

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE CIENCIAS**

**EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL) EN  
ECUADOR.  
CASO: SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS  
S.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
CIENCIAS ECONOMICAS Y FINANCIERAS**

**SILVIA EUGENIA MORETA VASQUEZ**

**DIRECTOR: ING. CESAR NARVAEZ**

**QUITO, OCTUBRE 2006**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Silvia Eugenia Moreta Vásquez declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Silvia Eugenia Moreta Vásquez

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que le presente trabajo fue desarrollado por Silvia Eugenia Moreta Vásquez, bajo mi supervisión.

Ing. Cesar Narváez  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

# CONTENIDO

	<b>PAGINA</b>
<b>CAPITULO 1. ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
1.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS	5
<b>CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1 ECONOMIA Y AMBIENTE	7
2.1.1 CARACTERIZACIÓN SOCIAL ECONÓMICA Y AMBIENTAL	8
2.1.1.1 Sociedad	9
2.1.1.2 Economía y Ambiente	10
2.2 ECUADOR: DESARROLLO SOSTENIBLE	24
2.2.1 PRESUPUESTO DEL SECTOR PUBLICO (1994 – 2003)	24
2.2.1.1 Estructura y fines del presupuesto del sector publico	24
2.2.1.2 Comportamiento de los ingresos públicos	25
2.2.1.3 Evolución del gasto sectorial ambiental a nivel nacional	26
2.3 EL MERCADO ENERGETICO EN ECUADOR	30
2.3.1 ANÁLISIS ELÉCTRICO – ECONÓMICO	30
2.3.1.1 Generación e importación	30
2.3.2 ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR	35
2.3.2.1 Utilización de energías limpias para la generación eléctrica	35
2.4 MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO	40
2.4.1 EFECTO INVERNADERO Y CONVENCION SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO	40
2.4.1.1 Efecto Invernadero y sus Impactos	40

2.4.1.2	Estrategias y Metodologías para estudios sobre la mitigación de gases efecto invernadero	48
2.4.2	MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO	50
2.4.2.1	Mecanismos e instrumentos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto	50
2.4.2.2	Ciclo del Proyecto MDL	53
2.4.2.3	Variables e indicadores a considerar	59
2.4.2.4	Metodologías de monitoreo para la validación de proyectos MDL	60
2.4.2.5	Generación de CERs	62
<b>CAPITULO 3. SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS</b>		64
3.1	PROYECTO DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS	64
3.1.1	OBJETIVO DEL PROYECTO Y UBICACIÓN	64
3.1.2	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	66
3.1.3	CONTRIBUCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	69
3.1.4	BENEFICIOS AMBIENTALES Y SOCIALES	70
3.1.4.1	Beneficios ambientales	70
3.1.4.2	Beneficios sociales	71
3.1.5	MOTIVACIONES FINANCIERAS PARA PARTICIPAR EN EL MDL	72
3.1.5.1	Venta de CERs	72
3.1.5.2	Venta del proyecto	72
3.1.5.3	Venta de excedentes de energía	73
3.1.6	PROBLEMÁTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	73
3.2	ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA SAN CARLOS	74

3.2.1	VENTAJAS DE LA COGENERACIÓN	75
3.2.2	COSTOS DE INVERSIÓN, MANTENIMIENTO Y COMBUSTIBLES	75
3.2.2.1	Costos estimados del proyecto de cogeneración	76
3.2.3	TRANSACCIONES TOTALES DE VENTA DE ENERGÍA SAN CARLOS EN EL 2005	77
3.2.4	METODOLOGÍA DE MONITOREO APROBADA APLICADA A LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO	78
3.2.5	CÁLCULO DE LA REDUCCIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO DEL PROYECTO DE COGENERACIÓN DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS	79
3.2.6	CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA GENERACION DE ENERGIA	80
	<b>CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>82</b>
4.1	CONCLUSIONES	82
4.2	RECOMENDACIONES	86
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>88</b>
	<b>GLOSARIO DE TERMINOS</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>PROTOCOLO DE KYOTO</b>	
<b>ANEXO 2</b>	<b>METODOLOGIA AM005 Cogeneración basada en bagazo con conexión a la red</b>	
<b>ANEXO 3</b>	<b>FLUJOGRAMA DEL PROYECTO</b>	

## **RESUMEN**

El problema de la degradación ambiental esta inmerso en la incertidumbre, y hasta en la ignorancia de lo cerca que se encuentran los recursos naturales y el planeta, de llegar a los umbrales de la extinción.

Las políticas que permiten la degradación del capital natural y lo agotan insosteniblemente para el futuro inmediato y para las próximas generaciones, ponen en peligro no solamente las opciones de desarrollo económico sino la existencia misma de la humanidad. Esta problemática mundial correctamente conceptualizada no debe ser ajena a los países con bajos niveles de vida y en el caso del Ecuador, en el que el capital natural es la principal fuente de riqueza de la economía nacional, su uso sostenible se vuelve básico para generar opciones de desarrollo adecuadas.

A partir de la firma del protocolo de Kyoto en el año de 1997, 38 países industrializados se comprometieron a reducir sus emisiones de GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) durante el periodo 2008-2012 en un promedio de 5.2% por debajo de su nivel de emisión de 1990.

El protocolo establece mecanismos cooperativos diseñados para ayudar a los países industrializados a reducir los costos de alcanzar sus metas de emisiones, mediante la reducción de emisiones en países no industrializados, a un menor costo.

Uno de estos mecanismos cooperativos es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual propone siete proyectos de reducción de emisiones, los cuales promueven un desarrollo sostenible en los países no industrializados.

En el presente Proyecto de Titulación se analiza el aporte que el Proyecto MDL de Cogeneración con Bagazo (PSCCB) de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos ha realizado al desarrollo sostenible regional y nacional desde su inicio hasta el primer trimestre del año 2006.

En el Ecuador, en el año 2005, la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos implementó un proyecto MDL en el sector de energía renovable, denominado: PROYECTO MDL DE COGENERACIÓN CON BAGAZO (PSCCB).

La cogeneración de energía a partir del bagazo es importante para la estrategia energética del país. Esta cogeneración es una alternativa que permite posponer la instalación y/o despacho de electricidad producida en centrales que operan con combustibles fósiles.

Esta actividad del proyecto consiste en aprovechar la cogeneración a partir del bagazo (fuente de combustible renovable, residual del proceso de elaboración del azúcar de caña) por parte de Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S. A, un ingenio azucarero ecuatoriano. Con la implementación de este proyecto, el ingenio azucarero San Carlos ha podido entregar energía eléctrica a la red nacional, evitándose así las emisiones provenientes de las plantas térmicas de combustibles fósiles que hubiesen entregado la misma cantidad de energía a la red nacional. Por eso, esta iniciativa evita emisiones de CO<sub>2</sub> y al mismo tiempo contribuye al desarrollo sustentable regional y nacional.

La cogeneración a partir del bagazo es importante para la estrategia energética del país. Esta cogeneración es una alternativa que permite posponer la instalación y/o despacho de electricidad producida en centrales que operan con combustibles fósiles. La venta de CER'S generada por el proyecto hará más atractivo este proyecto de cogeneración con bagazo, estimulando el incremento de la producción de esta energía y disminuyendo la dependencia del combustible fósil.

Para el análisis se consideran factores como: la evolución del Mercado Energético, la evolución del gasto ambiental y la caracterización económica social y ambiental del país.



Adicionalmente se considera el efecto invernadero, el cambio climático, el desarrollo sostenible, las energías renovables y los ciclos de un proyecto MDL.

El estudio concluye con la demostración de que el Proyecto MDL de Cogeneración con Bagazo (PSCCB) de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos contribuye a la mitigación del cambio climático, así como una demostración técnica del proyecto, los beneficios sociales, económicos y ambientales.

## **ABSTRACT**

The problem in the environmental degeneration has fallen in the ignorance regarding how close our natural resources are from extinction.

The politics that permit the exploitation of the natural capital and that is finishing And in our immediate future and without change for our next generations, who are in danger of not having options in the economic development in the survival of the humanity. This world problem viewed correctly should not be kept from countries with a lower level and in Ecuador's case in which it is natural it's principal source of business in the natural economy, it's use is sustained basically to generate options for adequate development.

As of the protocol signatures in Kyoto in 1997, 38 industrialized countries agreed to reduce the gases that cause the Green House Effect (GHE) during the period from 2008-2012 in 5.2% under the level wasted in 1990.

The protocol established mechanisms designed to help industrialized countries to reduce the costs in reaching their goal in the reduction of waste in countries not industrialized in a lower cost that proposes seven projects for the reductions of emissions the ones that promote development sustained in countries not industrialized. One of this mechanism is Clean Development Mechanism (CDM).

In the present Project for Title is being analyzed the help that the project CDM with cogeneration with bagazo (PSCCB) in the Agricultural Society and San Carlos Industries has created the development sustained regional and national until the first semester of 2006.

In Ecuador in the year 2005 the Agricultural Society and San Carlos Industries added de CDM project in the renovable energy sector named, project CDM of cogeneration with bagazo.

The cogeneration of energy with bagazo is an important for the energetic strategy of the country. This cogeneration is an alternative that permits to postpone the installation or the using of the electricity produced from fossil fuels.

This activity of the project consists in taking advantage as of the (source of renewable energy, the residue from the elaboration of cane sugar) by the Agricultural Society and San Carlos I industries S.A. an ingenious Ecuadorian sugar industry. With the application of this project San Carlos sugar industry has been able to give electrical energy to the country, avoiding like this the flow of toxic fumes from thermal plant of fossil fuels energy that would have given the same amount of energy of the national web. That is why this initiative avoids the flow of CO<sub>2</sub> and the same time contributes to the development sustained regional and national.

The cogeneration of the bagazo is important for the energetic strategies of the country. This cogeneration is an alternative of electricity producers in centers that operate with fossil fuels. The sale for CER's generated by the project will mark this project it more attractive, stimulating the increase of the production of this energy and lowering the dependence of fossil energy.

For this analysis has been considered factors like the energetic market value, the evolution of environmental wastes and the social, economic and environmental characteristics of the country.

Additionally we have considered the Green House Effect, the climate change the development, the renewable energies and the cycles of a project CDM.

The study concludes with the demonstration that the project CDM of cogeneration of bagazo of the Agricultural Society and San Carlos Industries contribute to the mitigation of the climate change, like a technical demonstration of the project, the social, economic, and environmental benefits.

# **CAPITULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.6 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema de la degradación ambiental esta inmerso en la incertidumbre, y hasta en la ignorancia de lo cerca que se encuentran los recursos naturales y el planeta, de llegar a los umbrales de la extinción.

Las políticas que permiten la degradación del capital natural y lo agotan insosteniblemente para el futuro inmediato y para las próximas generaciones, ponen en peligro no solamente las opciones de desarrollo económico sino la existencia misma de la humanidad. Esta problemática mundial correctamente conceptualizada no debe ser ajena a los países con bajos niveles de vida y en el caso del Ecuador, en el que el capital natural es la principal fuente de riqueza de la economía nacional, su uso sostenible se vuelve básico para generar opciones de desarrollo adecuadas.

A partir de la firma del Protocolo de Kyoto (ANEXO 1) en el año de 1997, 38 países industrializados se comprometieron a reducir sus emisiones de GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) durante el periodo 2008-2012 en un promedio de 5.2% por debajo de su nivel de emisión de 1990.

El protocolo establece mecanismos cooperativos diseñados para ayudar a los países industrializados a reducir los costos de alcanzar sus metas de emisiones, mediante la reducción de emisiones en países no industrializados, a un menor costo.

Uno de estos mecanismos cooperativos es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual propone siete proyectos de reducción de emisiones, los cuales promueven un desarrollo sostenible en los países no industrializados.

Los siete proyectos mencionados abarcan los siguientes sectores:

- Mejoramiento de la eficiencia en el uso final de la energía
- Mejoramiento de la eficiencia en la oferta de energía
- Energía renovable
- Sustitución de combustibles
- Agricultura (reducción de las emisiones de CH<sub>4</sub> Y N<sub>2</sub>O)
- Procesos industriales (CO<sub>2</sub> de la industria cementera, etc.)
- Proyectos de sumideros (solo forestación y reforestación)

Una vez que un proyecto MDL ha sido implementado y está funcionando, una entidad internacional verifica la reducción de emisiones de GEI que éste proyecto está logrando, y una vez verificadas, las certifica.

La certificación de la reducción de GEI se conoce con el nombre de RCE's (Reducciones Certificadas de Emisiones) y son, valga la redundancia, certificados, que pueden ser negociados con los países industrializados suscritos al Protocolo de Kyoto, con el fin de que éstos completen su cuota de reducción de emisiones en el primer período de compromiso (2008-2012).

En el Ecuador, en el año 2005, la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos implementó un proyecto MDL en el sector de *energía renovable*, denominado: PROYECTO MDL DE COGENERACIÓN CON BAGAZO (PSCCB).

La cogeneración de energía a partir del bagazo es importante para la estrategia energética del país. Esta cogeneración es una alternativa que permite desplazar la instalación y/o despacho de electricidad producida en centrales que operan con combustibles fósiles.

La venta de CER's generada por el proyecto hará más atractiva este tipo de alternativas, estimulando el incremento de la producción de esta energía y disminuyendo la dependencia del combustible fósil.

Dada la importancia del tema, es necesario conocer cual es la contribución del MDL al desarrollo sostenible de la región y del país, por ésta razón en el presente Proyecto de Titulación se analizará el aporte que el Proyecto MDL de Cogeneración con Bagazo (PSCCB) de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos ha realizado al desarrollo sostenible regional y nacional desde su inicio hasta el cierre del año 2005, mediante el análisis de indicadores de desarrollo sostenible.

## **1.7 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

- a. El proyecto MDL de cogeneración con bagazo de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos contribuye al desarrollo sostenible del país.
- b. El crecimiento económico nacional se ha obtenido a costa de una irreparable degradación del capital natural.

## **1.8 OBJETIVOS**

### **1.8.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar el aporte del Proyecto MDL de Cogeneración con Bagazo (PSCCB) de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos al desarrollo sostenible regional y nacional en el Ecuador.

### **1.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Detallar el Proyecto MDL de Cogeneración con Bagazo (PSCCB) de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos.

- b. Analizar el aporte económico, social y ambiental de la implementación del Proyecto MDL de Cogeneración con Bagazo (PSCCB) de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A. en el Ecuador.
- c. Demostrar que el crecimiento económico nacional se ha obtenido a costa de una irreparable degradación del capital natural

## **1.9 JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo sostenible es una necesidad real en los tiempos actuales de crisis económica, social y ambiental. El modelo de desarrollo actual, ha priorizado una ganancia económica, basada en incremento del consumo y donde el deterioro ambiental es considerado como un costo necesario que no impacta de manera importante en el bienestar social, y no resulta consistente en nuestros días.

La concepción de desarrollo ha evolucionado rápidamente a partir de la Cumbre de Río en 1992, punto de origen de las propuestas que conforman la agenda 21<sup>1</sup>.

Efectivamente la concepción puramente economista ha sido cambiada, por el enfoque que incorpora explícitamente otras dimensiones esenciales del desarrollo, así, la dimensión económica, ha sido completada por la social, política- institucional y la ambiental.

Para que el desarrollo sea sostenible debe ser concebido como un proceso multidimensional e inter-temporal<sup>2</sup>, en el cual la trilogía equidad, sostenibilidad y competitividad se sustenta en principios étnicos, culturales, sociales, económicos, ecológicos e institucionales.

<sup>1</sup> *La agenda 21, es el informe de la conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, publicado en 1992, registró un amplio consenso sobre la necesidad del desarrollo sostenible*

<sup>2</sup> *El tema de la inter- temporalidad, debe entenderse como el "análisis de las relaciones", las mismas que se deben evaluar incorporando la temporalidad de los fenómenos: presente vs. Futuro*

El desarrollo sostenible no es una nueva tecnología o un recurso pasajero, es un modelo civilizatorio alternativo demandado por la sociedad ante las evidentes dinámicas globales, planetarias y una pobreza cada vez más contrastante, aunada en el deterioro de la calidad de vida.

Por tanto, promover el desarrollo sostenible se ha convertido en una responsabilidad compartida entre gobiernos y pueblos. Para promover el desarrollo sostenible debemos tener un puente entre las disciplinas especializadas, para tratar los problemas de una manera más holística; integrando las condiciones de la población, el tratamiento de promoción de desarrollo económico y la conservación ambiental.<sup>3</sup>

La relevancia de esta investigación se presenta en evaluar cual es la contribución de proyectos MDL al desarrollo sostenible del Ecuador, caso específico: Proyecto MDL de Cogeneración con Bagazo (PSCCB) de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A. La presente investigación esta basada en indicadores de desarrollo sostenible, ya que éstos permitirán realizar un análisis de la situación social, económica y ambiental del país antes y después de la implementación del proyecto.

## **1.10 ASPECTOS METODOLÓGICOS**

La presente investigación es de tipo bibliográfico y analítico. Se limitará de los estudios teóricos y empíricos existentes sobre el tema y su aplicación para el caso ecuatoriano. Los aspectos utilizados, son los siguientes:

- Investigación de campo, con visitas realizadas al sector del estudio, la misma que permitirá obtener información acerca de los beneficios de la implantación del proyecto en la región.

<sup>3</sup> Ness Gay, *Población y estrategias para el Desarrollo Nacional sostenible*, Pág. 10



- Exposición empírica de la situación económica, ambiental y social del Ecuador.
- Utilización de fuentes de información oficiales como: Ministerio de Medio Ambiente, CORDELIM, CNC, CONELEC, CENACE, documentos bibliográficos de instituciones como: PUCE (Biblioteca General), UTE, FLACSO y fuentes secundarias (revistas, publicaciones e Internet)
- Manejo de indicadores de desarrollo sostenible tomados de estudios preestablecidos para analizar la contribución del proyecto MDL al mismo.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.5 ECONOMIA Y AMBIENTE**

Los problemas por los que atraviesa la humanidad hace necesario proponer alternativas a los modelos económicos tradicionales. Un hecho fundamental es que la actividad humana ha sobrepasado la capacidad del ambiente para soportar los actuales niveles de producción, distribución y consumos humanos.

El ambiente es un subsistema abierto que está relacionado al proceso económico mediante cuatro funciones básicas.

- Ser el soporte de la vida del planeta
- Proporcionar bienes y servicios ambientales
- Asimilar residuos
- Proveer los recursos naturales

Entender entonces, el proceso económico como un sistema completo y cerrado que no considera sus interacciones y dependencia del medio natural se construye en la crítica fundamental que la economía ecológica hace a las bases de la economía tradicional.

El ambiente proporciona al sistema económico varios bienes y servicios, una clasificación básica estaría en distinguir los bienes renovables de los no renovables.

Los bienes renovables son aquellos susceptibles de una degradación natural en la escala del tiempo humano, es decir que mientras la tasa de uso de este

bien no supere la tasa de regeneración, su existencia no se ve afectada. Caen dentro de esta clasificación las especies animales y vegetales; así como las reservas de agua, aire y tierra productiva.

Los bienes no renovables; en cambio son aquellos que no tienen la capacidad de regeneración dentro de la escala del tiempo humano, son ejemplo de este tipo de bienes, las distintas clases de minerales e insumos materiales inanimados. Ambos tipos de bienes pueden ser entendidos como “capital”, a medida que se constituyen en insumos del proceso económico.

### **2.5.1 CARACTERIZACIÓN SOCIAL ECONÓMICA Y AMBIENTAL**

A continuación se caracteriza la riqueza del capital natural del Ecuador en términos económicos y términos de situación.

Se busca reforzar la hipótesis de que el capital natural es la mayor fuente de riqueza nacional; en algunos casos se consiguió la información pertinente sobre el aporte de ese capital a la economía ecuatoriana, y en otros casos, sobre la situación actual del manejo de estos recursos.

El Ecuador posee yacimientos petrolíferos, diversidad de bosques y reservas, agua y gran riqueza geográfica, diversidad biológica y cultural. Cuenta aproximadamente con 27 millones de hectáreas, de las cuales, 6.8 millones están en la Costa, 6.3 millones en la Sierra, 13.1 millones en Oriente y 0.8 millones en Galápagos .

El país se ha caracterizado por ser exportador de productos primarios, entre los que se destacan tres, correspondientes a tres periodos de bonanza en la historia de la República: el cacao, que fue la actividad económica del siglo XIX hasta la postrimería de Primera Guerra Mundial; luego el banano en el período 1948-1965, y finalmente, el petróleo entre 1972-1982.

La costa ecuatoriana siempre se ha orientado hacia la producción para el consumo externo; su actividad económica se basa en recursos renovables como banano, cacao y café, mientras que la producción de la sierra está más orientada al consumo doméstico, desarrollándose en los últimos años la industria florícola.

Finalmente el oriente ecuatoriano se caracteriza por su actividad hidrocarburífera. Vale recalcar que ninguno de los “booms” económicos de la nación, con excepción quizá en la época bananera, articularon las bases para una economía diversificada de tal forma que la sociedad tuviera alternativas de ingreso una vez que estas entraran en crisis.

El periodo 1990-2005 se caracterizó en un primer momento, con un ligero repunte de la situación económica del país en términos de estabilidad; sin embargo, la presencia de shocks externos, la Guerra con Perú 1995, los efectos del Fenómeno del Niño de 1997-1998 y la profunda crisis financiera de 1998-2000, cuyos hechos más recordados fueron el congelamiento bancario, la dolarización y la inestabilidad política, combinado con la salida de varios presidentes sin culminar su periodo, han desestabilizado el ambiente económico y social del país de tal forma que en la cara del siglo XXI, el Ecuador se presenta como un país en crisis.

Los daños ocasionados por el fenómeno de El Niño en el período 1997-1998 en los países andinos alcanzó la suma de US \$7.545 millones, lo cual representó casi el 95% del PIB de Bolivia en 1997 o el 32% de las exportaciones de Venezuela. Ecuador fue el país más afectado y registró pérdidas por un valor equivalente al 14% de su PIB.

#### *2.5.1.1 Sociedad*

Debe empezarse diciendo, que el Ecuador presenta niveles de pobreza en el 61% de su población, de este porcentaje, el 32% alcanza niveles de indigencia (SIISE 2003) Tabla 1.

**Participación de la población en el ingreso  
ECUADOR 1998**

	<b>PORCENTAJE</b>	<b>DOLARES</b>
10% más pobre	2.2	3081700
20% más pobre	3.86	1307000
20% más rico	50.6	245900
10% más rico	33.8	1186700

Tabla 1

PNUMA 2002

Si se hace un análisis en términos de la distribución del ingreso para el Ecuador, se obtiene que para el 2001, el 20% más rico de la población percibió el 64.32% del ingreso, mientras que el 20% más pobre apenas recibió el 1.71%; esta proporción ha aumentado desde 1998 cuando la diferencia entre los más ricos y más pobres, en cuanto a percepción del ingreso era del 50.6%, frente al 3.86% del sector rural, también en términos de indigencia

Existen en el país 7.500.000 pobres, es decir, gente que no está en capacidad de cubrir una canasta de consumo por persona de 43 dólares mensuales. De ese total, 3.800.000 son indigentes, lo que significa que no pueden solventar una dotación diaria de requerimientos nutricionales mínimos, lo que equivale a un consumo mensual de 23 dólares.

*2.5.1.2 Economía y Ambiente*

**Petróleo**

La explotación petrolera en el Ecuador tiene dos épocas claramente marcadas: *La primera etapa* corresponde al periodo 1911-1960, caracterizada por cinco elementos fundamentales: la zona de exploración y explotación fue la península de Santa Elena; el crudo liviano encontrado correspondió a más de 32° API; la tecnología aplicada fue primaria; tanto el impacto social como ambiental no fue considerado en la contratación pública y, por último, la modalidad legal fue la concesión a una compañía extranjera: la Anglo.

Al decir del ex ministro de Energía, Gustavo Jarrín Ampudia, el beneficio directo para el Estado ecuatoriano fue del 1 por ciento, bajo la figura de la concesión y la regalía. El 99 por ciento fue beneficio directo para la empresa Anglo, subsidiaria de la transnacional British Petroleum.

*La segunda etapa* petrolera se inició en 1970, con el descubrimiento del campo Lago Agrio (*Lake Acid*) en la región amazónica del Aguarico, etapa que se extiende hasta el año 2001 con la construcción de un nuevo oleoducto: el oleoducto de crudos pesados con inversión privada. Hasta este año, la industria hidrocarburífera tuvo un periodo bien marcado de apropiación del proceso industrial por parte del Estado bajo la concepción 'cepalina' de ser un ente interventor en la economía. El gobierno nacionalista de Rodríguez Lara creó la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE) para asumir el manejo industrial en todas sus fases: explotación, comercialización e industrialización del petróleo, actuando además, como ente regulador en el mercado de los combustibles. En 1989, el gobierno de Rodrigo Borja la transformó en Petroecuador, dividiéndola en tres grandes gerencias: Petroproducción, Petroindustrial y Petrocomercial.

A diferencia de México (que nacionalizó toda la industria petrolera en 1938 y creó PEMEX para el manejo integral y total de sus recursos hidrocarburíferos, sin la participación de las industrias transnacionales), en nuestro país, desde 1978, comenzó un proceso de apertura a la participación privada en las diferentes fases de la industria. Este proceso se consolidó hacia el año 2001, cuando se entregó al consorcio privado la construcción del OCP (oleoducto de crudos pesados), sin participación del Estado.

Mediante ocho procesos licitatorios internacionales se entregó a 16 empresas privadas el manejo de 4 millones de hectáreas en la región amazónica, bajo contratos de participación y prestación de servicios que no superan la modalidad jurídica de la concesión.

El Estado, en los contratos de participación, no aspira sino al 12,5% de los beneficios, mientras las transnacionales se aprovechan del 87,5%. La gran diferencia es que el Estado debe atender la demanda de 12 millones de ecuatorianos, mientras que las empresas privadas abogan por ampliar sus beneficios sin pagar el impuesto a la renta, el impuesto al valor agregado, ni hacer inversiones en el territorio nacional.

La característica de esta segunda etapa es que el crudo mediano de menos de 30° API, se encuentra en una región ambientalmente frágil y socialmente multicultural y pluriétnica. La Región Amazónica Ecuatoriana, constituida por vastos territorios andinos, subandinos, subtropicales y tropicales, está asentada en la cuenca alta del Amazonas. Cuenta con glaciares y nieves eternas, bosques nublados y ríos torrentosos, volcanes activos, formaciones colinadas, bosques subtropicales, humedales, lagos, lagunas, así como el espeso bosque húmedo tropical. Presenta una multiplicidad de ecosistemas, puesto que la región constituye una de las zonas de mayor biodiversidad del planeta. Además, nueve pueblos ancestrales habitan esa región: siona, secoya, cofán, shuar, achuar, huao, kichwa, zápara y shiwiar, que poseen idiomas únicos y culturas particulares.

Los colonos y los afroecuatorianos, que se trasladaron a esa región, motivados por la explotación petrolera, crearon nuevos centros urbanos (Nueva Loja, Shushufindi, Joya de los Sachas); se apropiaron de vastas zonas del bosque para convertirlas en tierras agrícolas; transformaron los senderos en carreteras e introdujeron nuevas formas, costumbres, comportamientos y visiones sobre la propiedad de la tierra, la familia, la producción y las creencias religiosas.

El petróleo es un recurso natural decisivo para el desarrollo económico del Ecuador. Debido a la importancia económica de este recurso, el gobierno ecuatoriano ha facilitado y promovido vigorosamente la inversión en el sector petrolero durante la última década. El Ecuador produce alrededor de 300.000 barriles diarios de petróleo, lo que representa cerca del 48% de los ingresos fiscales, 33% de las exportaciones y 20% del Producto Interno Bruto (PIB). Como efecto de la construcción del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), se

espera poder duplicar la producción petrolera lo que, a su vez, presiona la convocatoria de nuevas rondas de licitación petrolera. Dentro del contexto institucional y político actual del país, en nuestra opinión, el desarrollo de la industria petrolera se constituye tanto en una amenaza como en una oportunidad para la conservación y el desarrollo sostenible en Ecuador.

El desarrollo acelerado de la industria petrolera en los últimos 25 años no ha contemplado adecuadamente la prevención de los impactos directos e indirectos del desarrollo de esta industria sobre las poblaciones locales, las áreas protegidas donde hay concesiones petroleras, ni los ecosistemas naturales de alta diversidad biológica. Debido a un vacío en la legislación ecuatoriana en su momento, los contratos petroleros de prestación de servicios y participación (modalidades contractuales vigentes en la “Ley de hidrocarburos” de 1993) fueron diseñados sin tener en cuenta adecuadamente la conservación del medio ambiente y las relaciones comunitarias con los pueblos indígenas y campesinos. El desarrollo de la industria petrolera consecuentemente ha generado conflictos de carácter social, económico y ambiental que no han sido resueltos y que tienden a agravarse si no se previenen, controlan y mitigan adecuadamente los impactos directos e indirectos en el corto, mediano y largo plazo.

### **Agricultura**

Desde la biodiversidad, gran parte del ingreso nacional está basado en el comercio de bienes renovables. Así la tasa de participación en el PIB ecuatoriano en términos constantes ha sido del 18.33%, con un mínimo de 16.9% en 1993 y 1994, y un máximo de 20.7% en 1999 .

Como se puede apreciar en la Tabla 2, la agricultura y la agroindustria son los rubros que más han aportado a la economía ecuatoriana desde la biodiversidad. Ahora bien, esta afirmación desde la economía tradicional debe también ser contextualizada en el sentido que la producción agropecuaria y la explotación de la madera no tienen incorporados en los precios de mercado las externalidades que estas actividades producen.



## PIB Biodiversidad (dólares)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA	1003339	1086229	1108771	1200568	1309328	1243657	1405424	1465783	1471162	1581036	1622686
PESCA	214177	224265	243543	254991	292153	310059	289341	226862	233281	246501	254312
ELABORACION PRODUCTOS ALIMENTICIOS	1023455	1055226	1104073	1161667	1253250	1339709	1284899	1057706	1098832	1144582	1176180
PRODUCTOS DE TABACO	7989	6951	7167	6608	6556	7145	8193	8251	8295	8116	7873
PRODUCTOS DE MADERA Y FABRICACION DE PRODUCTOS DE MADERA	162692	164352	175381	180660	993338	208956	217064	228653	222339	211886	217183
<b>TOTAL</b>	<b>2411652</b>	<b>2537023</b>	<b>2638935</b>	<b>2804494</b>	<b>3854625</b>	<b>3109526</b>	<b>3204921</b>	<b>2987255</b>	<b>3033909</b>	<b>3192121</b>	<b>3278234</b>

Tabla 2

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

ELABORACION: AUTOR

Sobre este asunto, Martínez Alier ha incluido en el debate de las inequidades mundiales, el tema del intercambio económicamente desigual (IED), que se entendería como un conjunto de exportaciones mal pagadas en función de que no incluyen costos sociales y ambientales con repercusiones locales y mundiales, por lo tanto, en función que existe un intercambio desigual se daría paso a una deuda ecológica de los países con altos niveles de vida hacia los países del sur, Martínez Alier refuerza esta tesis en función de los servicios ambientales que los países con bajos niveles de vida ofrecen gratis a los países industrializados (Falconí, 2002:160) .

### Manejo del suelo

Según el estudio de Sierra (Sierra 1999), el 44% de la superficie nacional posee actividades productivas en términos de transformación de bienes naturales en productos económicos, esto es, producción agropecuaria y producción forestal de maderables y no maderables. Cabe indicar que según el mismo autor, solamente el 24% del territorio nacional sería apto para la actividad agrícola; además, Sierra indica que cerca del 40% del suelo nacional debería contar con políticas que fortalezcan la protección de ecosistemas de forma de preservar funciones ecológicas en bien de las actividades productivas de los alrededores, así como salvaguardar las necesidades humanas en otras localidades, como por ejemplo: la captación del agua, prevención contra la erosión, prevención contra inundaciones y otros desastres naturales.

Ecociencia por su parte, indica que existen 13 millones de hectáreas, no recomendadas para la agricultura, lo que significa que el 48% de la superficie del país, además indica que la protección de ecosistemas debería ser de importancia crítica en un 15% de la superficie nacional, territorio que debería dedicarse a la recuperación de su cobertura natural, de tal forma de poder sostener la actividad humana en el futuro (Ecociencia 2002).

Para entender lo antes dicho en términos de regiones naturales, se puede decir que la Costa, se caracteriza por ser la región más utilizada en donde existe la mayor actividad agrícola y agroindustrial con la consecuente transformación hacia actividades productivas. Según Sierra, la Costa ecuatoriana mantiene una remanencia del 41% de su cobertura vegetal; en este sentido, es necesario indicar que el Ecuador ha sido catalogado como uno de los ejemplos de extinción masiva de especies de plantas por deforestación por lo que ha ocurrido con su trópico húmedo occidental (Informe de la biodiversidad).

En la región Sierra, la gran mayoría de sus valles han sido convertidos al uso agrícola y pecuario; vale recalcar que el ecosistema denominado matorral húmedo montano de los Andes del norte y del centro también es uno de los ecosistemas que se encuentra en peligro crítico de extinción (Informe de Biodiversidad). En lo referente a la región oriental, debe decirse que ocupa al menos el 2% de la cuenca amazónica y su principal problema es la deforestación (causada en gran parte por políticas gubernamentales de “tierras vivas” ), la actividad petrolera, y la apertura de vías. Esta región, ha perdido entre el 16% y el 50% de su cobertura vegetal (Ecociencia 2002 citando a Sierra 1999). Según el informe de la Biodiversidad 2000, la expansión humana en la amazonía ha provocado un aumento del 18% en la superficie de bosque repartido en porciones de menos de 500 hectáreas.

### **Frontera agrícola**

La tasa de crecimiento de la frontera agrícola ha sido del 5.1% anual desde 1959 (MAG 1999); la mayor expansión ha sido en la Costa Central debido a

cultivos permanentes (banano, plátano, cacao, café, palma africana), cuyas tasas de crecimiento han sido hasta del 8.6% anual (Ministerio de Ambiente). En el mismo sentido, el noroccidente del Ecuador ha experimentado un decrecimiento del 16.9% en su superficie agropecuaria.

Como es conocido, la conversión del suelo a la productividad agrícola, especialmente en fenómenos de erosión desertificación y contaminación con agroquímicos. Sobre este último tema, vale decir que en el Ecuador se utilizaron en 1996 2.5Kg de pesticidas por trabajador con un promedio de uso de hasta 22 aplicaciones por ciclo (Ambiente 2000 citando a MAG 1999). Al respecto, Fundación Natura indicó que el 70% de los agroquímicos no cumple con su objetivo y se pierde en el ambiente (Ministerio de Ambiente).

Haciendo una comparación de la progresión de la conversión del suelo en el Ecuador, se tiene que la superficie agrícola pasó de 4.6 millones de hectáreas en 1979 a 8 millones de hectáreas en 1998; para el 2002, según el censo nacional, esta superficie se expandió a 12.3 millones de hectáreas. Esto significa que la frontera agrícola se ha extendido en un 17% desde 1998, alcanzando en la actualidad un 48% del territorio nacional. Según Larrea, este proceso se potencia a medida que en el país no existen políticas claras de asignación y tenencias de la tierra, los precios de la producción interna son bajos y construyen vías de acceso a lugares frágiles sin tomar en cuenta su impacto ambiental; estos factores, presionan para la existencia de actividades económicas extensivas de baja inversión.

Ahora, un grave problema del crecimiento agrícola extensivo, sale a la luz cuando se compara el uso potencial del suelo frente al uso que se le da en términos agrícolas, principal fuente de conversión de la Tierra, Tabla 3.

Como se puede apreciar, la tierra apta para al agricultura ha sido ocupada en su totalidad, es decir que cualquier extensión sobre tierras consideradas frágiles o muy frágiles que tienen “una alta toxicidad alumínica, pendientes fuertes o están en zonas anegadas” (Hecho encía).

## Uso Potencial vs. Uso Agrícola

### ECUADOR 1998

	POTENCIAL	USO AGRICOLA
TIERRAS EXELENTE PARA EL CULTIVO	3081700.00	3081700.00
TIERRAS MARGINALES	1307000.00	1307000.00
TIERRAS DE SUELO FRAGIL	2451900.00	245900.00
TIERRAS MUY FRAGILES SOLO PARA REFORESTACION	5905300.00	1186700.00
TIERRAS QUE SE DEBEN PERTURBAR	1451900.00	2206000.00
<b>TOTAL</b>	<b>14197800.00</b>	<b>8027300.00</b>

Tabla 3

OFIAGRO 2000

ELABORACION: AUTOR

Esta situación genera flujos migratorios internos y también externos una vez que la actividad agrícola en esas se agota en el corto plazo, por lo que las poblaciones buscan colonizar nuevas localidades que, al no ser aptas para el agro, están condenadas a un destino similar que las tierras que fueron ocupadas anteriormente. De esta forma, si se expresa este problema en términos de tierra arable (tierra potencialmente cultivable), Falconí indica que a disminuido a un promedio de 0.3% al año entre 1970 y 1998, lo que significa que la tierra arable por agricultor decayó de 1.73 hectáreas a 1.25 hectáreas en el mismo periodo (Falconí, 2002:157).

Este problema se ve agregado por el crecimiento demográfico de la nación en una tasa del 2.6% anual, de tal forma que mientras la población crece, la disponibilidad de tierras disminuye. Existen factores que incentivan esta realidad; por un lado, los procesos de desertificación y erosión del suelo, y por el otro, la estructura de tenencia de la tierra en el país, que se caracteriza por concentrar las mejores tierras en las grandes haciendas mientras que los pequeños agricultores tienen acceso a tierras de baja productividad, de esta forma hace énfasis en el tema de la importancia de contar con una estructura clara en el manejo y asignación de la tierra en el Ecuador, cuando ingresa el análisis del concepto de seguridad alimentaría y analiza que mientras se siga

combinando “ una agricultura extensiva en los valles y una agricultura de subsistencia en las áreas de minifundio”, el Ecuador no esta siendo congruente con las exigencias de la seguridad alimentaria que demanda la población (Ecociencia 2002). Vale recalcar que esta entidad señala, además que la estructura de tenencia de la tierra en el Ecuador no presentará modificaciones hasta bien entrado el siglo XXI.

Finalmente, y relacionado con el tema de seguridad alimentaria, es interesante tomar el análisis que realiza Falconí sobre el balance alimenticio agrícola de la población. En el que indica que paulatinamente desde la década de los 70s, el consumo agrícola nacional supera la producción interna, así, las importaciones de productos vegetales ha aumentado siete veces entre 1970 y el 2000 (gran peso del trigo) mientras que las exportaciones han aumentado 2.6 veces (Falconí 20002), cabe indicar que Falconí otorga como causas de esta situación, a las transformaciones en uso de la tierra, las decisiones de política económica y sectorial, el aumento poblacional y la crisis nacional que desde los ochenta viene afectando sistemáticamente a la economía ecuatoriana.

## **Acuicultura**

### *Pesca y maricultura*

La riqueza marítima de los países ribereños de la Comunidad Andina permite que la actividad pesquera se constituya como una de las más importantes. Sin embargo, las características de esta actividad son muy heterogéneas en cuanto a escala de operaciones, tecnología, canales de distribución, tipos de especie y valor económico. En las últimas décadas, se produjo un desempeño importante de la industria pesquera subregional, lo que ocasionó la reducción de la biomasa de las principales especies. Como consecuencia, los ecosistemas costeros resultaron seriamente afectados.

Otro aspecto importante que se debe resaltar es el uso de aparejos de pesca inadecuados que genera captura incidental de otras especies. Asimismo, el uso de redes y palangres en forma indiscriminada ocasiona la mortalidad de aves y mamíferos marinos, así como de otras especies sin valor comercial.

En Ecuador, la pesca industrial de especies pelágicas se concentra principalmente en el Golfo de Guayaquil y son usadas principalmente en la producción de harina y aceite de pescado. Sin embargo, la actividad pesquera más importante es también la del atún, cuya producción se concentra en el Puerto de Manta, el que cuenta con el 67% de la flota atunera activa, Tabla 4.

#### Descripción del sector pesquero

Población humana	12.650.000
Población humana relacionada con en sector pesquero 1998	140000
Exportaciones pesqueras <sup>TM</sup>	587.101
Captura de peces, crustaceos y moluscos, etc	592.547
Maricultura <sup>TM</sup> 2000	62.111
Total <sup>TM</sup> 2000	654.658
Especies extraídas por la pesca industrial pelágica	Langostino
Especies extraídas por la pesca en menor escala	Merluza
Maricultura	Camarón

Tabla 4

FAO 2000

En Ecuador, se ha desarrollado una significativa industria del camarón que constituye el tercer rubro en importancia para la exportación, después del petróleo y el banano. En los últimos quince años, en Ecuador y Colombia, grandes extensiones de manglares se han convertido en lagunas camaroneras, lo que se asocia a la destrucción de hábitats. En Muisne, más del 90% de los manglares han sufrido transformaciones desde 1986.

La industria camaronera ecuatoriana posee una infraestructura con un potencial que todavía puede ser explotado. El sector se ha propuesto llegar a todos los mercados consumidores con productos de calidad, Tabla 5.

### Tala de manglar

AÑO	Manglar Talado ha
1984	182 157
1987	175 157
1991	162 186
1995	149 570
1999	100 000

Tabla 5

CENTRO DE LEVANTAMIENTO  
INTEGRADO POR RECURSOS  
NATURALES POR SENSORES  
REMOTOS (CLIRSEN)

#### *La expansión del cultivo de camarón*

En 1985, el Estado prohibió la explotación y tala de manglares. En 1986, se los declara "bosques protectores", incluyendo no sólo a las partes cubiertas por bosques sino de "otras especies forestales y áreas salinas incluidas dentro del ecosistema".

En consecuencia, el reglamento que rige la actividad camaronera prohíbe destruir o afectar manglares y alterar las propiedades físico-químicas y microbiológicas de los suelos con aptitud agrícola, ganadera y/o forestal (art. 13).

Esta expansión continuó hasta el aparecimiento del virus de la "mancha blanca", ingresada por los mismos empresarios en larvas importadas de Panamá, una vez que provocaron la sobre-explotación de las nativas y que les causó la mayor crisis ecológica sentida por este sector hasta la fecha, pues para Julio del 1999 colapsó la producción de las piscinas en un 70%.

Hasta antes del ingreso del virus de la "mancha blanca" y del virus de la "cabeza amarilla", en 1999, el sector camaronero basó su prestigio en el volumen de exportaciones alcanzadas. De hecho, por unos años se mantuvo como segundo exportador a nivel mundial, después de Tailandia. Sin embargo, las cifras de este éxito están asentadas sobre enormes costos que la industria camaronera cargó a cuenta de los ecosistemas costeros y de

los pueblos que han vivido de ellos tradicionalmente, por ser una actividad eminentemente orientada al mercado internacional, y por ser controlada por sectores empresariales de enorme influencia económica y política, no fue controlada ni sancionada por sus delitos ambientales y sociales; por el contrario, recibió ayuda (con corrupción o sin ella) para actuar con casi total impunidad.

## **Bosques**

Los países andinos tienen una superficie forestal que alcanza los 230 millones de hectáreas, equivalentes a casi el 25% de la superficie boscosa de América Latina y el Caribe, y al 6,5% del total mundial. También abarcan un área amazónica de aproximadamente 2 millones de km<sup>2</sup>, lo que significa cerca del 50% del territorio amazónico del continente, el Ecuador tiene en su territorio el 39.1% de bosque natural.

Uno de los problemas mas comunes en el tema de los bosques es la deforestación. Los impactos de la misma pueden ser analizados en diferentes niveles. En primer lugar, para los pueblos que habitan los bosques o que dependen de los mismos, la deforestación implica la pérdida de sus posibilidades de sobrevivencia como culturas autónomas. El bosque constituye su hogar y les provee de alimentos, medicinas, materiales de construcción, leña, agua y todos los elementos que aseguran el mantenimiento de la vida de la comunidad a largo plazo. La desaparición del bosque trae aparejada la pérdida de todos estos elementos y, por ende, la desnutrición, el aumento de las enfermedades, la dependencia, la aculturación y, en muchos casos, la emigración y la desaparición de la propia comunidad.

En segundo lugar, los bosques aseguran diversos servicios ambientales como la conservación del agua, los suelos, la flora y la fauna. Por tanto, su eliminación acarrea graves impactos como la ocurrencia de inundaciones, el agravamiento de las sequías, la erosión de suelos, la contaminación de los cursos de agua y la aparición de plagas. Tales impactos perjudican la vida y salud de las poblaciones de la región, así como sus actividades productivas.



Finalmente, la deforestación también implica graves impactos en todo el mundo. En efecto, la masa vegetal de los bosques ayuda a regular el clima global, tanto en materia de precipitaciones como de temperatura y régimen de vientos. Asimismo, los bosques constituyen un enorme reservorio de carbono y su eliminación contribuye a agravar el efecto invernadero. Al ser incendiados o cortados, el carbono almacenado durante siglos en los bosques se incorpora a la atmósfera y aumenta, así, su concentración.

En Ecuador la deforestación ha significado una pérdida de cubierta forestal de 189 mil hectáreas. La deforestación en el Amazonas se inició de manera simultánea al desarrollo de las actividades petroleras del Oriente en la década de 1970. La penetración de las zonas forestales vírgenes fue fomentada por la construcción de caminos, tarea apoyada por la política de gobierno. Las actividades petroleras abrieron nuevas zonas de la frontera agrícola en la región amazónica norte. Se ha estimado que hacia 1990 se habían construido unos 500 kilómetros de caminos para la explotación petrolera, lo cual llevó a la colonización de un millón de hectáreas de bosques tropicales y a una alteración de los sistemas de vida de ocho grupos indígenas , Tabla 6.

### **Deforestación en el Ecuador**

#### **Remanente (en millones de hectáreas)**

<b>AÑO</b>	<b>MILLONES DE HECTÁREAS</b>
1970	16.6
1980	14.3
1990	12.0
1995	11.1

Tabla 6

### **Atmósfera**

En términos de contaminación (estimaciones que se hicieron en Quito en 1995), se demostró que en las zonas céntricas de la ciudad, se llegaron a determinar niveles de concentración de hasta 28 µg/dl (microgramos de plomo por decilitro de sangre), cuando la OMS indica que el contenido máximo de plomo en la sangre debería ser de 10 µg/dl (Fundación Natura). Cabe resaltar

que en estudios recientes sobre la cantidad de monóxido de carbono en la sangre indican que los niños que asisten a las escuelas del centro de Quito presentan niveles del 5.9%, considerados neurotóxicos (Fundación Natura 2002).

Así para 1995 se emitieron más de 2500 toneladas de anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), 17.500 toneladas de hidrocarburos (HC), 85.000n toneladas de monóxido de carbono (CO) y 22.000 toneladas de óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Vale indicar que el sector de transporte es el que más emisiones contaminantes provoca (33% en 1998), seguido por los sectores residencial 21%, comercial 13%, e industrial a un 12%( Falconí 2002:124).

Debe indicarse que las emisiones de CO<sub>2</sub> causadas por el consumo de combustible fósiles en el Ecuador ha pasado en 3.4 millones de toneladas en 1970 a 18.9 millones de toneladas en 1997; esto significa, un cambio de niveles de emisión per cápita, de 569Kg de CO<sub>2</sub> A 157Kg de CO<sub>2</sub> en el mismo periodo.

La tabla 7 muestra la evolución del nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> en el país desde la década de los setenta hasta los noventa.

### Tasas de crecimiento anuales de las emisiones de CO<sub>2</sub> Por sectores y períodos (1970-1998)

Períodos/Sectores	Cogeneración de energía eléctrica	Refinería	No. Uso**	Industrial	Residencial y comercial	Transporte	Agricultura pesca, minas y construcción	Total CO <sub>2</sub>	Población	Emisiones de CO <sub>2</sub> por persona
1970-1980	13.1%	23.2%	22.8%	7.9%	-0.5%	11.3%	14.5%	7.8%	2.9%	5.0%
1980-1990	-11.7%	-12.5%	3.1%	2.4%	1.0%	3.3%	-0.2	0.4%	2.5%	-2.1%
1990-1998	11.0%	-0.2%	4.0%	2.8%	2.4%	3.2%	2.8%	3.8%	2.1%	1.6%
1970-1998	3.7%	0.7%	6.9%	3.6%	1.2%	5.4%	6.5%	3.6%	2.6%	1.0%

\* Generación de energía eléctrica por medio de plantas de diesel y combustible

\*\* No uso de gas natural (quema de gas)

Nota: Las tasas de crecimiento fueron calculadas por medio de regresiones exponenciales

Tabla 7

OLADE-SIEE (1999)

En base al cuadro anterior, tomando en cuenta todos los sectores económicos, las emisiones de CO<sub>2</sub> han aumentado de 740.000 toneladas en 1970 a 23.400.000 en 1998, lo que significa un crecimiento de 3.6% anual (Falconí 2002:124). Nuevamente en términos per cápita, esto significa que las emisiones totales fueron de 1926 Kg en 1998, comparado contra 1243 Kg en 1970.

Como indica el cuadro, las emisiones por persona han crecido a una tasa del 1% anual entre 1970 –1998.

## **2.6 ECUADOR: DESARROLLO SOSTENIBLE**

### **2.6.1 PRESUPUESTO DEL SECTOR PUBLICO (1994 – 2003)**

En Ecuador, la Constitución de la República dispone que cada año, el Ejecutivo, por medio del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), remita al Congreso Nacional la proforma del presupuesto del gobierno central y del sector público en general, para su análisis y aprobación.

#### *2.6.1.1 Estructura y fines del presupuesto del sector publico*

El presupuesto del gobierno central y de las entidades autónomas es el principal instrumento de la política económica con que cuenta el Poder Ejecutivo. Su importancia tiene aún mayor énfasis en un contexto de dolarización, pues la política fiscal constituye la más importante de las políticas económicas.

La política fiscal, instrumentada por medio del presupuesto, debe guardar consistencia con el plan de desarrollo, el plan económico, el programa macroeconómico, el plan anual de inversiones, los planes y programas institucionales, los acuerdos y convenios internacionales, los supuestos de indicadores económicos, etc. En consecuencia, el presupuesto es el

instrumento que permite alcanzar objetivos económicos, como condición necesaria para cumplir los propósitos sociales, ambientales y de fomento a la producción que el país demanda, que constituyen el fin último de la política económica. De ahí que se espera que el presupuesto pueda:

- Contribuir al equilibrio y estabilidad macroeconómica
- Tender al equilibrio fiscal
- Limitar el endeudamiento
- Recuperar y mantener la credibilidad interna y externa
- Contribuir a la reducción de la pobreza y a una distribución más equitativa de los recursos
- Propiciar las condiciones para alcanzar la reactivación productiva
- Garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales y de la protección de la calidad ambiental

#### *2.6.1.2 Comportamiento de los ingresos públicos*

Durante el período analizado, 1995–2003, podemos observar, en la tabla 8, que el total de los ingresos del presupuesto del sector público no financiero, SPNF (Sector Público No Financiero), representa en promedio el 22,5% del producto interno bruto generado, siendo el año de menor participación el de 1998, época en la que se registra un decrecimiento de los ingresos del orden del 14,5 % en relación al año anterior, caída que en buena medida se explica por la disminución de los ingresos petroleros debido a pérdida de producción por desastres naturales, así como por la baja de los precios en los mercados internacionales del crudo.

En oposición, los años 2000 y 2002 son los de mayor participación de los ingresos del SPNF, cerca del 26%, con tasas de crecimiento de 17,3% y 27,13 % respectivamente, registrados básicamente por la conversión monetaria del sucre al dólar en el año 2000 y por el incremento de las recaudaciones tributarias.

**Relación de Ingresos del Sector Público respecto al PIB 1995-2003**  
**(Millones de dólares)**

<b>Año</b>	<b>Tasa de crecimiento del PIB</b>	<b>PIB en millones de USD</b>	<b>Ingresos en millones de USD</b>	<b>Relacion ingresos /PIB</b>	<b>Tasa de crecimiento de ingresos %</b>
1995	1,70	20 195	4598,90	0.2277	13,51
1996	2,40	21 267	4655,80	21,89%	1,24
1997	4,10	23 635	4713,50	19,94%	1,24
1998	2,10	23 255	4026,80	17,32%	-14,57
1999	-6,30	16 674	3515,20	21,08%	-12,70
2000	2,80	15 933	4126,10	25,90%	17,38
2001	5,10	21 024	4932,80	23,46%	19,55
2002	3,40	24 310	6271,10	25,80%	27,13
2003	3,00	26 844	6908,00	25,73%	10,15

Tabla 8 BANCO CENTRAL DEL ECUADOR – MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

*2.6.1.3 Evolución del gasto sectorial ambiental a nivel nacional*

Este acápite presenta la evolución del gasto ambiental por sectores, realizado por el gobierno central en el período: 1995–2003. Se registran los gastos de inversión de las instituciones que tienen competencia sobre la gestión ambiental en el Ecuador, los ministerios, organizaciones adscritas y organismos de desarrollo regional, Tabla 9.

Al examinar el manejo desde el gobierno central del gasto ambiental en el presupuesto general del Estado, claramente se destacan los años 1997 y 1998 como los de mayor inversión, posiblemente por los urgentes gastos de remediación y recuperación del crudo derramado en eventos catastróficos de la industria petrolera, como en el costeo de prevención, vía el reforzamiento del oleoducto frente a probables desastres de deslaves y terremotos.

### Evolución del gasto ambiental 1995-2003

Año	PIB (Millones de USD)	Gasto ambiental (Millones de USD)	Gasto ambiental/PIB %	Gasto ambiental ajustado a	Gasto ambiental ajustado /PIB
1995	20 195	148	0,73%	32	0,16%
1996	21 267	168	0,79%	35	0,16%
1997	23 635	250	1,06%	90	0,38%
1998	23 255	261	1,12%	192	0,83%
1999	16 674	120	0,72%	41	0,24%
2000	15 933	34	0,21%	8	0,05%
2001	21 024	214	1,02%	26	0,12%
2002	24 310	138	0,57%	34	0,14%
2003a	26 844	33	0,12%	7	0,03%

a Gasto ambiental ajustado expresa la sustracción de los valores consignados en el sector agropecuario ajustados por organismos de desarrollo regional en sentido amplio y no específico a tareas ambientales

Tabla 9

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANANZAS

### Participación en el gasto por sector 1995-2003

código	Sectores	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Todo el periodo
3	Administrativo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	Ambiente	1	1	0	1	2	4	6	10	11	3
9	Educación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Agropecuario	87	85	66	27	67	79	80	76	80	69
14	Recursos Naturales	11	13	32	72	31	16	5	13	5	28
15	Industrias y comercio	1	1	1	0	0	1	3	1	3	1
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 10

SUBSECRETARIA DE PRESUPUESTOS,  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

En la Tabla 10 se puede observar la alta participación del sector agropecuario obedece a que en éste se incluyen las corporaciones de desarrollo regional, micro regional y provincial, donde las asignaciones para obras públicas son las de mayor monto, sobre todo las de el Centro de Rehabilitación de la Provincia de Manabí, CRM, que registra rubros de hasta \$59 millones de USD en el año del Fenómeno del Niño (1998), mientras la Corporación de Desarrollo del Guayas, CEDEGE, en la Provincia del Guayas contó bajo el rubro de obras públicas con cerca de \$79 millones de dólares en el 2001; en ambos casos dichas asignaciones están asociadas a programas de inversión específicos de riego, reconstrucción vial ante desastres y recuperación de suelo para usos agropecuarios, lo cual explica sustancialmente la excesiva fluctuación de los rubros por sector en el período analizado.

**Gastos en temas ambientales por sector, institución y grupo  
1995-2003**

Año	Sector administrativo	Sector ambiente	Sector educación	Sector agropecuario	Sector de recursos naturales	Sector de industrias y comercio	TOTAL
1995	133 097	820 588	90 316	128 927 189	16 832 993	1 316 111	148 120 294
1996	319 860	971 297	108 157	144 055 131	21 833 064	1 202 633	168 490 141
1997	1 679 236	1177 433	81 411	164 887 684	80 668 260	1 350 290	249 844 315
1998	152 484	2 414 755	68 441	70 211 599	186 883 896	997 227	260 728 402
1999	0	2 634 737	52 404	80 416 460	36 814 708	552 988	120 471 296
2000	0	1 347 746	26 454	26 476 153	5 467 827	210 748	33 528 927
2001	0	12 253 726	43 257	188 798 179	11 243 259	1 291 779	213 630 200
2002	0	13 208 664	73 079	105 213 894	18 017 385	1 245 554	137 758 575
2003a	0	3 600 923	65 661	26 280 597	1 721 619	1 008 213	32 677 014

Tabla 11

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR – MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

En términos nominales en la tabla 11 podemos observar que el gasto promedio en el período 1995–2003 alcanzó \$151,6 millones de dólares corrientes, registrándose los picos más altos en 1997, 1998 y en el 2001, de manera coincidente con las asignaciones explicadas anteriormente para el sector energía y obras de fomento agropecuario, a través de organismos de desarrollo regional. Los niveles más bajos de gasto en temas ambientales se registran en los años 2000 y 2003, períodos cuando no se realizan asignaciones importantes para obras públicas en el sector agropecuario, ni transferencias corrientes voluminosas hacia el Ministerio de Energía y Minas.

**Inversión en Ambiente respecto al PIB a los volúmenes de inversión total del sector público 1995- 2003**

<b>AÑO</b>	<b>inversión total del sector publico (Millones de dolares)</b>	<b>Inversión Ambiental (Millones de dolares)</b>	<b>Inversión Ambiental/ PIB</b>	<b>Investión Ambiental/ Inversión total</b>
1995	20 195	1187,9	0,07	0.01
1996	21 267	1448,6	0,09	0.01
1997	23 635	1249,8	0,06	0.01
1998	23 255	1154,6	0,08	0.02
1999	16 674	999,7	0,07	0.01
2000	15 933	794,5	0,10	0.02
2001	21 024	396,3	0,19	0.03
2002	24 310	581,6	0,21	0.03
2003a	26 844	460,4	0,21	0.01

Tabla 12 BANCO CENTRAL DEL ECUADOR – MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS – BANCO ECUATORIANO DEL ESTADO

Como podemos observar en la Tabla 12, el país estaría invirtiendo en las tareas ambientales apenas doce centavos por cada \$100 dólares de producción del país, y apenas dos dólares por cada 100 dólares de los que invierte en el sector público, del total de la producción del país en inversión ambiental, en promedio en el período analizado. Si relacionamos estos datos con el número de hogares existentes en el país, llegaríamos a establecer que dos diez milésimas de centavo de dólar por



familia se invierte en el mejoramiento de la calidad ambiental y la conservación de nuestro patrimonio natural, y aún considerando un sub registro de ciertas cuentas ambientales, más el gasto privado, sin embargo la situación descrita demuestra una inconsistencia de política de gasto responsable en el manejo ambiental en el Ecuador, que debe ser revertida en el corto plazo.

## **2.7EL MERCADO ENERGETICO EN ECUADOR**

### **2.7.1 ANÁLISIS ELÉCTRICO – ECONÓMICO**

#### *2.7.1.1 Generación e importación*

##### **Potencia en centrales de generación**

A diciembre de 2005, sin considerar la Potencia contratada por las Interconexiones con Colombia y Perú, Ecuador poseía una capacidad de generación nominal instalada de 3 567 MW, con una potencia efectiva de 3 331 MW.

La demanda máxima coincidente en bornes de generación en el S.N.I. (Sistema Nacional Interconectado) alcanzó los 2 424 MW el 26 de abril de 2005 y de 2 325 MW a nivel de puntos de entrega, que indica un incremento de 23 MW equivalente al 0,96% con referencia al año 2004.

La Potencia Efectiva de generación e importación en el país a diciembre de 2005 fue de 3 671 MW, de los cuales 3 526MW (96,06%) están incorporados al S.N.I. y 145 MW (3,94%) en sistemas aislados.

El total de potencia efectiva corresponde a: 1 748 MW (47,66%) en hidráulicas, 572 MW (15,57%) térmicas a gas que operan con diesel, 152 MW (4,12%) térmicas de gas natural, 388 MW (10,56%) MCI -Motor de Combustión Interna-, 471 MW (12,82%) térmica a vapor, 0,02 MW (0,00%) fotovoltaica, 240 MW (6,54%) interconexión con Colombia y 100 MW (2,72%) interconexión con Perú.

Las Empresas Distribuidoras Esmeraldas, Los Ríos y Milagro, no tuvieron producción de energía en este año, especialmente por falta de combustible y por deterioro en sus equipos; sin embargo sus unidades de generación aún no han sido dadas de baja.

### **Producción de energía**

En el Año 2005, el Ecuador tuvo una generación bruta total de 15 127,47 GWh de la cual 13 552,06 GWh se entregaron al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

### **Energía importada y producida en el 2005**

<b>Tipo de central</b>	<b>Energía Bruta(MWh)</b>
Hidráulica	6.882.639
Térmica a gas	1.239.429
Térmica a gas natural	1.030.292
Térmica MCI	1.390.058
Térmica Vapor	2.861.591
Fotovoltaica	12
Importación	1.723.446
<b>TOTAL</b>	<b>15.127.468</b>

Tabla 13 CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

El total de energía bruta incluye la producción de las Empresas Generadoras (11 337,13 GWh → 74,94%), Distribuidoras con generación (721,66 GWh → 4,77%), Autoproductoras (1 345,23 GWh → 8,89%) y la Importación desde Colombia y Perú (1 723,45 GWh → 11,39%). Así mismo, de este total, 6 882,20 GWh → 45,50% fue de origen hidráulico, 6 521,38 GWh → 43,11% térmico y solar y 1 723,44 GWh → 11,39% por importación, Tabla 13.

Para la generación térmica se utilizó combustible en las siguientes proporciones: Tabla 14.

### Cantidad de combustible utilizado para la generación térmica

Tipo de combustible	Proporción (millones de galones)
Fuel Oil	201,29 millones de galones
Diesel	120,64 millones de galones
Nafta	256,50 millones de galones
Gas natural	13 149 millones de pies cúbicos de gas
Crudo	15,06 millones de galones
Bagazo	582,16 miles de toneladas

Tabla 14

CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

### Importación de energía

La Importación de energía desde Colombia se realizó mediante las líneas de transmisión a 138 kV (IpiALES-Tulcán → 4,39 GWh), a 230 kV (Jamondino-Pomasqui Circuito 1 → 855,80 GWh y Circuito 2 → 855,80 GWh). Así mismo la importación desde Perú fue de 7,44 GWh (A través de la línea Zorrillos-Machala), Tabla 15.

### Importación de energía

País	GWh	USD
Colombia	1716	148,55 millones
Perú	7.44	1,85 millones

Tabla 15

CONSEJO NACIONAL  
DE ELECTRIFICACIÓN

## Transacciones de ventas totales de energía

### Transacciones totales de venta de energía generadoras

<b>EMPRESA</b>	<b>Energía Vendida (MW)</b>	<b>Energía Vendida USD</b>	<b>Promedio medio de Venta</b>
CATEG-G	316.853	27.878.526	12,97
Elecaustro	264.985	14.181.579	6,17
Electroguayas	1.697.531	132.753.840	9,83
Electroquil	595.418	51.815.508	11,50
EMAAP-Q	56.675	2.482.237	5,31
Hidroagoyán	932.203	24.146.612	3,49
Hidronación	565.977	25.330.516	5,34
Hidropaute	4.632.480	152.215.337	3,90
Intervisa	277.202	24.700.119	12,99
Machala Power	799.146	61.363.896	9,29
Termoesmeralda	875.931	47.092.887	6,57
Termopichincha	228.865	19.120.463	10,68
Ulysseas	43.32	3.435.186	9,48

Tabla 16

CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

### Transacciones Totales de Energía Distribuidoras

<b>EMPRESA</b>	<b>Energía Vendida (MW)</b>	<b>Energía vendida USD</b>	<b>Promedio medio de Venta</b>
Ambato	89.706	6.940.922	8,20
Azogues	43.403	1.571.201	4,34
Bolívar	4.438	296.373	3,31
Centro Sur	84.112	3.175.769	3,78
Cotopaxi	121.722	7.449.808	6,34
Oro	5.02	503.445	15,28
Manabí	8.503	806.369	12,26
Norte	45.985	3.477.049	1,57
Quito	378.064	13.747.699	4,80
Riobamba	95.636	6.500.028	7,61
Sta. Elena	4.12	425.6	13,15
Sur	33.097	3.057.223	8,04

Tabla 17

CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

### Transacciones totales de energía autoproductoras

<b>EMPRESA</b>	<b>Energía Vendida (MW)</b>	<b>Energía Vendida USD</b>	<b>Promedio medio de Venta</b>
Agua y Luz de	601	18.026	3,00
Ecoelectric	1.427	146.634	10,28
Ecoluz	27.351	1.066.693	4,69
EMAAP-Q	45.074	1.854.792	3,93
Hidroabánico	442	893	0,20
Hidroimbabura	17	606	3,50
IMMejía	7.397	262.237	3,55
Internacional	665	15.988	2,40
Lucega	15.394	1.120.478	10,04
Molinos La Unión	3.694	147.776	4,00
Perlabí	204	4.9	2,40
Repsol YPF	3.391	233.156	6,88
San Carlos	19.38	1.991.071	10,23

Tabla 18

CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

### Transacciones de ventas totales de energía por empresa

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Energía Vendida (MWh)</b>	<b>Energía Vendida USD</b>	<b>Precio medio de venta c/MWh</b>
Generadora	11.286.587	586.516.708	6,52
Distribuidora	913.805	47.951.495	5,63
Autoproduccion	125.039	6.863.253	6.863.253
Exportación	6.863.253	136.407	3,10
Importación	1.723.446		8,73

Tabla 19

CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

La facturación total por las transacciones de venta de energía (14 064,91 GWh) fue de USD 945,46 millones, de lo cual 6 962,42 GWh → 49,50% se vendieron por USD 686,64 millones → 72,62% en el Mercado Ocasional, 7 086,45 GWh → 50,38% por un valor de USD 258,32 millones → 27,32% en contratos a plazo y 16,03 GWh → 0,11% a un precio de USD 0,50 millones → 0,05% por la Exportación de Energía a Colombia.

## **2.7.2 ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR**

### *2.7.2.1 Utilización de energías limpias para la generación eléctrica*

Debido a la creciente demanda de energía y a la dependencia del consumo combustibles fósiles para la generación eléctrica, es importante orientar la formulación de propuestas para la aplicación de proyectos basados en energías limpias, las mismas que tienen como objetivos mejorar las condiciones ambientales y preparar al país ante una inevitable sustitución del petróleo como una fuente principal de energía.

Los impactos derivados de estas energías son de menor dimensión y más localizados. Por lo tanto más fácilmente corregibles o controlables. Además sus efectos no son permanentes ya que no se prolongan después de la utilización de la fuente energética.

La generación de energía tradicionales como el carbón, petróleo, gas natural o combustibles radiactivos produce un impacto ambiental 31 veces superior a las energías limpias, como el viento, el agua o el sol. Dentro de las energías limpias tenemos la eólica, biomasa, solar y hidroeléctrica.

#### **Energía de la Biomasa**

Se conoce como biomasa energética al conjunto de materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial.

1. Residuos forestales procedentes de diversos tratamientos silvícolas, como entresacas, podas o limpieza de matorrales.
2. Residuos agrícolas de diferentes podas de cultivos leñosos como olivos, vides y frutales. También residuos de cultivos de cereales como el centeno, maíz, trigo, sorgo o arroz e incluso se utilizan los residuos de otros cultivos herbáceos como el tabaco, remolacha, algodón y girasol.
3. Residuos de industrias forestales, procedentes en su mayoría de industrias de tratamiento de madera, chapa de madera, corcho o papel.
4. Residuos biodegradables de industrias agroganaderas y agroalimentarias y también los procedentes de actividad urbana, entre los que destaca el biogas procedente de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas y de los Residuos Sólidos Urbanos.
5. Cultivos energéticos y biocarburantes. El aprovechamiento de los recursos de la biomasa vegetal se ha usado tradicionalmente y cada vez adquiere mayor relevancia por su potencial económico, ya que existen importantes volúmenes anuales de producción agraria, cuyos subproductos se pueden usar como fuente de energía e incluso ya se están potenciando los llamados cultivos energéticos, específicos para este fin. Muchas industrias ya utilizan estos recursos como las de transformación agraria, sobretudo las refinerías de aceite, ladrilleras y cementeras.

Los cultivos energéticos se usan para combustibles de automoción. Con un aprovechamiento adecuado de residuos agrícolas, forestales y ganaderos se podría incrementar el uso de estos recursos.

### **Energía Eólica**

El aprovechamiento del viento como recurso energético presenta el inconveniente de que requiere una serie de condiciones de emplazamiento que restringen de forma significativa la difusión de este sistema, aunque la

innovación tecnológica hace que en la actualidad sea un modelo competitivo a nivel internacional para la generación comercial de electricidad.

En el año 1999, la energía eólica fue la fuente energética de más rápido desarrollo en el mundo, con un crecimiento medio del 40,2% a escala mundial entre 1994-1998 y 10.000 MW de capacidad instalada en más de 50 países, liderados por Dinamarca, Alemania y España. La energía eólica suministra casi el 10% de las necesidades eléctricas de Dinamarca, pero en el ámbito mundial supone sólo un 0,15%. El informe señala el destacado papel de España en el contexto mundial de la energía eólica: De los 10.153 MW instalados en el mundo a fin de 1998, 880 MW estaban en España, que ocupa el tercer puesto de Europa y el quinto del mundo. El potencial técnico eólico en España equivale a cerca de la mitad del consumo eléctrico total, por lo que nuestro país podría llegar a cubrir fácilmente el 20% del consumo con energía eólica (límite técnico actual).

El índice de crecimiento medio en España en los últimos 3 años ha sido del 87,7%, el mayor del mundo. La media mundial ha sido del 27%. Las primas a la electricidad de origen eólico han sido claves en el desarrollo experimentado en Alemania, Dinamarca, Holanda, Suecia y España. Para alcanzar el 10%, el informe pide a los gobiernos: que establezcan objetivos en firme, que eliminen barreras inherentes en el sector eléctrico, que detengan las subvenciones a los combustibles fósiles y a la nuclear, y que introduzcan una serie de mecanismos legales para apoyar económicamente y dar prioridad a la entrada de la energía eólica en el mercado.

La energía eólica produce, sin embargo, ciertas alteraciones en el medio físico y socioeconómico. Además afectan a la avifauna (mortalidad de aves por colisión y electrocución), al paisaje, movimientos de tierras, con el consiguiente destrucción de la vegetación y hábitas de algunos animales e incluso aumento de los niveles sonoros, por lo que es necesario hacer un estudio de impacto ambiental y corregir en lo posible estas perturbaciones.



## **Energía Solar**

El sol ha sido una constante fuente energética a través de la evolución de la humanidad y en las diferentes áreas de actividad que el hombre ha desarrollado, como la agrícola, urbana o industrial. Pero para conseguir un aprovechamiento completo ha sido necesario aplicar una serie de sistemas de captación que se han ido desarrollando a medida que avanzaba la tecnología. Esta energía posee como ventajas su elevada calidad energética, su escaso impacto ecológico y su largo período de duración. Los inconvenientes se deben a que llega a la tierra de forma dispersa y además no se puede almacenar de forma directa.

### **Energía solar térmica.**

Se trata de recoger la energía del sol a través de paneles solares y convertirla en calor. El calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. Por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para dar calefacción a hogares, hoteles, colegios o fábricas. También, se podrá conseguir refrigeración durante las épocas cálidas. En agricultura se pueden conseguir otro tipo de aplicaciones como invernaderos solares que favorezcan las mejoras de las cosechas en calidad y cantidad, los secaderos agrícolas que consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, y plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir ningún tipo de combustible.

### **Energía solar fotovoltaica**

La energía del sol se recoge en paneles solares y se convierte en electricidad. Esta se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico que se produce al incidir la luz sobre unos materiales semiconductores, generándose un flujo de electrones en el interior del material, y en condiciones adecuadas, una diferencia de potencial que puede ser aprovechada con múltiples aplicaciones como la de la electricidad, tanto doméstica como en servicios públicos. Es especialmente importante para aquellos lugares aislados, granjas o caseríos. También se puede aplicar en agricultura y ganadería, no solo en electrificación sino también en sistemas de bombeo de aguas, de riego, depuración...etc. Las células

solares se usan también en calculadoras, relojes o juguetes. En señalización y comunicaciones pueden desarrollar un papel muy importante, tanto en navegación aérea como marítima, así como de carreteras y ferrocarriles, en repetidores de radio y TV, telefonía móvil, satélites artificiales o en aplicaciones especiales como oxigenación de aguas y vehículos eléctricos.

### **Energía Hidroeléctrica**

Uno de los recursos más importantes cuantitativamente en la estructura de las energías renovables es la procedente de las instalaciones hidroeléctricas y además es una fuente energética limpia y autóctona. Estos recursos nos los ofrece la naturaleza de forma gratuita, solo hay que construir las infraestructuras necesarias para aprovechar el potencial disponible con un coste nulo de combustible.

Dentro de este tipo de instalaciones son muy importantes las centrales de pequeña potencia, ya que no necesitan de grandes embalses reguladores y provocan un menor impacto ambiental.

Estas pequeñas centrales necesitan de unas instalaciones que transformen la energía potencial de un curso de agua en energía eléctrica disponible. Según su forma de implantación se clasifican en centrales fluyentes, de pie de presa, y centrales en conducciones de riego o de abastecimiento.

El problema de este tipo de energía es que depende de las condiciones climatológicas.

## 2.8 MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

### 2.8.1 EFECTO INVERNADERO Y CONVENCIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

#### 2.8.1.1 Efecto Invernadero y sus Impactos



El clima de la Tierra está dirigido por un flujo de energía continuo desde el Sol. Esta energía llega principalmente en la forma de luz visible. Aproximadamente un 30 % es devuelta al espacio en forma inmediata, pero la mayoría del restante 70% pasa a través de la atmósfera para calentar la superficie terrestre.

La Tierra debe enviar esta energía de vuelta al espacio en la forma de radiación infrarroja. Estando mucho más fría que el Sol, la Tierra no emite energía como luz visible. En cambio, emite radiación infrarroja o radiación térmica. Esta radiación es similar al calor que arroja una estufa eléctrica o un grill antes de que las barras comiencen a ponerse rojas.

Los GEI en la atmósfera bloquean la radiación infrarroja y no le permiten escapar directamente desde la superficie al espacio. La radiación infrarroja no puede pasar directamente a través del aire como la luz visible. En su lugar, la mayor parte de la energía que sale de la Tierra es transportada hacia afuera de

la superficie por las corrientes de aire, escapando finalmente hacia el espacio desde las alturas por sobre las capas más gruesas del manto de los GEI.

Los principales gases de efecto invernadero son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, el metano, el óxido nitroso y los halocarbonos y otros gases industriales. A excepción de los gases industriales, los demás se producen en forma natural. Juntos, constituyen menos del 1% de la atmósfera. Esto es suficiente para producir un efecto invernadero natural que mantiene al planeta unos 30°C más caliente de lo que estaría si no existieran, siendo entonces esenciales para la vida, tal como la conocemos.

Los niveles de todos los GEI clave (con la posible excepción del vapor de agua) han experimentado un crecimiento como resultado directo de la actividad humana. Las emisiones de dióxido de carbono (principalmente proveniente de la combustión de carbón, petróleo y gas natural), metano y óxido nitroso (debido principalmente a la agricultura y a los cambios en el uso de la tierra), el ozono (generado por los escapes de gases de los autos y otras fuentes) y los gases industriales de larga vida como los CFCs HFCs y PFCs están cambiando la forma en que la atmósfera absorbe la energía. Los niveles de vapor de agua también pueden estar creciendo debido a una “retroacción positiva”. Todo esto está sucediendo a una velocidad sin precedentes; este resultado se conoce como un “incremento del efecto invernadero”.

El sistema climático debe ajustarse a los niveles en aumento de los GEI para mantener el balance energético global. A largo plazo, la Tierra debe deshacerse de energía en la misma proporción en que la recibe del Sol. Puesto que el manto más grueso de los GEI reduce la pérdida de energía en el espacio, el clima debe cambiar de alguna forma para restaurar el balance entre la energía que ingresa y la que sale.

Este ajuste incluirá; un “calentamiento global” de la superficie de la Tierra y de la atmósfera baja. El calentamiento es el modo más simple que adopta el clima, para disipar la energía extra. Sin embargo aún un pequeño aumento en la

temperatura será acompañado por muchos otros cambios: por ejemplo, en los patrones de la cubierta nubosa y de los vientos. Algunos de estos cambios pueden actuar para aumentar el calentamiento (retroacción positiva) y otros para contrarrestarlo (retroacción negativa).

Los modelos climáticos prevén que la temperatura media global aumentará entre 1,4°C y 5,8 °C para el año 2100. Esta proyección se hace utilizando el año 1990 como “año base” y asumiendo que no se adoptarán políticas para minimizar el cambio climático.

Las emisiones del pasado ya han comprometido a sufrir un cierto grado de cambio climático. El clima no responde en forma inmediata a las emisiones, por este motivo continuará cambiando durante cientos de años, incluso si las emisiones de los GEI se reducen y los niveles atmosféricos dejan de aumentar. Llegar a apreciar completamente algunos impactos importantes del cambio climático, tales como el aumento pronosticado en el nivel del mar, requerirá incluso más tiempo.

Existe nueva evidencia más fehaciente que lleva a afirmar que el cambio climático ya ha comenzado. El clima varía en forma natural, lo que hace difícil identificar los efectos del aumento de los niveles de GEI. Sin embargo, un conjunto de observaciones cada vez mayor, traza la imagen colectiva de un mundo en fase de calentamiento. Por ejemplo, el patrón de las tendencias de la temperatura en las últimas décadas se parece al patrón de calentamiento por efecto invernadero pronosticado por los modelos; es improbable que estas tendencias se deban completamente a las fuentes conocidas de la variabilidad natural.

### **Los Gases de Efecto Invernadero (GEI)**

Los GEI controlan los flujos de energía en la atmósfera al absorber la radiación infrarroja emitida por la Tierra. Actúan como un manto que mantiene la superficie de la Tierra unos 20°C más caliente de lo que estaría si la atmósfera contuviera solamente oxígeno y nitrógeno. Los oligogases que causan el efecto

invernadero natural representan menos del 1% de la atmósfera. Sus niveles son determinados por un balance entre “fuentes” y “sumideros”; fuentes son procesos que generan GEI; sumideros son procesos que destruyen o eliminan estos gases. Sin contar a los químicos industriales como los CFCs y HFCs, los GEI han estado presentes naturalmente en la atmósfera durante millones de años. Los seres humanos, sin embargo, están modificando los niveles de los GEI al introducir nuevas fuentes/incrementar la capacidad de las conocidas o interferir con los sumideros naturales.

El más grande contribuyente al efecto invernadero natural es el vapor de agua, su presencia en la atmósfera no se ve afectada directamente por la actividad humana. El vapor de agua es un constituyente vital de la atmósfera, en promedio 1% por volumen, aunque con variaciones significativas en las escalas temporales y espaciales. Por su abundancia es el gas de invernadero de mayor importancia, jugando un rol de vital importancia en el balance global energético de la atmósfera.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es actualmente responsable de más del 60% del “aumento” del efecto invernadero. Este gas existe naturalmente en la atmósfera, pero la quema de carbón, petróleo y gas natural libera el carbono almacenado en estos “combustibles fósiles” a una velocidad sin precedentes. De igual forma, la deforestación libera el carbono almacenado en los árboles. Las emisiones anuales actualmente llegan a 23 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono, es decir, prácticamente el 1% de la masa total de dióxido de carbono que existe en la atmósfera. El dióxido de carbono que se produce a partir de la actividad humana, ingresa al ciclo natural del carbono. Muchos miles de millones de toneladas de carbono se intercambian en forma natural cada año entre la atmósfera, los océanos y la vegetación terrestre. El intercambio en este sistema natural complejo y masivo es precisamente equilibrado; los niveles de dióxido de carbono parecen haber variado menos de un 10% durante los 10.000 años previos a la industrialización. En 200 años desde 1800, sin embargo, estos niveles han aumentado más de un 30%. Incluso aunque la mitad de las emisiones de la actividad humana sea absorbida

por los océanos y la vegetación terrestre, los niveles atmosféricos seguirán aumentando por sobre el 10% cada 20 años.

Los niveles de metano ( $\text{CH}_4$ ) ya se han multiplicado por 2,5 durante la era industrial. Las nuevas fuentes principales de este poderoso GEI están en las actividades agrícolas, en particular, la plantación de arroz de regadío y la expansión de la cría de ganado. Las emisiones de los botaderos de basura/rellenos sanitarios y de las emisiones fugitivas de las minas de carbón y de la producción de gas natural también son factores que contribuyen a este aumento. El metano se elimina de la atmósfera por intermedio de reacciones químicas que son muy difíciles de modelar y pronosticar. El metano de las emisiones pasadas contribuye actualmente al 20% del aumento al efecto invernadero. El acelerado aumento del metano comenzó más recientemente que el de dióxido de carbono, sin embargo, la contribución del metano se le acerca rápidamente. De todas formas, el metano tiene una vida atmosférica efectiva de 12 años, en tanto que el dióxido de carbono sobrevive mucho más tiempo.

Los óxidos nitrosos ( $\text{N}_2\text{O}$ ), una serie de gases industriales y el ozono contribuyen al restante 20 % de aumento del efecto invernadero. Los niveles de los óxidos nitrosos han aumentado en un 16% principalmente debido a una agricultura más intensiva. En tanto que los Clorofluorocarbonos (CFCs) se están estabilizando debido a los controles sobre las emisiones que se introdujeron bajo el Protocolo de Montreal para proteger a la capa estratosférica de ozono, los niveles de los gases de larga vida como los HFCs y los PFCs y el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) están aumentando.

Las emisiones de GEI de la humanidad ya han perturbado el balance energético global en aproximadamente 2,5 Watts por metro cuadrado. Esto equivale al 1% del ingreso neto de la energía solar que dirige el sistema climático. Un 1% puede parecer una cifra insignificante, pero si se toma en cuenta en toda la superficie de la Tierra, suma la energía liberada por la quema de 1.8 millones de toneladas de petróleo por minuto, o más de 100 veces el

consumo de energía comercial actual de todo el mundo. En la medida en que los GEI son solamente un subproducto del consumo de energía, es irónico que el monto de energía que efectivamente utiliza la humanidad sea minúsculo cuando se lo compara con el impacto de los gases de efecto invernadero sobre los flujos de energía naturales en el sistema climático.

Las emisiones de GEI en el futuro dependerán de las tendencias sociales, tecnológicas y económicas y de la evolución de la población mundial. El nexo con la población es el más claro: cuanta más gente, hay mayor posibilidad de que aumenten las emisiones. El nexo con el desarrollo económico es menos claro. Los países industrializados generalmente emiten una cantidad mayor per. capita que los países en desarrollo. Sin embargo, países con niveles económicos similares pueden tener muy diferentes tasas de emisión dependiendo de sus circunstancias geográficas, sus fuentes de energía, y la eficiencia con la que utilizan esa energía y otros recursos naturales.

Como guía para los responsables de políticas, los economistas diseñan los “escenarios” futuros. Un escenario no es una predicción. Por el contrario, es una forma de investigar las implicaciones de ciertas hipótesis particulares sobre las tendencias futuras, que incluyen políticas sobre los GEI. Dependiendo de estas hipótesis (que pueden ser equivocadas), un escenario puede proyectar un nivel de emisiones en aumento, estable o en descenso.

Recientemente, se han desarrollado cuatro líneas evolutivas como base para elaborar los escenarios. Las cuatro familias de escenarios resultantes contienen un total de 40 escenarios individuales:

- Una primera línea evolutiva describe un mundo futuro marcado por un crecimiento económico muy rápido, una población mundial que alcanza su nivel más alto a mitad del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de nuevas tecnologías más eficientes;



- Una segunda línea evolutiva es similar a la primera pero asume una rápida transición hacia una economía más limpia en base a los servicios y a la información;
- Una tercera línea describe un mundo en el que la población continúa creciendo, las tendencias de desarrollo económico son regionales y no mundiales, y el crecimiento económico per. capita y el cambio tecnológico son más lentos y más fragmentados, y;
- Una cuarta, pone el énfasis en las soluciones locales y regionales hacia la sustentabilidad con un crecimiento lento pero sostenido de la población y un desarrollo económico medio.

Ninguno de estos escenarios asume explícitamente que se implementará la Convención sobre el Cambio Climático, ni que se adoptarán políticas para lograr cumplir las metas de reducción de emisiones del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, incluyen escenarios donde el énfasis en el uso de combustibles fósiles es menor que el actual.

Los compromisos internacionales existentes podrían reducir en algo la rapidez con que aumentan las emisiones. Según los compromisos de la Convención sobre Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto, los países desarrollados deben reducir sus emisiones de GEI a los niveles de 1990 y un 5% por debajo de estos niveles, respectivamente. Esto constituye un primer paso importante, pero solamente significa una contribución pequeña hacia la meta final de lograr la estabilización de las concentraciones de los GEI en la atmósfera.

La reducción de las incertidumbres sobre los impactos del cambio climático y los costos de las distintas opciones de respuesta es vital para los responsables de las políticas. Estabilizar o reducir las emisiones en todo el mundo tendría consecuencias sobre casi todas las actividades humanas. Para decidir si vale la pena, será necesario saber cuanto costaría y cuales serian las

consecuencias negativas que debería sufrir si se deja que las emisiones crezcan.

Como resultado del aumento de concentraciones de gases invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos (Houghton *et al.*, 1990, 1992). Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que harán aumentar la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C . Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren. Hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales (EEI, 1997).

Los últimos estudios apuntan hacia una alza en la temperatura de 1,4°C a 5,80°C acompañada de un crecimiento de 80 cm en el nivel del mar producido por el derretimiento de las capas polares. Se espera que los cambios de temperatura facilitarán la migración de enfermedades como el cólera y el dengue, y afectarán la capacidad de producción alimenticia mundial debido a los cambios en las franjas agrícolas. Finalmente se sospecha que el calentamiento global está agudizando condiciones climáticas extremas alrededor del mundo, resultando en un aumento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos naturales tales como el de El Niño, sequías, inundaciones, tormentas y huracanes.

Los efectos del cambio climático serán más agudos sobre los países en desarrollo, tanto por su localización en las zonas tropicales, como por su menor capacidad de adaptarse a las nuevas condiciones. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), máxima autoridad científica en la materia, estima que con una duplicación en la concentración de GEI en la atmósfera, el costo de los efectos de cambio climático podrían llegar a equivaler entre el 5-9% del Producto Interno Bruto en países en desarrollo, un costo tres veces mayor al costo ocasionado en países industrializados.

Las emisiones pasadas y presentes han comprometido de algún modo la existencia del cambio climático en el siglo XXI. La adaptación a estos cambios

requerirá una comprensión adecuada de los sistemas socioeconómicos y naturales, su sensibilidad al cambio climático, y su capacidad inherente de adaptación. Afortunadamente, hay algunas estrategias disponibles para la adaptación a los efectos previstos del cambio climático.

La comunidad internacional aborda este desafío a través de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Esta fue adoptada en el año 1992 y cuenta actualmente con 185 miembros, la Convención busca estabilizar las concentraciones atmosféricas de GEI a niveles seguros. Compromete a todos los países a limitar sus emisiones, reunir la información relevante, desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático, cooperar con investigación y con temas tecnológicos. También compromete a los países desarrollados a tomar medidas que apunten a que las emisiones retornen a los niveles de 1990.

Aún así, hay una considerable incertidumbre con respecto a las implicaciones del cambio climático global y las respuestas de los ecosistemas, que a su vez, pueden traducirse en desequilibrios económicos (EEI, 1997). Este tema será de vital importancia en países que dependen fuertemente de recursos naturales.

Con respecto al impacto directo sobre seres humanos, se puede incluir la expansión del área de enfermedades infecciosas tropicales (Becker, 1997), inundaciones de terrenos costeros y ciudades, tormentas más intensas, las extinción de incontables especies de plantas y animales, fracasos en cultivos en áreas vulnerables, aumento de sequías, etc. (Lashof, 1997).

#### *2.8.1.2 Estrategias y Metodologías para estudios sobre la mitigación de gases efecto invernadero*

### **Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático**

La Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC) que fue firmada en la Cumbre Mundial en 1992 por 162 gobiernos se enfocaba específicamente en el problema. El objetivo principal de la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático (UNFCCC) es la

estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero a un nivel que no implique una interferencia peligrosa con el sistema climático, y que permita un desarrollo sostenible. Como las actividades relacionadas con la energía (procesado, transformación, consumo...) representan el 80% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a escala mundial y la energía es clave en el cambio climático.

Dentro de la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático se ha firmado el Protocolo de Kyoto en el que se establecen una limitaciones a las emisiones de los gases, o familias de gases, de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC's, HCFC's y SF<sub>6</sub>).

### **Protocolo de Kyoto**

El Protocolo de Kyoto, auspiciado por la ONU en su convenio sobre cambio climático, y firmado en 2002 por la Unión Europea, tiene como objetivo que los países pertenecientes al Anexo I (Países industrializados y Economías en Transición) reduzcan sus emisiones por debajo del volumen de 1990 un 5,1 %. En el caso de la Unión Europea el objetivo en conjunto de ésta es la reducción de un 8% para el período 2008-2012 con respecto a las emisiones de 1990.

El sector energético desempeña un papel de importancia fundamental en el desarrollo económico. Las medidas en el campo de la energía deben ser compatibles con los tres principios fundamentales: competitividad, seguridad de abastecimiento y protección medioambiental, buscando un crecimiento sostenible.

Asimismo el sector energético comprendiendo la extracción, producción, transporte y uso de la energía, es la fuente más importante de gases de efecto invernadero. Los principales gases de efecto invernadero producidos por el sector energético son el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles, así como el de las minas de carbón, en disminución, y de las instalaciones de hidrocarburos y gas.

Los sectores transformadores “producción de electricidad” y “refino” tienen una contribución al efecto invernadero del orden del 30% del total de gases de efecto invernadero.

Dentro del Protocolo de Kyoto están previstos 3 mecanismos de flexibilidad que posibilitan el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de manera diferente a las políticas y medidas domésticas..

1.- El comercio de permisos de derechos de emisión permite establecer un flujo de emisiones por medio de comercio de derechos de emisión de manera que las partes deficitarias puedan adquirir esos permisos y las partes excedentarias puedan venderlo y obtener así un beneficio, resultando neutro el balance global de emisiones.

2.- Mecanismos basados en proyectos (2): la Aplicación Conjunta (AC) para proyectos entre países del Anexo I ( con compromisos de reducción de emisiones) o los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) entre países del Anexo I ( con compromisos de reducción de emisiones).

## **2.8.2 MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO**

### *2.8.2.1 Mecanismos e instrumentos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto*

El Protocolo de Kyoto establece tres mecanismos flexibles para disminuir el coste de la reducción de emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) para los países incluidos en el Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUNCC) y son los siguientes:

#### **Aplicación conjunta (AC)**

Este mecanismo permite contabilizar a las Partes incluidas en el Anexo I de la CMNUCC, las **Unidades de Reducción de Emisiones (URE)** obtenidas en proyectos realizados en Partes del Anexo I, y cuyo objetivo sea la reducción de

emisiones antropógenas o el incremento de las absorciones de GEI. Está regulado por el Artículo 6 del Protocolo de Kyoto.

### **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)**

Este mecanismo, está regulado fundamentalmente por el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto, los acuerdos de Marrakech y las decisiones y recomendaciones que vaya tomando la Junta Ejecutiva del MDL. Permite, por un lado, ayudar al desarrollo sostenible de las Partes no incluidas en el Anexo I de la CMNUCC, mediante la ejecución de proyectos de tecnologías limpias; y por otro lado, permiten generar **Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE)**, que pueden ser contabilizados por los países Anexo I.

### **Comercio de emisiones (CE)**

Este mecanismo, regulado por el Artículo 17 del PK, permite la compra venta de emisiones entre las Partes incluidas en el Anexo I de la CMNUCC, para el cumplimiento de sus compromisos.

El objetivo que Naciones Unidas persigue con la introducción de estos mecanismos en el Protocolo de Kyoto, es facilitar a los Países Anexo I de la Convención (Países desarrollados y Países con economías en transición de mercado) el cumplimiento de sus compromisos de reducción y/o limitación de emisiones.

El objetivo fundamental del MDL es el desarrollo sostenible de los países en desarrollo, a través de la transferencia de tecnologías respetuosas con el medio ambiente, es decir, limpias y eficientes (*Sound Technologies*). Téngase en cuenta el carácter global que tiene el tema del cambio climático, ya que el efecto de las reducciones de emisiones es independiente del origen de éstas.

En el marco concreto de los proyectos de MDL, debe señalarse la necesidad del cumplimiento por las Partes de varios requisitos que, entre otros, pueden resumirse así:

- a) Ratificar el Protocolo
- b) Utilizar las metodologías aprobadas para la base de referencia y de vigilancia para determinar la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), así como contar con los sistemas de información y revisión necesarios
- c) Tener establecida la Autoridad Nacional Designada del País anfitrión para regular los proyectos MDL
- d) Establecer un Registro Nacional, donde se contabilicen los RCE asignados a la Parte, así como las transferencias y cancelaciones que puedan realizarse.

Los proyectos que se hayan iniciado después del 1 de enero de 2000 podrán ser registrados como proyectos de MDL, siempre y cuando se solicite su registro antes del 31 de diciembre de 2005. Los créditos obtenidos con estos proyectos pueden contabilizarse para el cumplimiento del primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto, que, como es sabido, abarca el quinquenio 2008 – 2012.

Cuando los países del Anexo I rindan cuentas del cumplimiento de sus compromisos recogidos en el PK, deberán presentar sus balances de emisiones de GEI, en los que se integrarán la disminución de emisiones alcanzados por las políticas aplicadas a sus sectores económicos, las deducciones por el incremento de absorción de sus sumideros, y las reducciones obtenidas mediante la utilización de los mecanismos del Protocolo de Kyoto.

Los proyectos acogidos al MDL se gestionan, a través de un organismo regulador, la Junta Ejecutiva del MDL (JE), y las reducciones o absorciones conseguidas con la ejecución de los proyectos deben ser verificadas y certificadas por Entidades Operacionales Designadas (EOD) acreditadas por la Conferencia de las Partes (COP).

Para llevar a buen fin un proyecto y obtener las CERs, las Partes participantes deberán demostrar una reducción real medible y prolongada en el tiempo de emisiones o secuestro de carbono, teniendo en cuenta el requisito de adicionalidad ambiental del proyecto, es decir, que la reducción conseguida de las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero (GEI) no se hubiera producido de no realizarse el proyecto registrado.

### 2.8.2.2 *Ciclo del Proyecto MDL*

Para que un proyecto pueda ser registrado bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio y, por lo tanto, generar reducciones que puedan ser certificadas internacionalmente, debe someterse a una serie de procesos de formulación, revisión y evaluación. Este conjunto de etapas y procedimientos se conoce comúnmente como el ciclo de un proyecto MDL y está compuesto por todos los pasos necesarios para que un determinado proyecto produzca CERs





## **Diseño del proyecto**

El primer y más importante paso es el diseño del proyecto, ya que un diseño bien elaborado y formulado aumenta las probabilidades de tener éxito.

La plantilla del PDD (Documento de Diseño de Proyecto) depende del tipo, tamaño del proyecto y de su impacto ambiental. La mayoría de proyectos deberían utilizar la plantilla oficial PDD del UNFCCC, pero si el proyecto es de pequeña escala también podría utilizar la plantilla PDD medioambientalmente más exigente "Gold Standard".

El documento PDD deberá incluir:

- El propósito del proyecto.
- Una explicación técnica del proyecto.
- Si la tecnología va a ser transferida y una explicación de como ésta transferencia va a ocurrir.
- Una descripción y justificación de los límites del proyecto.
- Una declaración de cuánto va a durar el proyecto.
- Identificar el periodo de acreditación que está siendo aplicado para:
  - Un máximo de siete años, que pueden ser renovados dos veces
  - Un máximo de diez años sin renovación
- Metodología de la línea base
- Cálculo de las emisiones de GEI
- Documentación y referencias sobre los impactos que son considerados significativos para la parte anfitriona, incluida una evaluación transfronteriza, social y/o de impacto ambiental.
- Información sobre cualquier fuente de fondos públicos para el proyecto y cómo estos fondos no afectan asistencias oficiales de desarrollo, y si no son parte de obligaciones financieras de las partes involucradas.
- Un resumen de comentarios del inversionista socio, incluyendo una descripción del proceso de sociedad, y cómo estos comentarios serán considerados en el proyecto.

## **Aprobación nacional**

Cada país en vías de desarrollo necesita determinar los requerimientos nacionales necesarios para que un proyecto MDL contenga uno de los propósitos más importantes de los proyectos MDL – desarrollo sostenible. Estos requerimientos deben ajustarse a las prioridades nacionales de desarrollo y ser administradas por una autoridad nacional de MDL

## **Validación**

La validación de un proyecto MDL es realizada por una Entidad Operacional Designada (DOE), escogida por los participantes. Para validar un proyecto la DOE tiene que revisar el PDD e invitar a comentarios por parte de las ONGs y comunidades locales.

Una DOE es típicamente una compañía privada tal como una consultora capaz de desarrollar evaluaciones creíbles e independientes sobre la reducción de emisiones. Si el proyecto ha sido validado, el DOE enviará el proyecto a un Comité Ejecutivo para el registro formal.

La documentación a ser validada por las entidades operacionales incluye:

- El PDD incluido el plan de monitoreo;
- La descripción de la metodología aplicada para la definición de la línea de base;
- Un reporte que resume los comentarios de las partes afectadas por el proyecto y como esos comentarios son tomados en consideración en la implementación del proyecto; y
- La confirmación por parte de la Autoridad Nacional del MDL sobre la aprobación del proyecto, incluido el cumplimiento del proyecto con los objetivos de desarrollo sostenible del país.

## **Registro**

El registro de un proyecto constituye la aceptación formal por parte de la Junta Ejecutiva de que la iniciativa califica bajo el MDL y cuesta entre 5.000 y 30.000 dólares americanos, dependiendo del tamaño del proyecto.

La solicitud para el registro oficial del proyecto bajo el MDL es responsabilidad de la DOE encargada de la validación del proyecto. La presentación, a la Junta Ejecutiva, del reporte sobre la validación conjuntamente con la aprobación del país anfitrión es la formalidad exigida para el registro del proyecto. La Junta Ejecutiva debe registrar el proyecto dentro de 8 semanas (4 semanas para proyectos de pequeña escala) de la fecha de recepción de la solicitud.

## **Monitoreo**

El componente “Carbón” de un proyecto de mitigación no puede adquirir valor en el Mercado Internacional a menos que se someta a un proceso de monitoreo diseñado especialmente para su medición y auditoría. Por consiguiente, una vez que el proyecto es operacional, los participantes deben preparar un reporte de monitoreo, incluyendo un estimado de CERs generados y someterlo a consideración de una entidad operacional para su verificación.

El Monitoreo es una supervisión sistemática del rendimiento del proyecto realizado por la medición y registro de indicadores objetivo, relevantes para la finalidad del proyecto. Los ejecutores del proyecto deberán preparar un plan de monitoreo el cual sea transparente, confiable y relevante. Por lo tanto, el plan de monitoreo necesita contener información detallada relacionada a la recolección y archivado de todos los datos relevantes necesarios para:

- Estimar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) presentes dentro de los límites del proyecto;
- Determinar las líneas bases de las emisiones GEI;
- Determinar fugas

Si el proyecto es de eficiencia energética en el lado de consumo por muchos dispositivos, resulta muy costoso monitorear cada uno de sus componentes. Para proyectos de pequeña escala es por lo tanto recomendable monitorear una muestra apropiada de los dispositivos instalados. Para tecnologías que funcionan con cargas fijas, tales como lámparas, las muestras a controlar pueden ser pequeñas mientras que para tecnologías que funcionan con cargas variables, tales como aires acondicionados, las muestras tienen que ser relativamente grandes. En cada caso, el monitoreo debe incluir controles anuales de muestras de dispositivos no medidos para garantizar que están operando correctamente. El monitoreo debería considerar la “potencia” y “horas de operación” ó “la energía utilizada” de los dispositivos instalados y realizado con una metodología apropiada.

En el acuerdo de Marruecos se estableció la información necesaria que un plan de monitoreo debe proveer, la cual es:

- Recolección y almacenamiento de toda la información relevante para estimar ó medir las emisiones antropogénicas producidas por las fuentes de gases efecto invernadero que se dan dentro de los límites del proyecto durante el periodo de acreditación;
- Recolección y almacenamiento de toda la información relevante para determinar las línea base de las emisiones antropogénicas que se dan dentro de los límites del proyecto durante el periodo de acreditación;
- Identificación de todas las fuentes potenciales, recolección y almacenamiento de información de incremento de emisiones antropogénicas causadas por fuentes de gases efecto invernadero fuera de los límites del proyecto las cuales son significantes y razonablemente atribuibles a las actividades del proyecto durante el periodo de acreditación;
- Recolección y almacenamiento de información necesaria para evaluar los impactos ambientales del proyecto, incluido los impactos transfronterizos;
- Control de calidad y procedimientos de control del proceso de monitoreo;

- Procedimientos para los cálculos periódicos de reducción de emisiones antropogénicas debido a las actividades propuestas del proyecto MDL, y para los efectos de fuga;
- Documentación de todos los pasos involucrados en los cálculos de fugas y de los procedimientos para el cálculo periódico de la reducción de emisiones durante el tiempo de vida del proyecto.

### **Verificación y Certificación**

La verificación de un proyecto MDL consiste en la revisión periódica y la determinación ex-post por la DOE, de las reducciones monitoreadas de emisiones antropogénicas de fuentes de GEI que han ocurrido como resultado de las actividades del proyecto MDL durante el periodo de verificación. Esta verificación incluirá auditorías periódicas de los resultados monitoreados, evaluación de la reducción de emisiones alcanzadas y una evaluación de conformidad continua del proyecto con el plan de monitoreo. La entidad operacional debe asegurarse que el resultado de los CERs está de acuerdo a las pautas y condiciones acordadas en la validación inicial del proyecto. Después de una revisión detallada, una entidad operacional producirá un reporte de verificación y entonces certificará la cantidad de CERs generados por el proyecto MDL.

Una entidad operacional no puede desarrollar la verificación/certificación de un proyecto MDL si ésta ha validado el mismo proyecto. Esto es solo posible para proyectos MDL a pequeña escala y para un proyecto en particular que la Junta Ejecutiva lo permita.

La certificación es una garantía escrita por la DOE que, durante un período específico de tiempo, la actividad del proyecto alcanzó la reducción en emisiones antropogénicas producidas por las fuentes de GEI. La DOE deberá informar a los participantes del proyecto, partes involucradas y la Junta Ejecutiva de su decisión de certificación inmediatamente después de completar el proceso de certificación y asegurarse de que el certificado estará disponible públicamente. El reporte de certificación deberá constituir una petición a la

Junta Ejecutiva para la emisión de CERs igual a la cantidad verificada de reducción de emisiones antropogénicas de GEI. A menos que un participante del proyecto ó tres miembros del Comité Ejecutivo demanden una revisión dentro de 15 días, el Comité Ejecutivo deberá documentar el registro del proyecto MDL para la emisión de CERs.

### **Expedición de CERs**

La Junta Ejecutiva debe decretar los CERs para los socios del proyecto dentro de 15 días después de la fecha de recepción de la petición de emisión. Tan pronto como sea posible en el diseño de negociaciones del proyecto, se debe realizar entre los participantes del proyecto los contratos sobre la propiedad de créditos de carbono. Los derechos y obligaciones de cada participante deben ser claros. Estos derechos deben incluir la opción de vender CERs a terceras partes. El contrato deberá también especificar la cobertura del seguro en el proyecto y estipular las reglas para resolver disputas entre las partes.

Adicionalmente, el dos por ciento de los CERs decretados deben ser pagados para responsabilizarse de los costos de adaptación. Los países menos desarrollados están exentos de pagar este costo.

El registro del MDL que ha sido desarrollado por la Secretaria de UNFCCC debe estar al tanto de todas las emisiones de CERs. Cuando la Junta Ejecutiva ha decretado los CERs, estos son colocados en una cuenta pendiente en el registro de proyecto MDL. Desde aquí los CERs se moverán a las cuentas de las entidades jurídicas de las partes de acuerdo a la división especificada en la petición por parte de los participantes del proyecto.

#### *2.8.2.3 Variables e indicadores a considerar*

Las variables e indicadores a considerar para evaluar la contribución del presente proyecto a los objetivos de desarrollo sostenible se consideran en las cuatro áreas siguientes: Medio Ambiental, Social, Económica y Tecnológica, cada criterio se analiza a través de los siguientes indicadores:

### **Criterio ambiental**

- Influencia sobre el cambio climático

Indicador: Reducción de Emisiones de CO2

### **Criterio social**

- Generación de empleo

Indicador: número de empleados contratados

- Generación de capacidades

Indicador: número de empleados capacitados en la planta

### **Criterio económico**

- Contribución a la mejora de balanza de pagos del país (menores importaciones)

Indicador: ahorro en las importaciones por la sustitución de combustibles

### **Criterio tecnológico**

- Mayor utilización de energía renovable

Indicador: el uso de bagazo para la producción de energía I

#### *2.8.2.4 Metodologías de monitoreo para la validación de proyectos MDL*

Para validar / registrar un nuevo proyecto MDL, todo tipo de proyectos debe tener el “Documento de Diseño del Proyecto” (PDD), el cual incluye básicamente:

- La actividad del proyecto en general
- La metodología de la Líneas de Base
- Duración de las actividades del proyecto y del periodo de crédito.
- Metodología y plan de monitoreo
- Calculo de las emisiones de gases efecto invernadero.
- Impactos ambientales
- Comentarios de los actores involucrados

La presentación de proyectos al Mecanismo de Desarrollo Limpio del UNFCCC, exige la utilización de una metodología aprobada para la cuantificación de las emisiones de Gases Efecto invernadero que son abatidas por el proyecto, su línea de base y la adicionalidad del mismo.

En tal sentido, es importante tener en cuenta que las diversas metodologías aprobadas han sido desarrolladas sobre la base de proyectos concretos y en contextos específicos, y que aunque el Panel Metodológico intenta que dichas metodologías sean lo más ampliamente aplicables posible, es común encontrar alguna condición de aplicabilidad que pueda dificultar su empleo para un determinado proyecto

Además, es importante en caso de determinar a través del análisis inicial que no es posible aplicar una metodología aprobada existente, se deberá incluir el desarrollo técnico y la aprobación de una nueva metodología

#### **Como se debe proponer una metodología de pequeña escala:**

Los participantes del proyecto que deseen proponer un proyecto de pequeña escala ó una revisión de la metodología, deberán realizar una petición por escrito a la Junta proveyendo información sobre la tecnología / actividades y propuestas de como será aplicada la Línea Base simplificada y la Metodología de Monitoreo para la categoría del proyecto correspondiente.

#### **Proyectos de Pequeña Escala**

Un proyecto de pequeña escala puede beneficiarse de tener procedimientos y modalidades simples si es que éste se ajusta a las definiciones dadas por la Junta Ejecutiva.

Proyectos de eficiencia energética abarcan tanto las “actividades de proyectos que reducen el consumo energético, ya sea en el lado de suministro ó de consumo, hasta un equivalente de 15 GWh por año”. Los proyectos con un resultado mayor se definirán proyectos de gran escala.

#### **Proyectos de Gran Escala**



Aquellos que deseen validar / registrar las actividades de un proyecto MDL deberán:

- Usar una metodología previamente aprobada por la Junta Ejecutiva, ó
- Proponer a la Junta Ejecutiva para su consideración y aprobación una nueva metodología.

### **Metodologías previamente aprobadas:**

Hasta ahora se han aprobado 4 proyectos de eficiencia energética con metodologías consolidadas y 6 proyectos de eficiencia energética con metodologías específicas.

#### *2.8.2.5 Generación de CERs*

### **Certificados de Reducción de Emisiones**

La certificación es la declaración escrita por parte de la entidad operacional que, durante el período especificado, un proyecto logró reducir emisiones antropogénicas de GEI, según lo verificado.

La entidad operacional deberá, basándose en su Informe de Verificación, certificar por escrito que , durante un período determinado, el proyecto logró reducir emisiones antropogénicas de GEI, según lo verificado, y que dichas reducciones no habrían ocurrido en ausencia del proyecto MDL. Deberá informar a los titulares, las Partes involucradas y la Junta Ejecutiva de su decisión, por escrito, inmediata haya concluido el proceso de certificación y deberá colocar el Informe de certificación a disposición del público.

El Informe de Certificación constituirá una solicitud ante la Junta Ejecutiva para que se emitan Bonos equivalentes a la cantidad verificada de reducción de emisiones antropogénicas de GEI.

La emisión de Bonos deberá concluirse 15 días después de la fecha de recepción de la solicitud, a menos que alguna de las Partes involucradas en el

proyecto o 3 miembros de la Junta Ejecutiva soliciten una revisión de la emisión propuesta. Tal revisión deberá limitarse a cuestiones de fraude, malversación o incompetencia de la entidad operacional.

Al ser instruida por parte de la Junta Ejecutiva sobre la emisión de los bonos, la entidad administradora del Registro de MDLs, deberá inmediatamente proceder a emitir la cantidad de Bonos señalada y:

a) Enviar la cantidad de Bonos correspondientes a la proporción que procede para cubrir los gastos administrativos y financiar los temas de adaptación, respectivamente, de acuerdo a lo señalado en el art. 12 párrafo 8, a las cuentas de la Administración de los MDL, para el manejo de dichas contribuciones.

b) Enviar el remanente de Bonos a la cuenta registrada de las partes y el titular, según sus instrucciones.

## **CAPITULO 3**

### **SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS**

#### **3.2 PROYECTO DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS**

##### **3.2.7 OBJETIVO DEL PROYECTO Y UBICACIÓN**

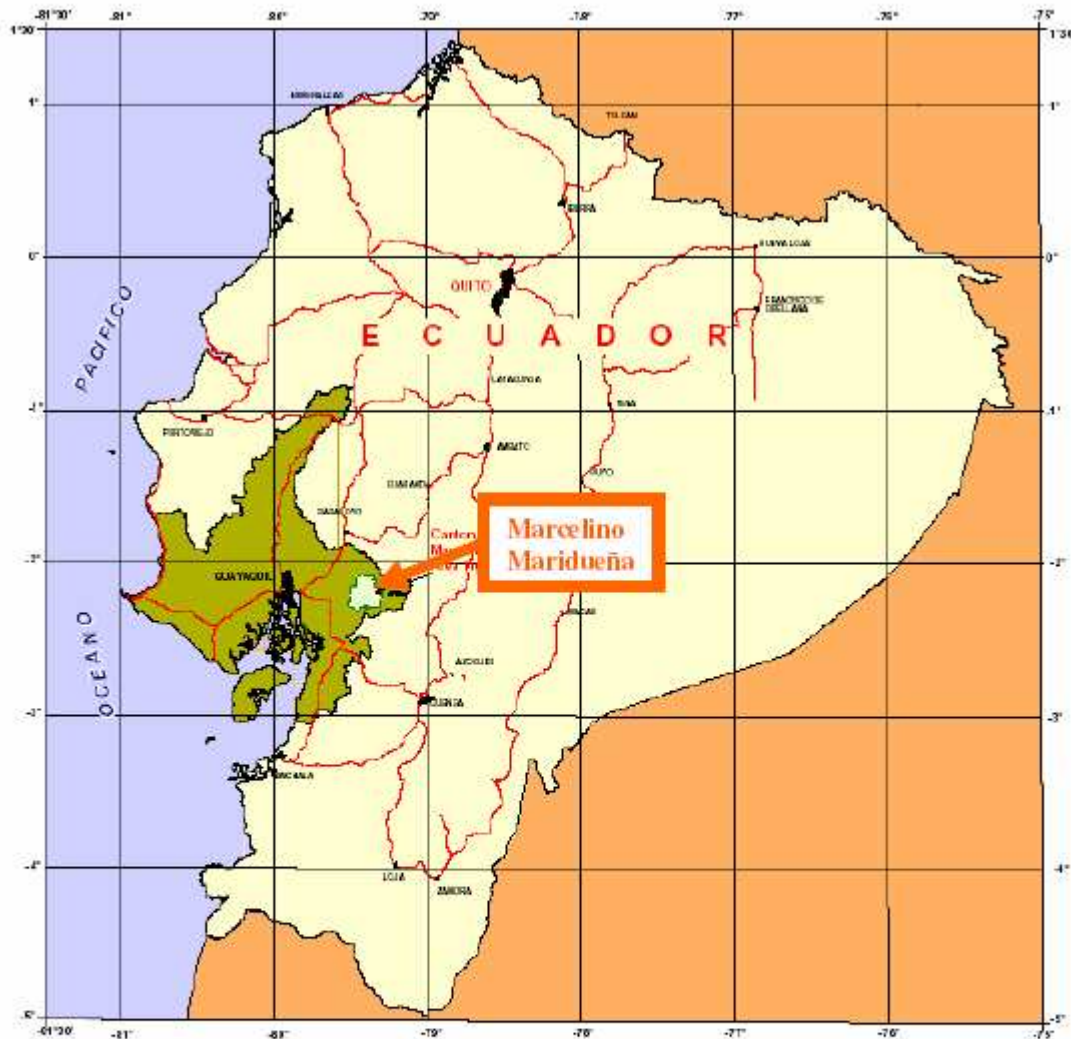
El proyecto motivo de estudio tiene como objetivo aprovechar la cogeneración a partir del bagazo (fuente de combustible renovable, residual del proceso de elaboración del azúcar de caña) por parte de Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S. A, un ingenio azucarero ecuatoriano. Con la implementación de este proyecto, el ingenio azucarero San Carlos ha podido entregar energía eléctrica a la red nacional, evitándose así las emisiones provenientes de las plantas térmicas de combustibles fósiles que hubiesen entregado la misma cantidad de energía a la red nacional. Por eso, esta iniciativa evita emisiones de CO<sub>2</sub> y al mismo tiempo contribuye al desarrollo sustentable regional y nacional.

La cogeneración a partir del bagazo es importante para la estrategia energética del país. Esta cogeneración es una alternativa que permite posponer la instalación y/o despacho de electricidad producida en centrales que operan con combustibles fósiles. La venta de CERs generada por el proyecto hará más atractivo este proyecto de cogeneración con bagazo, estimulando el incremento de la producción de esta energía y disminuyendo la dependencia del combustible fósil.

Debido al mejoramiento en el uso eficaz del vapor durante la producción del azúcar y al incremento en la eficiencia de la quema del bagazo (caldero más eficiente), San Carlos obtiene un exceso de vapor que lo usa exclusivamente para la producción de electricidad (a través de los turbo-generadores).

Además, al usarse más eficazmente los recursos naturales disponibles, el Proyecto San Carlos contribuye a incrementar el consumo de energía renovable. Adicionalmente sirve para demostrar la viabilidad de la generación de electricidad como una nueva actividad comercial para la industria azucarera.

La Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos en Marcelino Maridueña está localizado en el sector oriental de Provincia del Guayas y su área total es 337 km<sup>2</sup>. Hacia el norte está delimitado por el río de Chimbo y las ciudades de Naranjito, Milagro y General Elizalde (Bucay); al sur por el río Barranco Alto, con la ciudad de El Triunfo y parte de ciudad de Yaguachi; al este por las provincias de Chimborazo y Cañar; y al oeste por la ciudad de Yaguachi.



### **3.2.8 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO**

La Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S. A. proyectó aumentar su capacidad de 7 MW a 35 MW, la ejecución de esta ampliación estuvo prevista ejecutar en dos etapas:

- La primera que finalizó en el 2005, consistió en la instalación de un turbogenerador a extracción/contrapresión de 16 MW, que sumada a la capacidad instalada inicial debía llegar a 23 MW.
- La segunda etapa está prevista para el año 2007, en la que se instalará un turbogenerador a condensación de 12 MW; con lo que se espera obtener 35 MW. Esta ampliación será complementada con la instalación de una subestación de 69 kV con una interconexión a la línea de subtransmisión a la subestación de Marcelino Maridueña, de propiedad de la Empresa Eléctrica Milagro.

Una vez concluida la primera etapa de ampliación de la central de generación se esperaba vender como excedente hasta 15 MW al Sistema Nacional Interconectado, concluida la segunda etapa, cualquier excedente adicional se podrá poner a disposición del Mercado Eléctrico Mayorista, ya sea en contrato a plazo o en el mercado adicional.

Este proyecto está en la categoría de generación eléctrica a partir de biomasa con conexión a la red y un período operacional estimado de actividad de 20 años.

La Tabla 20 muestra la instalación de unidades para el proyecto de cogeneración de bagazo. A pesar que los equipos fueron instalados en el 2004, el proyecto entró oficialmente en funcionamiento a mediados del 2005.

### Datos técnicos del Proyecto San Carlos de Cogeneración con bagazo

TIEMPO	ACTIVIDAD	
	ETAPA I	ETAPA II
Antes del Plan de Expansión 2003	Un turbogenerador de 3 MW y un turbogenerador de 4 MW	
	Tres calderos de 220 psi	
Después del Plan de Expansión Mitad del 2005	Un turbogenerador de 16 MW y un turbogenerador de 12 MW	Un turbogenerador de 3 MW y un turbogenerador de 4 MW
	Un caldero repotenciado a 600 psi	Dos calderos de 220 psi

Tabla 20

DOCUMENTO DE DISEÑO DEL PROYECTO  
SOCIEDAD AGRICOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS

### Tecnología prevista

Hoy en día, en todas partes del mundo, la tecnología predominante para generar megavatios de energía (MW) es el ciclo de vapor de Rankine, el cual consiste en la combustión directa de la biomasa dentro de un caldero para generar vapor, el cual luego es expandido a través de una turbina. Otras plantas de ciclo de vapor son colocadas en el área industrial de modo que el calor residual desprendido de la turbina de vapor sea recuperado y utilizado para satisfacer las necesidades de calor demandadas por el proceso industrial.

El ciclo de vapor de Rankine involucra la calefacción de agua presurizada, con el vapor resultante se alimenta la turbina-generator, y el condensado es recirculado parcial o totalmente al caldero. En algunos casos se utiliza un intercambiador de calor para recuperar el calor del flujo de gases del precalentador de aire, y suele usarse un desalererador para eliminar el oxígeno disuelto del agua antes de que entre al caldero.

Las turbinas de vapor son diseñadas a “contra-presión” o a “condensación”. Las aplicaciones CHP típicamente emplean turbinas a “contra-presión”, en donde el vapor es entregado a una presión sustancialmente superior a la presión ambiente. Este sale de la turbina aún como vapor y es enviado al proceso industrial para satisfacer las necesidades de calefacción, luego se

condensa en forma de agua. Entonces es parcial o totalmente recirculada al caldero.

Alternativamente, podría usarse una turbina a “condensación-extracción” (CEST) si la demanda de vapor para el proceso puede ser satisfecha usando solo una porción del vapor disponible. Alternativamente, si el proceso puede satisfacer las demandas de vapor usando sólo una porción del vapor disponible, podría usarse una extracción de vapor de la turbina (CEST). Este diseño incluye la capacidad de realizar extracciones de vapor en uno o más puntos a lo largo de su recorrido para satisfacer las necesidades del proceso (Figura 3). El vapor que no es extraído continúa su recorrido a presiones sub-atmosféricas, con lo cual se incrementa la cantidad de energía generada por unidad de vapor comparándola con las turbinas a “contra-presión”. El vapor que no es extraído es convertido luego en agua líquida en un condensador que utiliza aire atmosférico y/o agua fría como medio de enfriamiento<sup>1</sup>.

El Ciclo de Vapor-Rankine utiliza diferentes diseños de calderos, dependiendo de la disponibilidad y características del combustible a usarse. La presión y la temperatura iniciales del vapor, junto con la presión a la que se expande determinan la cantidad de electricidad que puede generarse por kilogramo de vapor. En general mientras más alto sea el pico de presión máxima y la temperatura del vapor, más eficaz, sofisticado y costoso será el ciclo.

Usando el Ciclo de Vapor-Rankine como la tecnología básica de su sistema de la cogeneración, se permite una cantidad creciente de electricidad excedente a ser generada, San Carlos, en la mitad del 2005, implementó esta actividad del proyecto (PSCCB) que consistió en la instalación de turbogeneradores de 16 y 12 MW, y la repotenciación de un caldero de 220 psi a 600 psi. Ningún turbogenerador fue desactivado, alcanzándose una capacidad total de 35 MW. San Carlos tiene planes para instalar nuevos calderos o repotenciar uno de los existentes para aprovechar toda la capacidad instalada.

### 3.2.9 CONTRIBUCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Estimación preliminar de reducción de emisiones:

- Generación eléctrica anual
- Desplazamiento de generación térmica
- Reducción de emisiones de CO2 esperadas
- Generación eléctrica anual

La central no convencional del Ingenio San Carlos trabaja en forma cíclica (julio a diciembre), coincidiendo con la temporada de cosecha o zafra de la caña de azúcar.

A partir de julio del año 2005, la generación eléctrica anual (que corresponde a los 6 meses de generación) fue:

- Capacidad de instalada : 15MW
- Factor de planta: 0.80

$$15\text{MW} \times 24 \text{ horas} \times 180 \text{ días} \times 0.80 = 51,840 \text{ MW-h/año}$$

#### **Desplazamiento de generación térmica**

Con la intención de evaluar el nivel actual y futuro probable de emisiones de CO2, técnicos del Consejo Nacional de Modernización (CONAM), prepararon un estudio preliminar de línea base para proyectos de generación eléctrica conectados a la red para el período 2,002 - 2,011.

Para la preparación de este estudio se utilizó información de base del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).



Según este estudio, la producción total de emisiones de CO<sub>2</sub> para el período analizado (2,002 - 2,011) será de 24,9 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, siendo la composición porcentual y por tipo de combustible la siguiente:

Consecuentemente en ausencia del Proyecto San Carlos la generación de energía eléctrica a ser suministrada al Sistema Nacional Interconectado se realizaría mayoritariamente mediante la quema de combustibles fósiles.

### **Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> esperadas\***

Por año (promedio):	<b>39,457</b> ton CO <sub>2</sub> eq/año
Acumulado durante vida útil:	<b>782,602</b> ton CO <sub>2</sub> eq
Acumulado durante 10 años:	<b>394,570</b> ton CO <sub>2</sub> eq
Acumulado hasta el año 2012:	<b>315,657</b> ton CO <sub>2</sub> eq/año

\*Cálculos preliminares realizados por CORDELIM. Estos cálculos se reajustarán una vez que se desarrolle el PDD (Documento de diseño del proyecto), aplicando la metodología aprobada por la JE-MDL que sea aplicable al proyecto.

## **3.2.10 BENEFICIOS AMBIENTALES Y SOCIALES**

### *3.2.10.1 Beneficios ambientales*

Se utilizó una fuente de energía renovable (bagazo de caña de azúcar) para la generación de energía eléctrica limpia y su suministro al Sistema Nacional Interconectado.

Con este proyecto de energía renovable se logró el desplazamiento de centrales térmicas que generan y alimentan al Sistema Nacional Interconectado energía obtenida a partir de combustibles fósiles no renovables.

Se logró la aplicación de operaciones, métodos, procesos y tecnologías

industriales que minimizan los impactos ambientales.

La implementación del proyecto permitió consumir el excedente de bagazo generado en el Ingenio San Carlos, que sin el proyecto sería dispuesto a cielo abierto lo cual provocaría su descomposición y consiguiente generación de gases, incluido el metano.

Se realizó La aplicación de un Plan de Manejo Ambiental y de un Plan de Contingencias para minimizar riesgos ambientales.- El Plan de Manejo Ambiental está aprobado tanto por el CONELEC como por el Ministerio del Ambiente.

A lo largo de su período de crédito (7 años), el proyecto reducirá alrededor de 320,104 ton de CO<sub>2</sub>(e) contribuyendo a la mitigación del Cambio Climático Global.

#### *3.2.10.2 Beneficios sociales*

Se crearon plazas de trabajo, lo cual contribuyo a disminuir el nivel de desocupación puesto que se contrato a personal domiciliado en el área de influencia del proyecto.

Empleos Temporales 170 para la construcción de la sub-estación

Creación de empleos directos 6 el área industrial.

Empleos temporales durante la zafra 50

Se capacito a los nuevos trabajadores contratados para la operación de los nuevos equipos, lo cual contribuyo a mejorar sus conocimientos, habilidades y destrezas técnicas para el mejor desempeño de sus funciones y mantener condiciones más seguras de trabajo, minimizando el riesgo de accidentes laborales.

Además se dio capacitación a los trabajadores responsables del mantenimiento mecánico y eléctrico, lo cual contribuyó a mejorar sus conocimientos, habilidades y destrezas para lograr un ambiente de trabajo más seguro.

La generación de recursos económicos provenientes de la venta de excedentes de energía eléctrica, se traduce en beneficios directos para los trabajadores, lo cual permitirá mejorar el ingreso económico de los trabajadores de la empresa al verse beneficiados con la participación en las utilidades empresariales, tal y como lo contempla la legislación laboral vigente.

### **3.2.11 MOTIVACIONES FINANCIERAS PARA PARTICIPAR EN EL MDL**

#### *3.2.11.1 Venta de CERs*

Los CERs contribuyen a financiar la inversión realizada en el proyecto (Existe una aparente tendencia hacia el incremento del valor de los CERs en el mercado).

La sociedad Agrícola e Industrial San Carlos actualmente ya registró su proyecto de cogeneración con bagazo en la UNFCCC, por lo que tiene abierta una cuenta donde se depositan los CERs (por cada tonelada de CO<sub>2</sub> reducida, se obtiene un CER).

Los CERs pueden ser vendidos a los países suscritos con el Protocolo de Kyoto una vez que el proyecto haya cumplido todas fases del MDL.

Actualmente, en el mercado internacional, el precio de cada CER es de aproximadamente USD 15.00. Una vez verificado el proyecto y expedidos los CERs, estos superarán el valor de USD 15.00 cada uno, debido a que el proyecto estaría completo.

#### *3.2.11.2 Venta del proyecto*

El proyecto de cogeneración de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos aún no ha cumplido con todas las fases del MDL, actualmente se halla en la fase de monitoreo, faltando las fases de verificación y expedición de CERs. El

proyecto puede ser vendido antes de cumplir con estas dos fases, pero el costo sería menor que una vez finalizadas.

### *3.2.11.3 Venta de excedentes de energía*

La Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos con la venta del excedente de energía producida por el proyecto de cogeneración al Sistema Interconectado Nacional, recibe un pago preferencial por cada KWh vendido. Esto se convierte en otro motivante que contribuye a cumplir los objetivos de desarrollo sustentable del proyecto.

## **3.2.12 PROBLEMÁTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

En el país, existen ciertas limitaciones para la implementación de proyectos MDL.

### **Financieras**

La generación eléctrica a partir de biomasa requiere de grandes inversiones en equipos y tecnología.

Existen limitaciones en cuanto al acceso al crédito en condiciones convenientes para el inversionista.

Existen limitaciones en cuanto al acceso al crédito por tratarse de una actividad nueva, no existen antecedentes nacionales de rentabilidad en proyectos de generación de energía a partir de biomasa.

### **Económicas**

No existen garantías de cobro oportuno por concepto de la venta de la energía eléctrica al Sistema Nacional Interconectado, puesto que si bien existe una prelación para el cobro, éste no es inmediato. Esta incertidumbre respecto al oportuno ingreso de recursos financieros desmotiva la inversión en el sector eléctrico.

## Técnicas

Se requiere de equipos altamente sofisticados que requieren de un mantenimiento especializado.

## Burocráticas

Excesivos trámites por duplicación de actividades de control en CONELEC - Ministerio del Ambiente (doble revisión y aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, y del Plan de Manejo Ambiental, por ejemplo).

## 3.3ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA SAN CARLOS

Proyecto San Carlos de Cogeneración con Bagazo								
ITEM	Primer periodo de acreditación							Total de CER'S
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Capacidad instalada total (MW)	35	35	35	35	35	35	35	306,118
Consumo interno (MW)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
Standby (MW)	12.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	
Capacidad instalada disponible para la venta (MW)	16.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	
Capacidad instalada actualmente disponible para la venta (MW)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	
Horas de operación (h)	4,320	4,320	4,320	4,320	4,320	4,320	4,320	
Energía a venderse a la red, Aplicable para CER'S (MWh)	56,160	64,800	64,800	64,800	64,800	64,800	64,800	
Intensidad de Carbón Línea Base (tonCO <sub>2</sub> e/MWh)	0.7194	0.7194	0.7194	0.7194	0.7194	0.7194	0.7194	
<b>Total de emisiones reducidas (tonCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>40,402</b>	<b>44,296</b>	<b>44,296</b>	<b>44,296</b>	<b>44,296</b>	<b>44,296</b>	<b>44,296</b>	
Los datos de producción de energía son estimados								

Tabla 21

SOCIEDAD AGRICOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS

Actualmente la capacidad total de energía de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos es de 35MW, pero solo se están usando 15MW, dejando 12MW en stand by. La potencia de instalada total del ingenio es de de 35 MW de los cuales en la actualidad 15MW, quedando de reserva 12MW. Esta potencia supe las necesidades de energía propias de la empresa y el excedente es vendido a la red nacional. La generación eléctrica se produce

únicamente durante los días de zafra azucarera (180 días) , mientras existe la disponibilidad del bagazo.

### **3.3.1 VENTAJAS DE LA COGENERACIÓN**

#### **Menor consumo energético**

Los sistemas de cogeneración necesitan menos energía para generar energías eléctrica y térmica que la que necesitan los sistemas convencionales para producirlas por separado.

#### **Mayor aprovechamiento de energía**

Los sistemas de cogeneración llegan a convertir hasta un 84% de la energía contenida en el combustible en energías eléctrica (25-30%) y térmica (54-59%), mientras que en una termoeléctrica convencional a base de combustible, sólo el 33% de la energía contenida en el combustible se convierte en energía eléctrica y el resto se pierde.

#### **Despachando energía renovable a la red**

Se desplaza la electricidad que se producirá usando combustible fósil.

#### **Reducción de las emisiones de GEI**

Al disminuir el requerimiento de energía primaria disminuyen las emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles.

### **3.3.2 COSTOS DE INVERSIÓN, MANTENIMIENTO Y COMBUSTIBLES**

Las principales inversiones de la primera fase fueron:

- Instalación de una caldera de alta presión 600psi
- Instalación de n turbogenerador de escape de 16MW
- Instalación del edificio de turbogeneradores nuevo

En la segunda etapa se instalará un turbogenerador a condensación de 12 MW; con lo que se tendrá 35 MW. Esta ampliación será complementada con la instalación de una subestación de 69 kV con una interconexión a la línea de

subtransmisión a la subestación de Marcelino Maridueña, de propiedad de la Empresa Eléctrica Milagro.

Las principales inversiones de la segunda fase serán:

- Dos calderos de 220psi
- Instalación de un turbogenerador de 12MW
- Construcción de la subestación eléctrica
- Torre de enfriamiento
- Planta de tratamiento de agua
- Línea de transmisión, transformadores

#### *3.3.2.1 Costos estimados del proyecto de cogeneración*

La Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, tiene políticas claras de confidencialidad en cuanto al acceso a la información. Por esta razón no fue posible obtener información financiera que nos permita conocer los costos reales de la implantación del proyecto de cogeneración.

Toda la información que se utilizó para este proyecto de titulación fue la existente en publicaciones internacionales, anuarios, entrevistas con el encargado del proyecto y toda la información que está disponible al público.

Para estimar el costo de este proceso de generación, se tomó como referencia el proyecto de cogeneración del Ingenio Santa Rosa de Nicaragua, el mismo que tiene características similares y cuyos costos aproximados de implementación son:

#### **Costo de desarrollo del proyecto**

US\$ 286335

Estudio de factibilidad, gastos legales, gastos financieros, ingeniería del proyecto, capacitación.

#### **Costo aproximado de instalación del proyecto**

USD 13635016

Compra e instalación de calderas, ampliación de la planta eléctrica, compra e instalación de turbogeneradores, ampliación de la subestación eléctrica, accesorios.

**Otros costos**

USD 2727003

Imprevistos

**Costo total aproximado**

USD 16648355

El proyecto de cogeneración de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos según su balance social del 2005 publicado en el 2006, tiene como costo aproximado de implementación del proyecto de cogeneración, USD 17000000, lo que permite aproximarlos con el costo total del Ingenio Santa Rosa.

**3.3.3 TRANSACCIONES TOTALES DE VENTA DE ENERGÍA SAN CARLOS EN EL 2005**

En la zafra junio – diciembre la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos ha participado en el Mercado Eléctrico Nacional, vendiendo energía eléctrica, convirtiéndose en un agente estable en el mercado, Tabla 22.

El mercado eléctrico ecuatoriano brinda oportunidad de comprar toda energía que se ofrezca por parte de los proyectos de energía renovables, en el caso el ingenio San Carlos recibe su pago como fuente renovable a un precio preferencial.



Mes	Energía Vendida (MWh)	Energía Vendida USD	Promedio medio de Venta
enero	1.1	121.959	10,23
Febrero	-	-	-
Marzo	-	-	-
Abril	-	-	-
Mayo	-	-	-
Junio	8	775	10,23
Julio	2.024	207.065	10,23
Agosto	2.939	300.611	10,23
Septiembre	3.787	387.379	10,23
Octubre	5.005	512.042	10,23
Noviembre	3.098	316.882	10,23
Diciembre	1.411	144.358	10,23
<b>Total</b>	<b>19.380,17</b>	<b>1.991.071</b>	<b>10,23</b>

Tabla 22

CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

### 3.3.4 METODOLOGÍA DE MONITOREO APROBADA APLICADA A LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO

La metodología que el Ingenio San Carlos utilizó para su proyecto de cogeneración es la “AM0015: Cogeneración basada en bagazo con conexión a la red eléctrica” (ANEXO 2).

Esta metodología tiene cinco requisitos, los cuales cumple el proyecto de cogeneración San Carlos. Los requisitos son los siguientes:

1. El bagazo se produce y consume en la misma empresa (Ingenio San Carlos)
2. El proyecto nunca se llevaría a cabo por el sector público, así como no se llevaría a cabo en la ausencia de MDL.
3. No hay aumento en la producción del bagazo debido a la propia actividad del proyecto.
4. No habrá almacenamiento de bagazo durante más de un año.

La metodología de monitoreo AM0015 fue seleccionada para este proyecto de cogeneración, pues ya fue probado y utilizado por el Proyecto MDL del ingenio azucarero Vale do Rosario de Brasil. Dada la gran similitud entre los proyectos, se seleccionó la misma metodología para monitorear la reducción de emisiones en esta actividad del proyecto.

La metodología considera el monitoreo de la reducción de emisiones obtenida mediante un proyecto de cogeneración que utiliza como combustible el bagazo de caña de azúcar.

La energía producida por el proyecto podrá ser exportada a la red y sustituir la misma capacidad generada mediante combustibles fósiles conectada a la misma red. Este es exactamente el caso del PSCCB: el proyecto explota un subproducto del proceso de molienda de la caña de azúcar (el bagazo) para producir y comercializar energía eléctrica renovable conectada a la red ecuatoriana. La metodología es por ello totalmente aplicable al PSCCB.

### **3.3.5 CÁLCULO DE LA REDUCCIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO DEL PROYECTO DE COGENERACIÓN DE LA SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS**

De acuerdo a la metodología aplicada (ANEXO 2) para este proyecto, la fórmula utilizada para calcular la cantidad de cantidad de CO<sub>2</sub> que se logro reducir es la siguiente:

$$BE_{\text{electricity},y} = 0,7194 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \times EG_y \text{ (en tCO}_2\text{e)}$$

Donde;

$BE_{\text{electricity},y}$  Reducción de emisiones en toneladas de CO<sub>2</sub>

0,7194 tCO<sub>2</sub>/MWh Factor de Emisión

$EG_y$  (en tCO<sub>2</sub>e) Energía producida en el 2005

entonces;

$$BE_{\text{electricity},y} = 0,7194 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \times 19.380\text{MWh}$$

$$BE_{\text{electricity},y} = 13941.97 \text{ t CO}_2$$

En el año 2005, la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos con su proyecto de cogeneración, produjo 14.3MW, de los cuales 6.5MW se utilizaron para su consumo interno y 7.8 MW se vendieron al Sistema Interconectado Nacional.

Estos 7.8MW (19.380 MWh) significaron una reducción de 13000 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que representa el 32.17% de lo esperado, ya que la meta establecida por la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos para el año 2005, era de 40000 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Cabe destacar que la razón principal para que este proyecto de cogeneración no haya alcanzado la meta propuesta se debe a la calidad y a la cantidad del bagazo obtenido de la zafra del año, pues mientras mayor es la fibra del bagazo que se quema en los calderos, mayor es la cantidad de energía que se produce.

### 3.3.6 CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA GENERACION DE ENERGIA

#### CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR EMPRESA

Tipo de empresa	FUEL OIL (gal)	Diesel 2 (gal)	Nafta(gal)	Gas Natural (mpc)	Residuo (gal)	Crudo(gal)	Bagazo de caña (tn)
Generadora	194.999.324	77.589.097	26.504.327	9.244.614	10.655.590		
Distribuidora	6.289.409	9.236.303			0		
Autoprodutora		33.811.180		3.904.274			582.159

Tabla 23

Costo de Combustibles		Costos Variables de Producción Generadora	
Tipo de combustible	USD/gal	Tipo de combustible	USD/MWh
Diesel 2	0,22	Costos de combustible	0,025216
Fuel Oil	0,17	Costos de transporte de combustible	0,007192
Nafta B.O.	0,18	Costos lubricantes, químicos y otros	0,007364
Diluyente mezcla	0,22	Costos de mantenimiento	0,003822
Residuo	0,07	Consumo de energía eléctrica	0,001968
<b>TOTAL</b>			<b>0.045562</b>

Tabla 24

EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.

Declaración de costos variables e producción

Central Gualberto Hernández

En base a los datos obtenidos, los costos de producción varían en cada generadora en un rango de 0.04 a 0,08 USD/MWh , para este análisis vamos a tomar como referencia el costo variable de producción de la generadora Gualberto Hernández de 0,045562 USD/MWh.

La sociedad agrícola e Industrial San Carlos con su proyecto de cogeneración con bagazo produjo 44.131,29KWh.

44.131,29 MWh. 0.045562 USD/MW = 2010.70 USD

El costo de emisión de CO2 evitadas con este proyecto para el año 2005 es de USD 2010.

## **CAPITULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

1. Cada vez es más evidente la dependencia de los recursos naturales para asegurar el nivel de desarrollo económico de los países, y por ende la presión que esta dependencia ejerce en el ecosistema, la que cada vez es mas intensa.

2. Como se demuestra en este estudio, actualmente en el Ecuador existe una gran dependencia de sus recursos naturales, lo que le ha conducido a la sobreexplotación de los mismos.

Un ejemplo claro es el petróleo, el bien renovable más representativo para la economía ecuatoriana, el cual le ha significado al país una irremediable destrucción del capital natural, no se toma en cuenta externalidades como la perdida de diversidad, la perdida de la cubierta forestal y la consecuente perdida de servicios ambientales provocada por la quema de gas , las construcciones de caminos y las perforaciones para la explotación que también han atentado contra las culturas que ahí se asientan, la tala del manglar por el desarrollo de la industria del camarón, la deforestación que significa la perdida de la cubierta forestal y la liberación de CO<sub>2</sub> al ambiente, el uso indebido del suelo provocando un crecimiento de la frontera agrícola sumado del crecimiento demográfico que demanda la utilización de recursos naturales

3. El hombre ya se plantea una corrección de su actual comportamiento, por esta razón ahora empieza a asegurarse que el crecimiento se realice de una manera racional, ampliando con ello la calidad de vida y mejorando estándares

de satisfacción social, económica y ambiental, es decir de una forma sostenible.

Debido a esta nueva tendencia, en el Ecuador ya existen proyectos de empresas privadas que en su concepción tienen como uno de sus objetivos, además de los financieros, el contribuir al desarrollo sostenible y proteger al medio ambiente.

Estos proyectos están basados en el MDL y sus siete sectores, los mismos que tienen como objetivo principal la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

4. En el mundo actualmente se han desarrollado tecnologías para la implementación de proyectos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, las mismas que los países en vías de desarrollo pueden adoptar para conseguir beneficios económicos y a su vez contribuir al mejoramiento del cambio climático global y apalancar los objetivos de los países industrializados inscritos en el Protocolo de Kyoto (ANEXO 1).

5. En el Ecuador, la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos implementó un proyecto MDL en el sector de energía renovable (biomasa), para lo cual importó de Brasil un caldero de alta presión de 264000 libras, un turbogenerador de contrapresión de 16MW y un turbogenerador de condensación de 12MW. Este proyecto contribuyó en los siguientes aspectos:

**Al desarrollo social regional.** Mediante la creación de fuentes de trabajo.

- Se contrataron 170 obreros para construcción de la infraestructura física
- Se generaron 6 nuevos puestos (2 por turno) para el manejo permanente de la planta de cogeneración
- Además, durante la época de zafra (junio a diciembre) se emplean a 100 personas como obreros agrícolas para recolectar el bagazo necesario para la cogeneración.

Todo este personal es residente de la población Marcelino Maridueña de la provincia del Guayas, lugar donde funciona la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos.

**Al desarrollo intelectual del personal.** La utilización de la tecnología escogida para el Proyecto San Carlos de Cogeneración con bagazo, implicó el uso de equipos con los cuales los trabajadores del Ingenio no estaban familiarizados, esto determinó que fuera necesario capacitar a los operadores y personal de mantenimiento mecánico y eléctrico para su utilización.

**Al desarrollo económico de la empresa y sus empleados.** La generación de recursos económicos provenientes de la venta de excedentes de energía eléctrica al SNI, le permitirá a la empresa obtener una utilidad adicional, la misma que beneficiará a los empleados en la participación de las utilidades empresariales, tal y como lo contempla la legislación laboral vigente.

**A la productividad de los sectores cercanos a la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos.** El proyecto de cogeneración brinda la posibilidad de que las empresas asentadas en la zona desarrollen con normalidad sus actividades productivas en caso de presentarse daños o problemas operacionales que reduzcan la capacidad de generación de la empresa que suministra energía al sector. Esto permitiría mantener la productividad de las industrias locales.

**Al medio ambiente.** Para el 2005, la capacidad estimada de reducción CO<sub>2</sub> fue de 40402 toneladas, pero debido a la cantidad y calidad del bagazo resultante de la producción, se logró una reducción real de 13000 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que sin duda contribuyó a la reducción del efecto invernadero y mitigación del cambio climático. También hay que tomar en cuenta que un efecto inmediato se puede ver reflejado en el ambiente de la población Marcelino Maridueña, ya que la operación de la planta de cogeneración no genera contaminación al ambiente.

Además, se eliminó la emisión de CH<sub>4</sub> (metano) que se produce por la descomposición del bagazo en el ambiente, ya que en la planta de cogeneración se utilizó todo el resultante de la producción.

Cabe anotar que la cogeneración evita la descarga de desechos sólidos y líquidos en el ambiente.

6. La implementación del Proyecto San Carlos de Cogeneración con bagazo estimula a otras empresas, especialmente a las agroindustriales a que consideren la conveniencia de aplicar estas tecnologías y decidan invertir en proyectos de generación eléctrica a partir de biomasa, contribuyendo así a desplazar progresivamente a las centrales térmicas que operan con combustibles fósiles no renovables.

7. La energía bruta producida por el proyecto de cogeneración San Carlos en el año 2005, permitió desplazar el costo de combustible que una central termoeléctrica necesitaría para producir la misma cantidad de energía.

8. Uno de los beneficios de los proyectos de energía renovable y sustitución de combustibles al desarrollo económico de un país debería reflejarse en la balanza comercial al reducir la importación de combustibles.

Si se realiza un análisis comparativo de la balanza comercial antes de la implementación del proyecto y después de la misma, no se encontrará una reducción significativa en las importaciones ya que serían necesarios varios proyectos de energía renovable y sustitución de combustibles para lograr una reducción significativa en las importaciones de combustibles

9. Este proyecto ayudará a mejorar las condiciones ambientales del país y prepararlo ante la inevitable sustitución del petróleo como fuente principal de energía.



10. En el desarrollo de este proyecto de titulación, se evidenció que a pesar de los esfuerzos internacionales de entidades como PNUMA, en el país, el Ministerio de Medio Ambiente como autoridad designada para el MDL está desligado de actividades publico-privadas y no le presta la debida importancia a la inserción de nuevos proyectos en el campo del MDL.

11. En el país si existen empresas privadas que abren sus puertas a las instituciones de educación superior, y éste es el caso de la Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible acceder a la información del proyecto de cogeneración y visitar su planta.

12. La elaboración del presente proyecto de titulación puede resumirse en el diagrama de flujo que se encuentra en el ANEXO 3

## **RECOMENDACIONES**

1. El estado ecuatoriano a través del Ministerio de Medio Ambiente y el CORDELIM debería mantener campañas permanentes de difusión, con el fin de que todas las empresas del país conozcan los beneficios que genera la implementación de proyectos MDL, tanto para la empresa que lo implementa, como para el desarrollo sostenible del país.

2. Para incentivar la participación de las empresas del país en el MDL, el estado ecuatoriano debería crear planes que incentiven a los accionistas a invertir e implementar proyectos MDL en sus empresas. Estos planes pueden consistir en la eliminación o disminución de aranceles en la importación de maquinaria para la implementación de estos proyectos, exenciones de impuestos para las empresas que ya los hayan implementado y en el futuro, la creación de un premio nacional para reconocer a las empresas que más aportan al desarrollo sostenible del país con proyectos que permitan reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

3. La Escuela Politécnica Nacional debería aprovechar la apertura de la empresa privada para este tipo de estudios, por medio de pasantías, y debería fortalecer la carrera de Ingeniería en Ciencias Económicas y Financieras en temas que giran alrededor de la reducción del calentamiento global y la mitigación del efecto invernadero.

## BIBLIOGRAFIA

- Centro de Colaboración del PNUMA en Energía y Ambiente, Introducción al Mecanismo de Desarrollo Limpio, Roskilde, Dinamarca.
- UNEP Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, CDM Sustainable Development Impacts.
- Naciones Unidas, Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1998.
- PEARSON CHARLES. Economics and the global environment.
- FLACSO. PETRÓLEO Y DESARROLLO Sostenible en el Ecuador
- FANDER FALCONÍ. Economía y Desarrollo Sostenible - ¿Matrimonio Feliz o divorcio anunciado, El caso de Ecuador, FLACSO sede Ecuador, Quito – Ecuador, 2002.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA), Perspectivas del Medio Ambiente, 2003
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Informe de la Biodiversidad, 2000
- ECOCIENCIA. Sistema de monitoreo socioambiental del Ecuador, 2002
- JIMÉNEZ HERRERA, LUIS M. Desarrollo sostenible. Transición hacia la evolución global, 2000, Madrid.
- TAMARÉS, RAMÓN. Desarrollo Sostenible en el Ecuador. Una década una mirada hacia el futuro.
- GUTIÉRREZ, NELSON. El financiamiento del desarrollo sostenible en el Ecuador. Santiago de Chile, 1995.
- CONELEC. Estadísticas del Sector Eléctrico ecuatoriano, 2005
- NETHERLANDS CARBON FACILITY (IFC), Ingenio Monte Rosa Cogeneración con Bagazo, 2001
- SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS, Documento de diseño del proyecto, 2005
- SOCIEDAD AGRÍCOLA E INDUSTRIAL SAN CARLOS. Balance Social 2005
- CENACE, [www.cenace.org.ec](http://www.cenace.org.ec)
- NACIONES UNIDAS. [www.cdm.unfccc.int](http://www.cdm.unfccc.int)

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

**PROTOCOLO DE KYOTO.-** Constituye un importante hito dentro de los esfuerzos globales para proteger el ambiente y alcanzar un desarrollo sostenible, en el que por primera vez los gobiernos aceptaron restricciones legalmente vinculantes sobre sus emisiones de Gases Efecto Invernadero.

**MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL).-** Permite proyectos de reducción de emisiones que propicien un desarrollo sostenible en los países en desarrollo y generen " reducciones certificadas de emisiones " para el uso del inversionista.

**ECONOMÍA AMBIENTAL.-** Consiste en la aplicación de los principios al estudio de la gestión de recursos ambientales.

**DESARROLLO SOSTENIBLE.-** Es el mejoramiento de la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas; implican la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.

**IMPACTO AMBIENTAL.-** Es la alteración positiva o negativa del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en una área determinada.

**INCENTIVOS.-** Instrumentos de tipo económico, establecidos en leyes y reglamentos para favorecer el cumplimiento de normas ambientales.

**MEDIO AMBIENTE.-** Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, físicos, químicos o biológicos, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la naturaleza o la acción humana, que rige la existencia o el desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones.

**TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS.-** Aquellas que suponen la utilización de fuentes de energía permanente, ambientalmente limpias y con posibilidad de uso generalizado en lugar de las tecnologías convencionales.

**RECURSOS NATURALES.-** Son elementos de la naturaleza susceptibles de ser utilizadas por el hombre para la satisfacción de sus necesidades o intereses económicos, sociales y espirituales.

**CMNUCC / UNFCCC.-** La Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático.

**GEI.-** Gases Efecto Invernadero

**PARTES INCLUIDAS EN EL ANEXO I .-** Países industrializados

**PARTES NO INCLUIDAS EN EL ANEXO I.-** Países no industrializados

**CER's.-** Certificados de Reducción de Emisiones

**AN - MDL.-** Autoridad Nacional para el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

**CORDELIM.-** Promoción del Mecanismo de Desarrollo Limpio

**PNUMA.-** Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente

**PPD.-** Documento diseño de proyecto MDL

**PSCCB.-** Proyecto de cogeneración con bagazo

**CONELC.-** Consejo Nacional de Electricidad

**CENACE.-** Corporación Centro Nacional de Control de Energía

**MWh.-** Megavatio hora

**CO2.-** Dióxido de carbono

**Ton CO2.-** Toneladas de CO2

