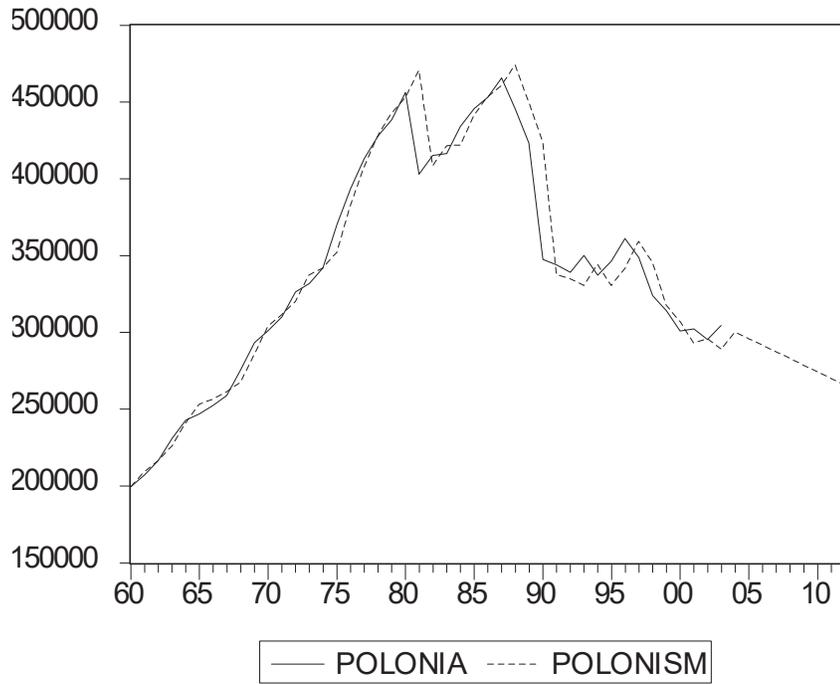


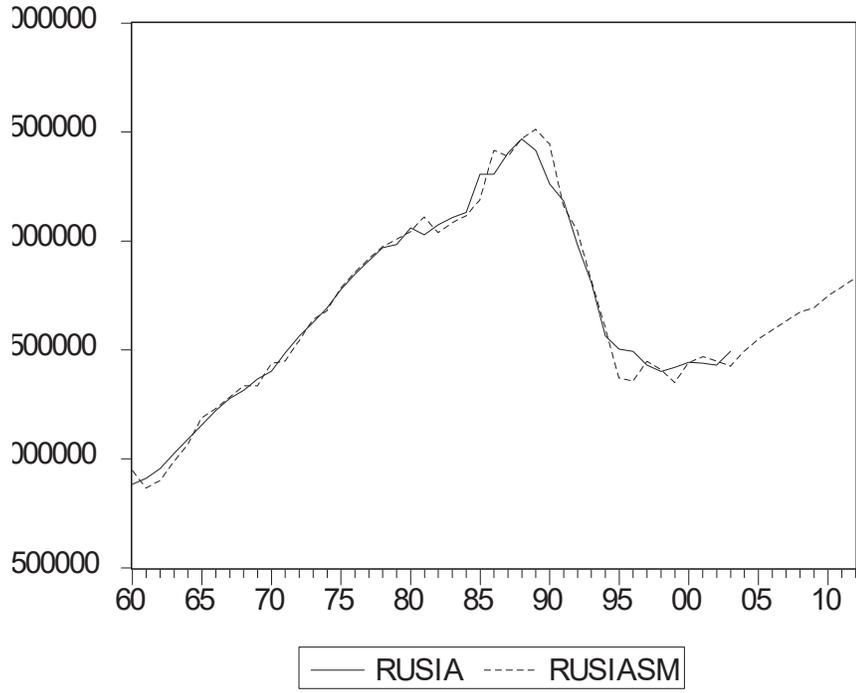
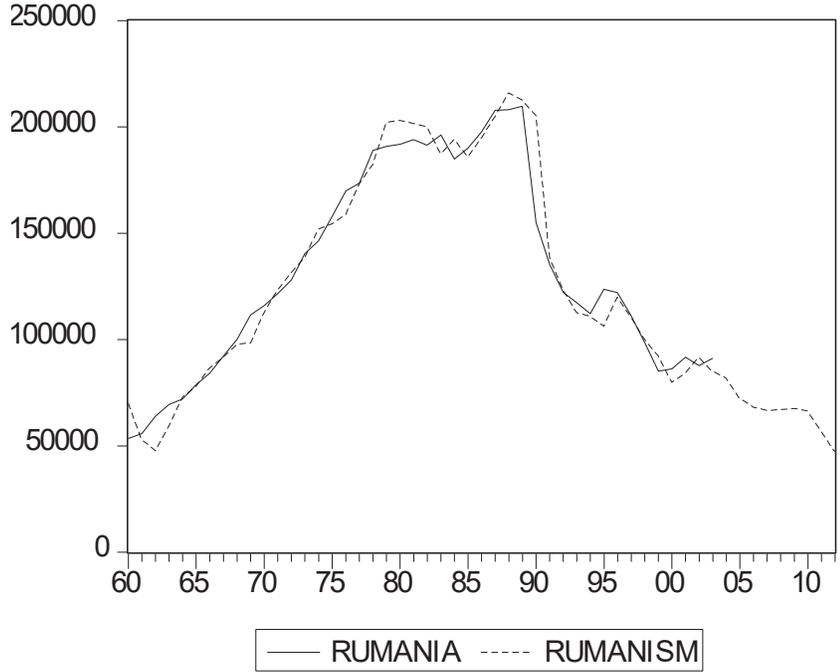


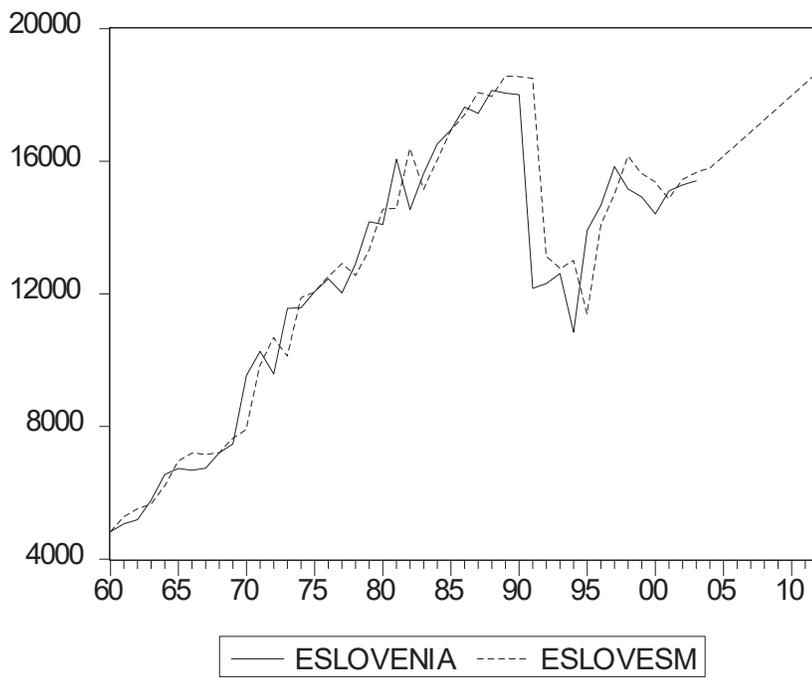
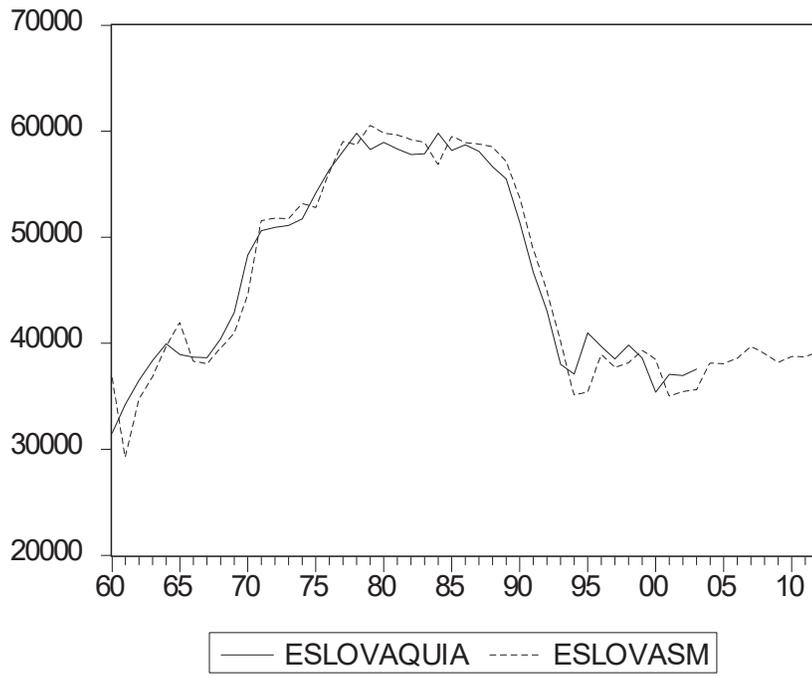


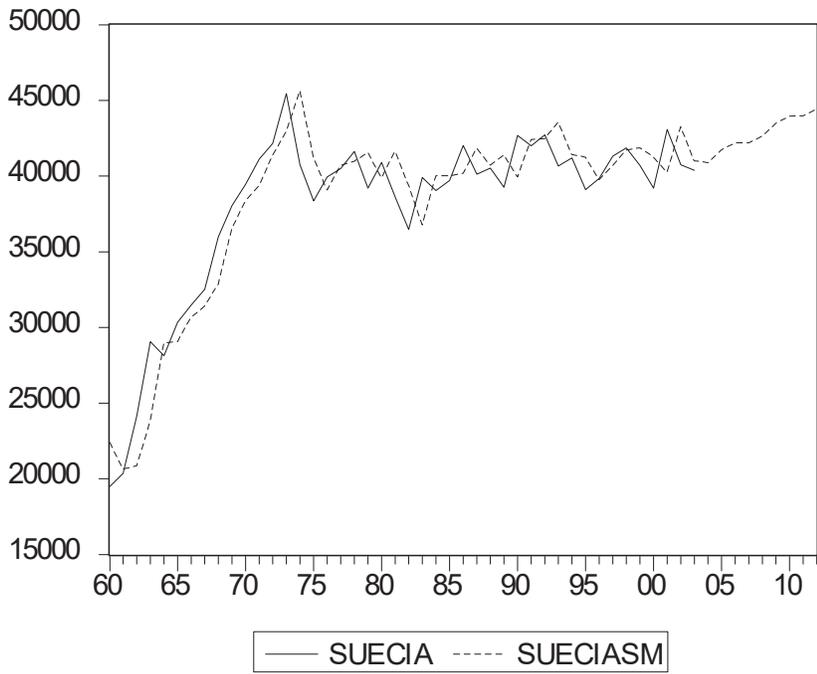
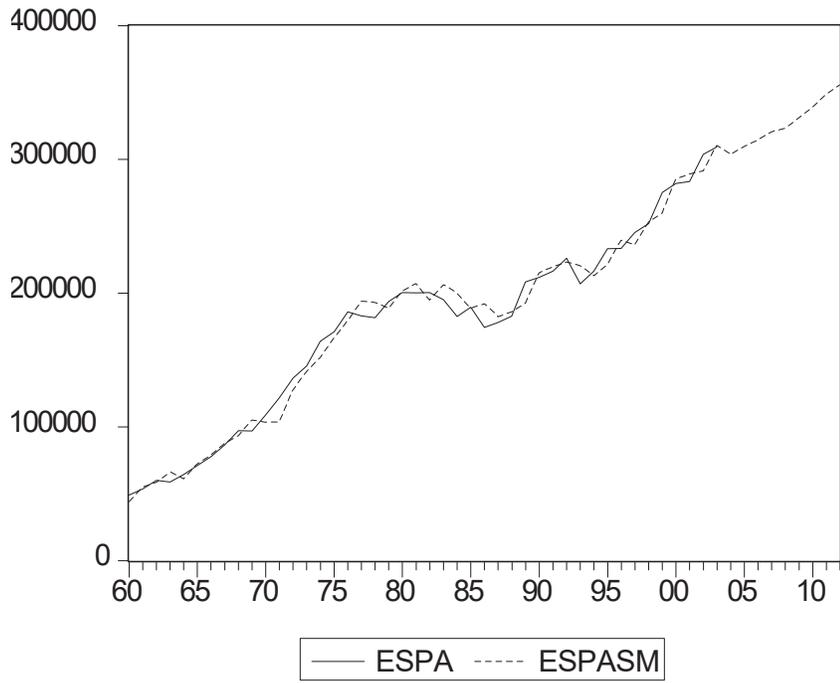


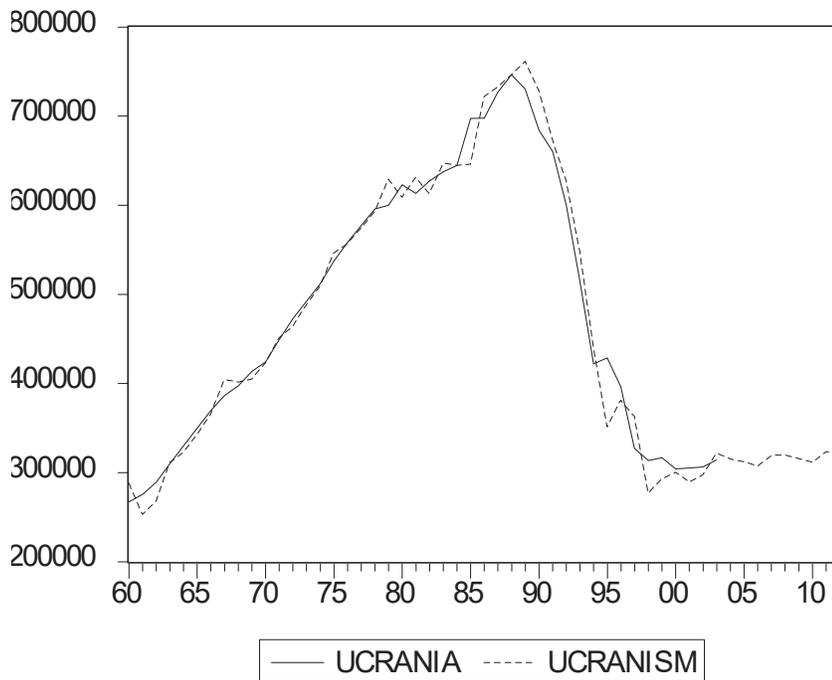
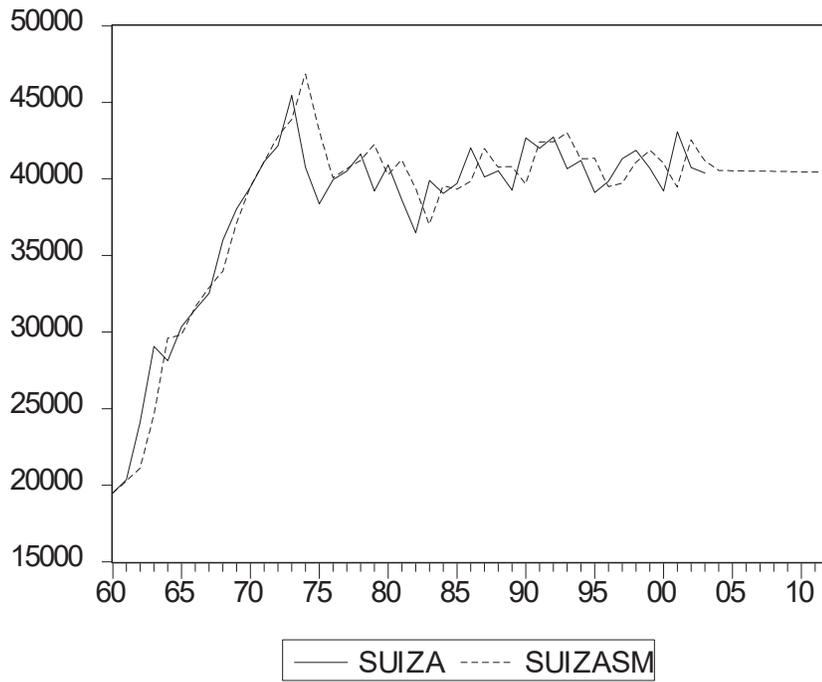




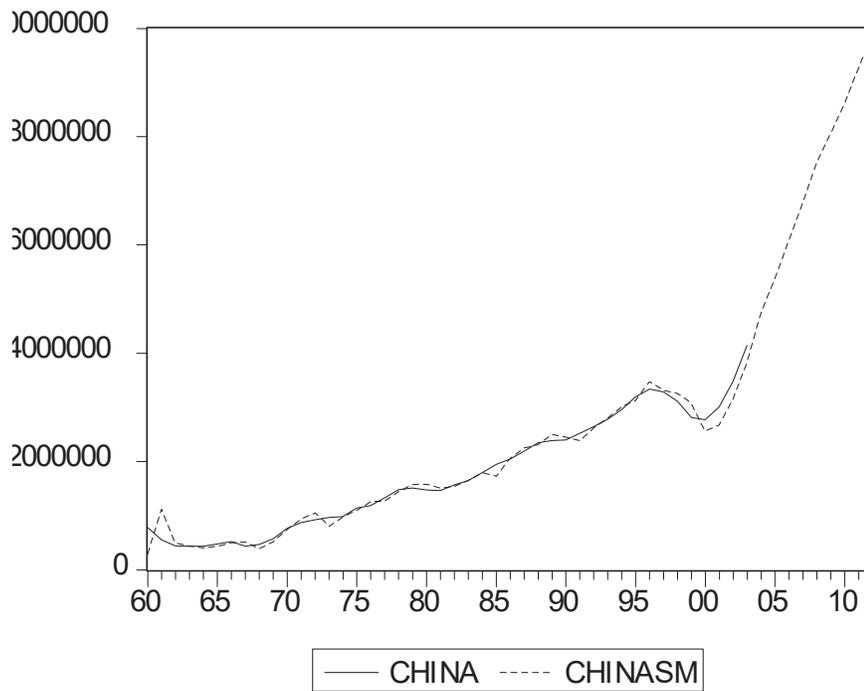
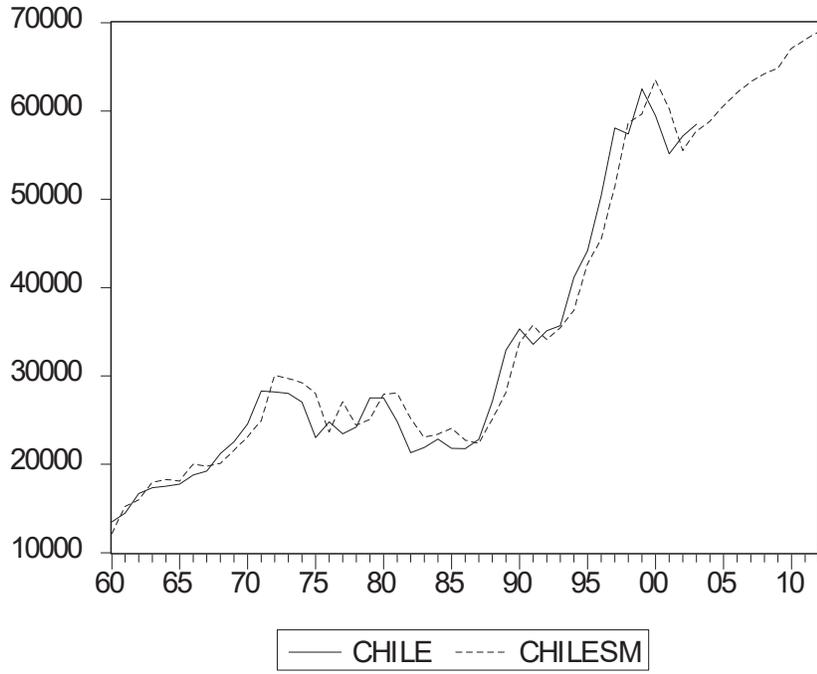


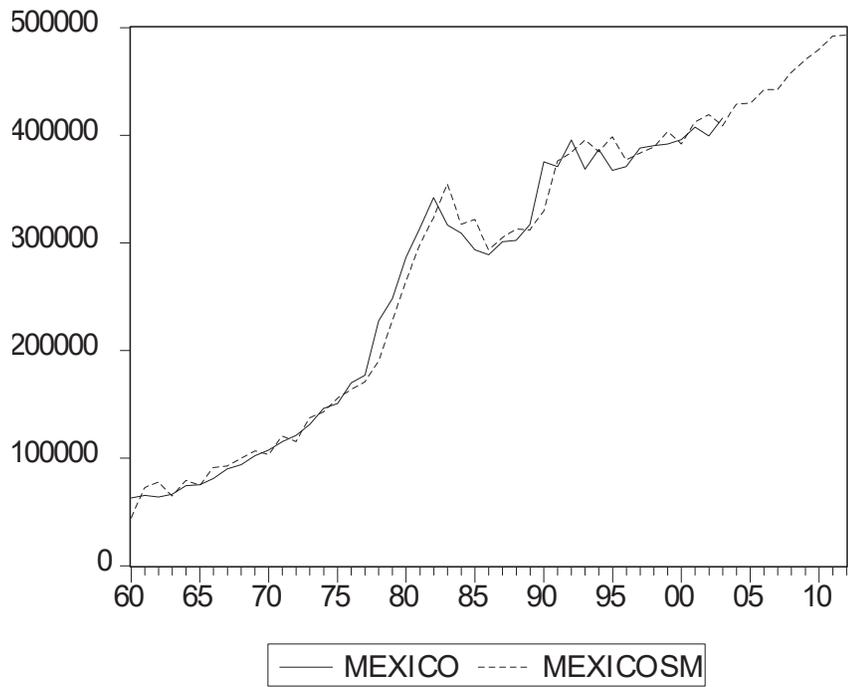
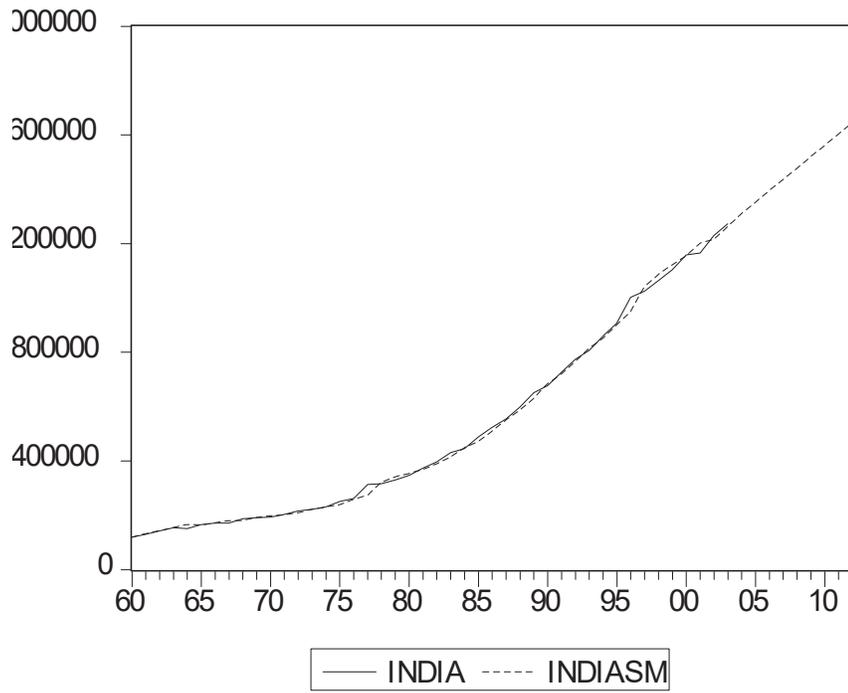


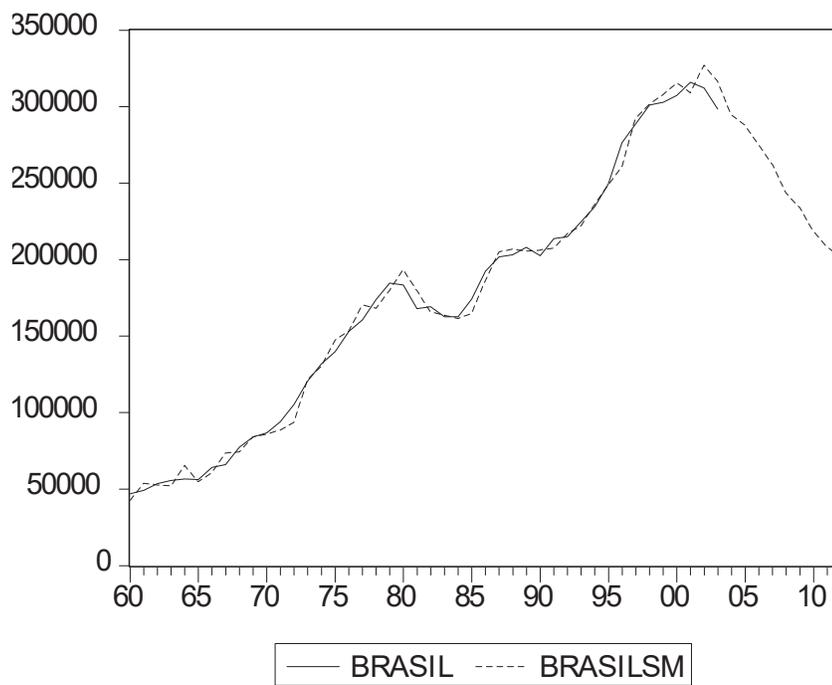
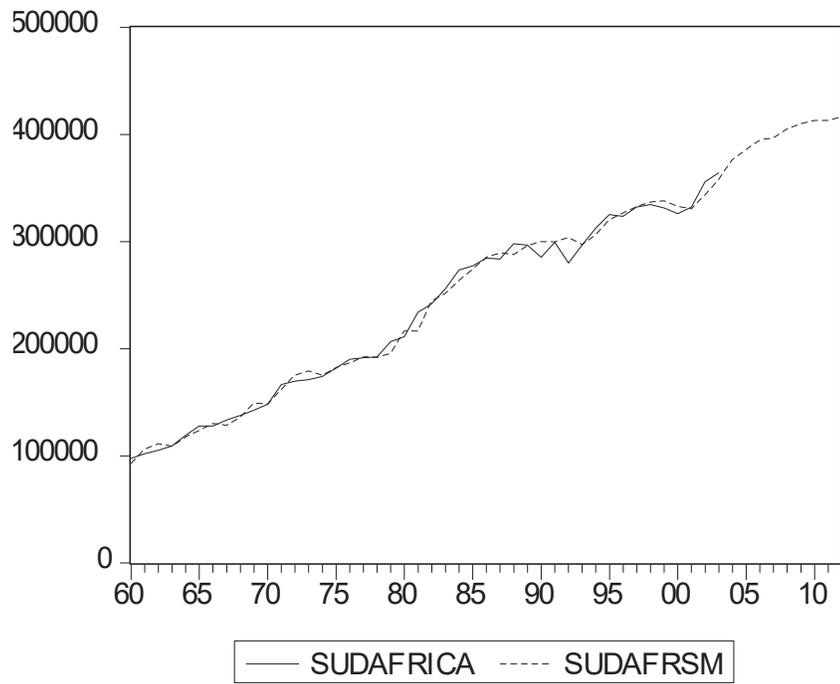




Ejemplos de Países no Anexo I







Anexo 4. Series de emisiones equivalentes de CO2 de los países Anexo I del Protocolo de Kyoto y algunos países no Anexo I (datos históricos del Banco Mundial 1960-2003; pronósticos 2004-2012)

ANO (kton CO2)	AUSTRIA	BELGICA	BRASIL	BULGARIA	CANADA	CHILE
1960	30,788	90,901	46,857	22,267	192,685	13,476
1961	31,828	92,689	49,146	25,945	193,967	14,458
1962	33,864	98,011	53,637	30,703	206,956	16,707
1963	36,952	105,670	55,557	34,374	210,879	17,333
1964	38,897	103,549	56,674	42,820	237,542	17,505
1965	38,146	105,326	56,337	46,267	251,879	17,747
1966	39,216	105,095	64,234	48,718	259,036	18,769
1967	39,923	107,355	66,117	55,106	281,590	19,238
1968	42,304	118,429	77,337	59,461	303,209	21,201
1969	44,641	123,483	84,223	66,304	307,066	22,531
1970	50,579	125,421	86,802	60,630	326,901	24,557
1971	52,007	121,359	94,146	63,363	337,399	28,308
1972	56,018	130,623	105,403	65,168	366,000	28,187
1973	59,960	138,637	120,608	67,630	367,729	28,004
1974	57,194	135,066	131,667	70,033	373,403	27,033
1975	54,271	121,956	139,875	71,524	383,175	23,022
1976	58,333	126,912	153,095	71,403	396,139	24,802
1977	56,059	123,483	160,590	73,982	395,018	23,436
1978	57,092	134,161	173,952	79,282	399,472	24,231
1979	61,121	137,597	184,681	77,015	419,747	27,524
1980	52,124	131,220	183,363	75,256	421,476	27,513
1981	56,139	121,242	168,022	78,128	409,516	24,853
1982	53,835	115,542	169,256	87,857	391,985	21,304
1983	51,579	99,846	162,619	88,091	390,179	21,905
1984	53,839	102,242	162,740	85,077	397,835	22,861
1985	53,956	101,971	174,227	87,216	391,018	21,791
1986	53,322	98,612	192,341	89,132	373,344	21,744
1987	54,110	98,059	201,674	89,216	383,077	22,806
1988	51,930	89,725	203,088	84,890	405,271	27,110
1989	53,293	96,242	207,985	84,524	415,058	32,919
1990	57,689	100,582	202,557	75,319	415,707	35,322
1991	62,092	105,161	213,835	59,059	412,340	33,575
1992	56,326	103,894	215,025	50,905	419,443	35,092
1993	56,326	99,952	224,806	66,110	433,974	35,674
1994	57,095	103,352	234,615	52,487	415,249	41,165
1995	58,407	105,802	249,546	56,341	447,205	44,190
1996	59,461	107,886	276,384	51,963	451,813	50,410
1997	59,828	104,916	288,560	49,678	482,772	58,059
1998	62,377	108,619	301,025	47,410	458,644	57,392
1999	60,736	104,385	302,817	42,670	473,223	62,498
2000	60,623	102,216	307,436	42,330	495,798	59,425
2001	64,374	95,187	315,875	44,542	494,036	55,121
2002	65,146	91,564	312,300	41,809	535,842	57,143
2003	70,300	102,820	298,333	43,960	565,538	58,480
2004	67,287	102,714	294,564	42,061	582,293	58,820
2005	68,178	102,308	287,440	40,867	608,797	60,558
2006	70,566	103,480	274,984	39,673	624,753	62,070
2007	70,939	102,933	262,129	38,479	654,475	63,271
2008	70,628	102,827	243,522	37,285	674,702	64,212
2009	72,290	102,421	234,023	36,091	701,018	64,816
2010	71,034	103,593	218,633	34,897	716,147	67,083
2011	71,781	103,046	208,426	33,703	729,452	68,083
2012	75,420	102,940	200,818	32,509	751,434	68,921

AÑO (kton CO2)	CHINA	CROACIA	REP.CHECA	DINAMARCA	ESTONIA	FINLANDIA
1960	779,875	6,591	99,193	29,747	11,072	15,088
1961	551,465	6,908	107,667	31,696	11,418	14,923
1962	439,879	7,089	114,778	36,861	11,984	16,791
1963	436,219	7,886	120,706	40,571	12,852	19,337
1964	436,446	8,935	125,614	42,831	13,668	22,828
1965	475,454	9,193	122,398	44,293	14,499	25,300
1966	522,219	9,110	121,701	50,073	15,312	29,487
1967	432,765	9,201	121,437	49,004	16,011	28,586
1968	468,417	9,841	127,048	53,370	16,460	33,278
1969	576,608	10,204	134,871	59,337	17,143	37,894
1970	767,333	13,032	151,915	61,872	17,579	40,201
1971	872,197	14,013	159,129	56,842	18,620	40,311
1972	926,930	13,082	160,113	59,472	19,592	43,333
1973	964,006	15,775	160,675	59,216	20,392	48,678
1974	983,475	15,801	162,659	55,095	21,207	45,809
1975	1,140,695	16,469	170,223	55,231	22,274	45,674
1976	1,191,482	17,003	177,235	58,960	23,149	50,795
1977	1,330,376	16,411	182,651	60,560	23,928	50,044
1978	1,479,933	17,608	188,026	62,216	24,693	51,590
1979	1,512,006	19,342	183,154	64,564	24,858	52,612
1980	1,476,427	19,224	185,342	62,908	25,818	56,842
1981	1,462,277	21,921	183,368	54,363	25,415	50,322
1982	1,566,119	19,845	181,768	55,938	25,997	42,132
1983	1,651,991	21,332	181,909	52,308	26,419	40,381
1984	1,795,427	22,547	188,057	53,062	26,711	40,740
1985	1,947,302	23,121	182,929	63,143	28,903	48,037
1986	2,048,020	24,065	184,575	61,784	28,913	51,777
1987	2,186,196	23,804	182,646	61,300	30,134	56,278
1988	2,344,415	24,745	178,072	54,828	30,938	50,066
1989	2,384,544	24,635	174,484	48,546	30,272	50,227
1990	2,398,203	24,577	161,686	49,744	28,348	51,209
1991	2,518,466	16,605	146,763	62,040	27,363	53,703
1992	2,642,206	16,802	135,341	53,344	24,861	47,809
1993	2,785,572	16,996	132,700	58,392	20,040	52,070
1994	2,957,265	16,927	128,681	60,714	20,026	58,037
1995	3,196,726	17,744	121,392	55,172	18,103	54,714
1996	3,338,678	18,487	125,275	66,872	19,062	62,198
1997	3,287,469	19,582	123,077	57,022	19,040	59,681
1998	3,110,704	20,443	118,092	54,546	17,531	56,106
1999	2,814,466	20,894	108,824	49,663	15,993	55,212
2000	2,771,232	19,971	118,740	46,245	15,996	51,718
2001	3,006,330	21,000	118,714	47,919	16,399	56,447
2002	3,482,832	22,136	114,205	47,579	15,934	61,062
2003	4,143,494	23,795	116,337	54,480	18,227	67,835
2004	4,737,166	23,913	117,628	54,403	19,018	69,064
2005	5,368,702	24,688	114,647	57,473	20,102	70,294
2006	6,076,523	25,132	116,643	56,704	21,186	71,523
2007	6,772,323	25,173	115,936	57,823	22,270	72,752
2008	7,520,391	25,374	115,328	59,053	23,355	73,981
2009	8,059,640	26,148	111,888	54,628	24,439	75,211
2010	8,614,907	26,592	113,672	56,869	25,523	76,440
2011	9,264,554	26,634	112,405	57,299	26,607	77,669
2012	9,886,699	26,835	110,209	60,369	27,691	78,899

AÑO (kton CO2)	FRANCIA	ALEMANIA	GRECIA	HUNGRIA	ISLANDIA	INDIA
1960	270,923	813,798	9,396	45,319	1,212	120,450
1961	280,901	834,692	9,813	48,923	1,092	130,260
1962	298,381	883,010	10,154	50,505	1,198	143,311
1963	333,659	945,332	12,245	56,216	1,304	153,916
1964	344,926	968,772	13,209	62,333	1,304	150,480
1965	351,469	959,970	17,004	61,231	1,399	165,787
1966	346,857	951,325	18,630	61,667	1,495	171,579
1967	371,604	936,116	19,509	58,766	1,440	172,055
1968	384,216	984,607	22,293	61,088	1,593	187,132
1969	412,809	1,051,827	25,447	62,352	1,264	190,516
1970	423,974	1,011,984	24,147	69,927	1,388	193,630
1971	445,725	1,022,812	27,784	69,205	1,469	204,205
1972	463,329	1,026,530	31,538	69,355	1,487	215,945
1973	495,208	1,066,175	37,245	72,989	1,755	222,293
1974	477,989	1,039,955	36,256	74,026	1,740	231,117
1975	431,868	982,541	39,073	75,308	1,615	251,275
1976	483,260	1,066,684	42,747	79,923	1,700	262,546
1977	457,252	1,028,662	46,645	83,117	1,905	314,293
1978	482,783	1,052,739	48,707	86,161	1,923	316,318
1979	503,838	1,098,347	51,652	84,659	1,985	330,139
1980	482,545	1,075,373	51,722	82,469	1,864	347,201
1981	435,117	1,025,127	50,711	81,765	1,751	373,106
1982	417,857	991,376	52,256	82,678	1,597	396,875
1983	397,095	985,849	55,766	84,377	1,546	430,549
1984	382,282	1,007,699	57,249	86,187	1,813	445,329
1985	377,322	1,016,794	60,377	81,227	1,630	488,157
1986	360,959	1,018,977	58,703	78,242	1,773	524,106
1987	345,674	1,004,244	62,652	78,703	1,817	555,271
1988	338,545	1,002,541	66,729	73,919	1,905	598,743
1989	355,450	987,772	72,813	71,143	1,941	650,695
1990	362,340	980,274	72,205	60,095	2,018	677,714
1991	387,893	890,875	66,766	61,231	1,795	727,102
1992	363,128	865,424	73,798	56,051	1,813	774,124
1993	356,381	847,673	73,711	58,963	1,985	807,127
1994	330,824	843,314	76,890	54,868	2,007	859,992
1995	349,498	829,648	77,458	57,571	1,945	907,285
1996	373,014	859,930	80,971	60,168	2,209	1,002,497
1997	343,527	835,098	82,817	58,440	2,103	1,025,175
1998	374,959	825,373	85,439	57,634	2,099	1,063,779
1999	356,890	791,541	85,330	57,568	2,066	1,103,640
2000	354,080	797,032	90,242	54,135	2,158	1,158,735
2001	371,597	823,292	92,875	56,286	2,099	1,164,944
2002	367,340	799,530	93,700	55,993	2,194	1,229,530
2003	373,864	805,040	96,220	58,227	2,187	1,273,175
2004	378,956	805,062	98,031	57,755	2,290	1,310,713
2005	374,638	804,803	98,716	57,892	2,232	1,352,489
2006	374,484	778,818	99,858	57,956	2,271	1,394,266
2007	367,554	776,030	102,429	57,643	2,296	1,436,042
2008	373,043	776,394	106,893	57,781	2,318	1,477,818
2009	377,214	799,605	109,977	57,844	2,291	1,519,594
2010	385,665	807,699	109,203	57,532	2,303	1,561,370
2011	381,960	804,424	112,155	57,669	2,405	1,603,147
2012	386,753	839,717	115,060	57,733	2,372	1,644,923

AÑO (kton CO2)	IRLANDA	ITALIA	JAPON	LETONIA	LITUANIA	LUXEMBURGO
1960	11,172	109,238	232,857	5,667	9,509	11,505
1961	12,352	124,414	283,154	5,844	9,806	11,579
1962	13,106	146,297	293,315	6,134	10,292	11,542
1963	13,447	164,601	325,296	6,578	11,038	11,432
1964	14,216	175,765	359,388	6,996	11,739	12,293
1965	13,718	189,560	387,044	7,421	12,452	12,190
1966	15,099	214,014	419,882	7,837	13,150	11,608
1967	16,399	234,172	490,025	8,195	13,751	11,348
1968	17,799	249,223	562,725	8,425	14,137	12,256
1969	18,494	269,714	654,003	8,775	14,723	13,179
1970	19,114	285,161	740,820	8,998	15,097	13,645
1971	22,114	296,102	767,765	9,531	15,991	13,081
1972	21,659	310,560	830,076	10,028	16,827	13,399
1973	22,458	336,582	915,677	10,438	17,514	14,055
1974	22,875	342,670	891,391	10,855	18,213	14,289
1975	21,678	324,736	853,545	11,401	19,130	11,725
1976	21,934	352,296	874,270	11,849	19,881	11,722
1977	23,194	342,974	919,208	12,248	20,551	10,802
1978	23,527	358,523	916,212	12,639	21,207	11,249
1979	27,132	376,099	950,757	12,724	21,349	11,465
1980	26,055	371,842	920,149	13,215	22,174	10,557
1981	25,879	365,033	902,666	13,009	21,828	9,022
1982	25,473	354,278	878,677	13,307	22,328	8,484
1983	25,659	342,406	866,259	13,523	22,690	7,945
1984	25,447	350,241	933,981	13,672	22,941	8,531
1985	26,414	357,216	908,973	14,794	24,823	8,700
1986	28,429	347,846	906,362	14,800	24,832	8,579
1987	29,634	363,293	896,761	15,424	25,880	8,297
1988	29,993	359,897	984,204	15,836	26,571	8,641
1989	29,722	379,263	1,012,732	15,495	25,999	9,260
1990	30,612	389,520	1,070,373	14,510	24,347	9,894
1991	33,275	396,304	1,092,263	14,006	23,501	10,597
1992	31,414	404,099	1,104,384	12,725	21,352	11,777
1993	31,777	390,586	1,079,424	11,487	17,462	10,795
1994	33,073	386,439	1,130,402	10,839	17,341	10,194
1995	33,179	410,223	1,136,581	9,363	16,051	8,308
1996	35,538	404,600	1,167,321	9,289	15,670	8,429
1997	36,546	407,099	1,167,889	8,110	15,070	7,908
1998	38,297	417,238	1,128,438	7,744	15,853	7,348
1999	40,535	422,392	1,163,497	6,498	13,473	7,678
2000	41,520	427,901	1,205,677	5,989	11,923	8,227
2001	43,494	428,377	1,189,112	6,593	12,421	8,582
2002	42,520	432,212	1,203,178	6,429	12,546	9,425
2003	41,359	445,450	1,231,288	6,714	12,670	9,927
2004	42,205	449,434	1,243,473	7,013	12,272	10,182
2005	42,855	455,555	1,279,027	7,235	12,364	10,068
2006	43,505	460,943	1,309,205	7,589	12,186	10,084
2007	44,155	467,064	1,340,325	7,875	12,048	9,679
2008	44,805	472,452	1,366,638	8,097	11,789	9,935
2009	45,455	478,574	1,384,232	8,451	11,390	9,820
2010	46,105	483,962	1,392,064	8,736	11,482	9,837
2011	46,755	490,083	1,404,290	8,958	11,305	9,432
2012	47,405	495,471	1,439,133	9,312	11,166	9,688

ANO (kton CO2)	MEXICO	HOLANDA	NUEVA ZELANDA	NORUEGA	POLONIA
1960	63,048	73,425	11,531	13,088	199,546
1961	65,234	75,806	11,755	13,337	207,209
1962	63,740	83,267	11,198	14,062	216,579
1963	66,289	91,128	12,216	14,967	230,967
1964	74,198	96,762	13,092	16,172	242,850
1965	75,168	100,392	13,681	16,392	246,952
1966	80,839	103,542	14,000	19,542	252,403
1967	90,004	106,667	13,626	19,304	259,000
1968	93,886	113,432	13,473	21,121	275,769
1969	102,176	115,784	14,256	22,194	293,333
1970	107,275	127,300	14,179	25,033	301,154
1971	115,330	127,007	15,044	24,304	309,948
1972	121,212	139,447	16,179	26,037	326,381
1973	131,183	143,209	18,150	26,465	331,729
1974	146,139	136,798	18,700	23,531	341,923
1975	150,733	132,286	18,190	25,960	370,340
1976	169,967	141,978	19,165	26,663	393,622
1977	176,960	139,421	20,234	27,744	413,311
1978	227,417	144,117	18,231	30,542	427,773
1979	248,003	154,740	16,846	30,879	438,355
1980	286,450	153,249	17,553	33,498	456,084
1981	313,652	143,282	17,044	32,205	403,124
1982	342,000	109,494	18,791	31,831	415,267
1983	316,326	110,993	18,220	28,509	416,403
1984	308,831	120,242	19,542	31,531	434,216
1985	293,549	127,978	21,579	34,073	445,714
1986	288,736	121,092	23,498	33,128	453,113
1987	300,941	122,765	23,985	34,740	465,659
1988	302,143	119,242	24,454	33,165	445,531
1989	316,872	139,872	25,711	37,110	423,329
1990	375,121	139,652	23,597	35,286	347,491
1991	370,871	140,403	24,696	35,322	344,000
1992	395,406	139,227	26,106	33,297	339,088
1993	368,425	144,590	25,355	35,835	350,121
1994	386,710	134,388	26,231	36,227	337,337
1995	367,344	138,443	26,831	25,454	346,417
1996	370,648	153,450	30,282	28,194	361,194
1997	388,011	145,945	31,681	29,494	348,937
1998	390,139	147,154	30,330	30,410	323,934
1999	391,615	141,454	31,623	33,938	314,088
2000	395,908	139,044	33,143	33,275	300,824
2001	407,501	139,996	35,004	36,692	302,263
2002	399,168	150,527	34,586	56,967	295,304
2003	415,904	140,894	34,751	45,015	304,472
2004	428,565	142,633	34,737	48,091	310,155
2005	429,403	144,279	35,250	47,409	325,838
2006	442,261	146,018	35,996	47,898	341,521
2007	442,251	147,665	36,501	48,374	357,204
2008	458,280	149,404	37,538	48,937	372,887
2009	469,901	151,050	37,503	50,258	398,570
2010	479,409	152,789	38,506	49,576	414,253
2011	492,070	154,436	38,492	50,065	429,936
2012	492,907	156,174	39,005	50,542	425,619

ANO (kton CO2)	PORTUGAL	RUMANIA	RUSIA	ESLOVAQUIA	ESLOVENIA
1960	8,212	53,392	883,348	31,550	4,829
1961	9,084	55,714	910,967	34,245	5,061
1962	9,293	63,809	956,104	36,507	5,194
1963	10,015	69,458	1,025,360	38,393	5,779
1964	11,011	72,037	1,090,467	39,954	6,547
1965	11,586	78,637	1,156,782	38,931	6,736
1966	11,839	84,091	1,221,625	38,709	6,675
1967	12,392	92,029	1,277,390	38,625	6,742
1968	12,996	100,077	1,313,279	40,410	7,211
1969	14,593	111,527	1,367,695	42,898	7,477
1970	13,575	115,956	1,402,497	48,319	9,549
1971	14,949	121,597	1,485,536	50,614	10,267
1972	16,736	127,919	1,563,140	50,927	9,586
1973	18,491	140,385	1,626,946	51,106	11,559
1974	18,795	146,304	1,691,957	51,737	11,577
1975	19,901	157,883	1,777,140	54,143	12,068
1976	20,729	169,868	1,846,887	56,373	12,459
1977	21,055	173,476	1,909,096	58,096	12,025
1978	23,084	188,864	1,970,082	59,805	12,902
1979	24,366	190,769	1,983,277	58,256	14,172
1980	27,070	191,743	2,059,851	58,951	14,086
1981	25,586	193,949	2,027,703	58,324	16,062
1982	29,293	191,421	2,074,146	57,815	14,541
1983	29,908	196,205	2,107,788	57,860	15,630
1984	28,634	184,831	2,131,130	59,815	16,521
1985	30,597	190,047	2,305,987	58,184	16,941
1986	29,667	197,619	2,306,819	58,707	17,633
1987	31,916	207,707	2,404,188	58,094	17,442
1988	32,333	208,080	2,468,368	56,639	18,131
1989	40,784	209,634	2,415,250	55,498	18,051
1990	42,315	155,029	2,261,711	51,427	18,008
1991	42,396	135,267	2,183,125	46,681	12,167
1992	47,110	122,165	1,983,485	43,048	12,311
1993	45,766	117,231	1,809,976	38,004	12,612
1994	46,696	112,143	1,564,940	37,110	10,839
1995	50,487	123,630	1,503,127	40,971	13,916
1996	47,905	121,974	1,492,826	39,681	14,667
1997	50,095	111,289	1,429,511	38,516	15,835
1998	54,604	98,538	1,401,424	39,831	15,154
1999	60,322	85,150	1,420,585	38,608	14,919
2000	59,681	86,135	1,443,321	35,396	14,414
2001	58,267	91,604	1,438,892	37,059	15,099
2002	62,363	87,714	1,430,178	36,971	15,282
2003	57,549	91,117	1,493,013	37,546	15,403
2004	60,502	81,749	1,495,183	38,117	15,792
2005	61,060	82,176	1,549,832	38,073	16,157
2006	63,859	88,026	1,591,435	38,582	16,522
2007	63,980	91,561	1,632,603	39,703	16,887
2008	65,060	96,916	1,674,345	39,011	17,252
2009	66,181	97,553	1,693,077	38,171	17,617
2010	68,207	86,233	1,747,726	38,742	17,982
2011	69,369	93,865	1,789,329	38,698	18,347
2012	69,926	97,292	1,830,497	39,207	18,712

ANO (kton CO2)	SUDAFRICA	ESPAÑA	SUECIA	SUIZA	UCRANIA	REINO UNIDO
1960	97,542	48,875	49,165	19,502	267,145	583,659
1961	101,784	53,619	48,798	20,363	275,498	588,296
1962	105,150	59,989	51,271	24,125	289,149	592,717
1963	109,282	58,758	55,308	29,070	310,093	603,164
1964	119,106	64,341	60,366	28,132	329,783	607,890
1965	127,711	71,040	62,564	30,337	349,838	621,992
1966	127,875	77,645	72,513	31,491	369,448	618,047
1967	133,359	86,425	68,927	32,524	386,313	592,069
1968	137,557	97,048	77,601	35,989	397,167	606,534
1969	142,700	96,776	86,374	38,055	413,623	628,435
1970	147,989	108,960	92,146	39,462	424,148	638,988
1971	166,535	121,648	84,311	41,125	449,261	651,325
1972	169,703	136,421	84,348	42,172	472,731	639,161
1973	171,033	145,538	86,971	45,458	492,027	649,340
1974	173,868	163,945	79,370	40,736	511,688	609,710
1975	181,839	171,157	80,450	38,374	537,449	597,897
1976	189,853	185,930	87,941	39,949	558,542	593,838
1977	191,461	182,956	85,450	40,498	577,356	599,813
1978	192,179	181,524	77,663	41,623	595,800	608,791
1979	206,623	193,718	83,055	39,209	599,790	643,772
1980	211,209	200,421	71,348	40,901	622,948	581,941
1981	233,992	200,165	68,385	38,615	613,225	555,963
1982	241,670	200,293	60,663	36,469	627,271	552,095
1983	255,978	195,033	56,370	39,908	637,445	551,293
1984	273,472	182,480	55,157	39,055	644,504	523,996
1985	277,326	189,498	60,366	39,703	697,385	554,776
1986	284,410	174,395	59,850	42,022	697,637	563,772
1987	283,586	177,912	58,040	40,125	727,083	570,153
1988	297,732	182,623	57,549	40,531	746,493	573,377
1989	296,674	208,209	55,410	39,264	730,429	590,091
1990	285,403	211,773	49,443	42,681	683,995	569,139
1991	299,252	216,469	51,546	42,007	660,229	641,161
1992	279,659	225,850	51,429	42,725	599,853	565,849
1993	296,707	206,974	47,820	40,674	514,428	546,443
1994	312,421	216,447	50,344	41,205	422,003	542,549
1995	325,124	233,231	46,579	39,110	428,578	544,318
1996	323,403	233,450	53,787	39,842	396,370	570,278
1997	332,234	245,278	47,696	41,330	327,154	539,212
1998	334,524	251,945	47,784	41,861	313,505	537,545
1999	331,128	275,278	45,531	40,700	316,769	536,135
2000	326,066	281,890	46,451	39,205	304,106	556,084
2001	332,036	283,326	47,864	43,073	305,124	565,651
2002	355,575	303,630	55,176	40,755	306,223	549,868
2003	364,157	309,161	52,667	40,392	314,417	558,461
2004	376,431	303,700	40,892	40,545	315,296	572,428
2005	385,789	309,632	41,743	40,530	311,756	587,454
2006	394,513	314,562	42,203	40,515	307,305	576,182
2007	396,787	320,665	42,213	40,500	319,297	569,689
2008	405,215	323,045	42,651	40,485	319,328	584,716
2009	409,736	330,959	43,502	40,471	315,788	593,443
2010	412,867	338,878	43,962	40,456	311,337	606,951
2011	412,887	348,764	43,972	40,441	323,329	599,977
2012	416,222	355,718	44,410	40,426	323,360	606,705

Anexo 5. Relación de Personas Clave Entrevistadas para la Realización de esta Investigación

1. Administrador General de Posta El Cuatro, S.A. de C.V.: Lic. Jaime Ramírez.
2. Coordinador Regional de AgCert México, Servicios Ambientales, S. de R.L. de C.V., Región Occidente: Ing. Guillermo Martínez.
3. Director General del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo S.A. de C.V. (CAITSA): Lic. Jorge Corona Villaseñor.
4. Ex Director de Ganadería del Estado de Michoacán en SEDAGRO y SAGARPA: MVZ. Jaime Arturo Del Río Vargas.
5. Consultor de Geosistemas Ambientales S.A: Ing. Francisco Márquez.
6. Consultor de DNV (Der Norske Veritas): Ing. Gustavo Rodríguez.
7. Subdirector de Calificación de Infracciones, Área de Normatividad, Comisión Nacional del Agua: Lic. Alejandro Tron Quiroz.
8. Encargado del Área de Manejo de Estiércol en CAITSA: Ing. Rafael López.
9. Dirección Ejecutiva de Organismos Financieros Internacionales, Bancomext (FOMECAAR): Lic. Dolores Barrientos.
10. Director General Adjunto para Proyectos de Cambio Climático, Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT: Ing. Miguel Ángel Cervantes.*
11. Subdirectora de Proyectos de Cambio Climático, Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT: Lic. Lucrecia Martín.*

*Funcionarios de SEMARNAT que fueron entrevistados en el sexenio anterior.

Anexo 6. Resumen de Preguntas Clave en Entrevistas

Lic. Jaime Ramírez (Administrador General de Posta El Cuatro S.A. de C.V.)

1.- ¿Fueron informados por parte de AgCert que la finalidad de implementar biodigestores en su empresa radicaba en la venta de bonos de carbono? ¿Tuvieron ustedes conocimiento de la existencia del Mercado Mundial de Carbono?

R= No fuimos informados de estos temas por AgCert. De haberlo sabido, otra hubiese sido nuestra posición al negociar.

2.- ¿Les ha ofrecido AgCert alguna compensación económica por permitirle implementar el proyecto en su empresa? ¿Ha existido alguna oferta para darles una parte de las ganancias obtenidas con la venta de bonos de carbono?

R= No, ninguna. No recibiremos ningún ingreso por parte de AgCert.

Ing. Guillermo Martínez

(Coordinador Regional de AgCert México, Servicios Ambientales, S. de R.L. de C.V., Región Occidente).

3.- ¿Les ha cobrado Posta el Cuatro por permitirles implementar el proyecto en su terreno?

R= No.

4. ¿Quién tendría que aumir los gastos de inversión si se quisiera utilizar el metano capturado en los biodigestores para generar electricidad?

R= La empresa Posta el Cuatro, ya que AgCert no ha incluido en el contrato ninguna cláusula relacionada con la generación de electricidad a partir del biogás.

Lic. Jorge A. Corona Villaseñor (Director General de CAITSA S.A. de C.V.)

5.- ¿Número de vacas que tiene CAITSA?

R= 35,000 cabezas.

6.- ¿Cuál es la producción diaria estimada de estiércol de las vacas de CAITSA?

R= 1500 toneladas.

MVZ. Arturo Del Río Vargas (Ex Director de Ganadería-SAGARPA)

7.- ¿Cuál es la producción diaria estimada de estiércol de una vaca lechera?

R= 42.5 kilogramos de estiércol al día.

8.- ¿Cuál es la producción diaria estimada de estiércol de un cerdo?

R= 5.8 kilogramos de estiércol diarios.

Ing. Francisco Marquez (Consultor de Geosistemas Ambientales S.A)

9.- ¿Si se estima que una vaca lechera produce en promedio 42.5 kilogramos de estiércol diarios cuántas toneladas equivalentes de CO₂ pueden reducirse al año al procesar dicho estiércol en un biodigestor?

R= 6.5178 toneladas equivalentes de CO₂ por año.

10.- ¿Si se estima que un cerdo produce en promedio 5.8 kilogramos de estiércol diarios, cuántas toneladas equivalentes de CO₂ pueden reducirse al año al procesar dicho estiércol en un biodigestor?

R= 0.8945 toneladas equivalentes de CO₂ por año.

11.- ¿Si se calcula que una vaca lechera puede producir 6.5178 toneladas equivalentes de CO₂ biogás al procesar su estiércol en un biodigestor, cuántas vacas lecheras se necesitarían para generar un megawatt de potencia/hora de electricidad?

R= 3,888 vacas lecheras

12.- ¿Si se calcula que un cerdo puede producir 0.8945 toneladas equivalentes de CO₂ biogás al procesar su estiércol en un biodigestor, cuántos cerdos se necesitarían para generar un megawatt de potencia/hora de electricidad?

R= 28,330 cerdos

13.- ¿Cuántos biodigestores se necesitarían para implementar un proyecto MDL en Tizayuca?

R= 10 biodigestores de 10,000 m³ c/u

14.- ¿Cuáles serían los costos de inversión para implementar un proyecto MDL en Tizayuca?

R= a) Elaboración del PDD ó gestión del PIN: 300,000 pesos (gasto único)

b) Obra civil biodigestores: 4,000,000 (gasto único)

c) Materiales para biodigestores: 9,223,916 pesos (gasto único)

d) Equipo para biodigestores: 1,154,000 pesos (gasto único)

e) Mantenimiento preventivo: 840,750 pesos por año

15. ¿Cuánta electricidad se podría generar con el biogás obtenido en el proyecto MDL de Tizayuca?

R= 9 Megawatts de potencia/hora de electricidad

16. ¿Cuánta electricidad requiere CAITSA?

R= 1.4 Megawatts

17. ¿A quién se podría vender la electricidad residual del proyecto MDL de Tizayuca?

R= Podría venderse a la Comisión Federal de Electricidad, ó podría venderse con un descuento a las empresas del Parque Industrial de Tizayuca-Hidalgo ó al municipio de Tizayuca.

18. ¿Cuánto costaría la infraestructura para generar electricidad a partir del biogás en el proyecto MDL de Tizayuca?

R= Se requerirían 150 motogeneradores de 60 kilowatts cada uno, los cuales tienen un precio unitario de 50,000 dólares. En este sentido, la infraestructura para generar electricidad a partir del biogás obtenido en el proyecto MDL de Tizayuca asciende a 7.5 millones de dólares. Sin embargo, dicha inversión puede dividirse en varios años. Por otro lado, se requerirían 250,000 pesos anuales para darle mantenimiento al equipo generador de electricidad.

19. ¿Cuánto ahorraría CAITSA por autoabastecerse de electricidad con el proyecto MDL?

R= Dado que CAITSA paga una tarifa O-H de tensión media en región Centro en la Comisión Federal de Electricidad, la cual equivale a 0.932 pesos por kilowatt de electricidad consumido, CAITSA se estaría ahorrando 11,430,048 pesos anuales en electricidad.

Ing. Gustavo Rodríguez (Consultor de DNV Det Norske Veritas)
(Empresa consultora Noruega avalada por la ONU para validar proyectos MDL, verificar y certificar reducciones de emisiones equivalentes de CO2)

20.- ¿Cuánto costaría en promedio la consultoría para la validación/registro de un proyecto pecuario MDL?

R= El equivalente a 290,654 pesos (gasto único)

21.- ¿Cuánto costaría en promedio la verificación/certificación de un proyecto pecuario MDL?

R= El equivalente a 116,262 pesos por año

Lic. Alejandro Tron Quiroz
Calificación de Infracciones, Área de Normatividad, Comisión Nacional del Agua

22. ¿Existe alguna sanción para granjas lecheras que viertan el estiércol de sus animales en campo abierto ó contaminen corrientes ó depósitos naturales de agua?

R= Si, de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales, en su artículo 119, fracción primera se indica que:

“La Autoridad del Agua sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, las siguientes faltas:

Descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en contravención a lo dispuesto en la presente Ley en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o el acuífero.

Un establo lechero que descargue sus aguas residuales ó estiércol en campo abierto puede contaminar los mantos acuíferos subterráneos (mantos freáticos). Asimismo, si las aguas residuales ó el estiércol contaminan alguna corriente de agua, se está infringiendo lo dispuesto en la Ley Nacional de Aguas, lo que amerita una sanción.

23. ¿Cuál podría ser la sanción impuesta a productores lecheros que vierten sus aguas residuales ó estiércol en campo abierto ó que contaminan corrientes ó depósitos naturales de agua?

R= De acuerdo al artículo 20 de la Ley Nacional de Aguas, fracción 3, si se viola la fracción 1 (entre otras fracciones) del artículo 19, se podrá aplicar una multa de 5001 a 20,000 días de salario mínimo vigente en el D.F. Por otro lado, de acuerdo al artículo 121 de la Ley Nacional de Aguas: “En el caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por tres veces el monto originalmente impuesto, sin que exceda del triple del máximo permitido, haciéndose también acreedor a la suspensión y en su caso, revocación del título o permiso con carácter provisional.”

Ing. Rafael López
Encargado del Área de Manejo de Estiércol en CAITSA

24. ¿Cuáles han sido los principales problemas asociados al manejo del estiércol de CAITSA?

R= Se han recibido notificaciones por parte de la CONAGUA sobre la contaminación del estiércol de CAITSA en corrientes de agua, así como en el filtrado a los mantos freáticos de las zonas en donde depositamos el estiércol. Asimismo, hemos recibido quejas por parte del Municipio de Tizayuca por los malos olores que genera en la zona el estiércol de nuestros establos, y por los derrames de estiércol de los tráileres que lo transportan a los terrenos en donde dichos residuos son depositados. Por otro lado, también hemos recibido quejas de la gente con relación a la proliferación de insectos que se alimentan del estiércol de los establos de CAITSA, principalmente moscas.

25. ¿Qué porcentaje de la población del Municipio de Tizayuca considera usted que se ve afectada por los malos olores producidos por el estiércol producido en los establos de CAITSA?

R= Aproximadamente una cuarta parte de la población del municipio.

26. ¿Qué porcentaje de la población del Municipio de Tizayuca considera usted que se ve afectada por la proliferación de insectos en los depósitos de estiércol producido en los establos de CAITSA?

R= Aproximadamente una tercera parte de la población del municipio.

27. ¿Qué porcentaje de la población del Municipio de Tizayuca considera usted que se ve afectada por la contaminación del agua que produce el estiércol de los establos de CAITSA?

R= De acuerdo a lo que ha reportado la CONAGUA, la contaminación de las corrientes de agua y mantos freáticos afecta a todo el Municipio.