

UNIDADES, SIGLAS Y ACRONISMOS

UNIDADES

cm	centímetro
kg	kilogramos
km	kilómetro
kt	miles de toneladas
MBtu	millones de Btu
Mt	millones de toneladas
MW	megavatio
t	tonelada

SIGLAS

AIJ	Activities Implemented Jointly
C	Carbono
CH ₄	Metano
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certified Emission Reduction
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
COVDM	Componentes Orgánicos Volátiles Distintos del Metano
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GHG	Greenhouse gases
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNC	Gas Natural Comprimido
GWP	Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
N ₂ O	Oxido Nitroso
NO _x	Oxidos del Nitrógeno
PEN	Plan Energético Nacional
ROI	Rate of Internal Return
SFV	Sistema fotovoltaico
SIN	Sistema Interconectado Nacional
STN	Sistema de transmisión Nacional
TIR	Tasa Interna de Retorno
TRM	Tasa Representativa del Mercado
URE	Uso Racional de la Energía
VPN	Valor Presente Neto

INSTITUCIONES COLOMBIANAS

ACCEFYN	Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
CORPO-GUAJIRA	Corporación Autónoma de la Guajira
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ECOPETROL	Empresa Colombiana de Petróleos
MINAMBIENTE	Ministerio del Medio Ambiente
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MME	Ministerio de Minas y Energía
SINA	Sistema Nacional Ambiental
UIME	Unidad de Información Minero Energética
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética

INSTITUCIONES EXTRANJERAS

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento
CMNUCC	Convenio Marco Sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
IAEA	International Atomic Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
OECD	Organization for Economical Cooperation and Development
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice
UE	Unión Europea
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USJI	United States Initiative on Joint Implementation

CONTENIDO

PROLOGO.....	IX
FOREWORD.....	XIII
AGRADECIMIENTOS.....	XV
SUMMARY.....	XV
RESUMEN.....	XXXI
1. INTRODUCCION.....	1
2. EL MDL	3
2.1 ASPECTOS GENERALES.....	3
2.2 OPORTUNIDADES PARA COLOMBIA	4
3. OPCIONES DE REDUCCION DE EMISIONES EN EL SECTOR ENERGIA.....	7
4. ELEGIBILIDAD DE LOS PROYECTOS EN EL MDL	11
4.1 ADICIONALIDAD	11
4.2 SOSTENIBILIDAD	14

<u>5. LA ADICIONALIDAD DE LOS PROYECTOS EN EL MDL.....</u>	15
5.1 FORMULACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS LINEAS BASE DE COLOMBIA	15
5.2 LÍNEA BASE MULTIPROYECTO.....	16
5.2.1 Descripción	16
5.2.2 Metodología	16
5.2.3 Fuentes de datos y limitaciones	21
5.2.4 Incertidumbres	21
5.2.5 Transparencia.....	22
5.3 LÍNEA BASE PARA PROYECTOS DE USO FINAL TÉRMICO.....	22
5.3.1 Descripción	22
5.3.2 Fuentes de datos y limitaciones	22
5.3.3 Incertidumbres	23
5.3.4 Transparencia.....	23
<u>6. METODOLOGIA DE EVALUACION DE PROYECTOS DE ENERGIA PARA EL MDL</u>	25
6.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL MODELO.....	26
6.2 MODULO DE CALCULOS	29
6.3 MODULO DE RESULTADOS.....	32
6.3.1 Ficha resumen.....	32
6.3.2 Análisis de sensibilidad.....	34
6.3.3 Análisis de emisiones de GEI	36
6.4 SOFTWARE E INFORMACION	36
<u>7. PORTAFOLIO DE PROYECTOS.....</u>	37
7.1 PARQUE EOLICO EN CABO DE LA VELA (GUAJIRA)	38
7.2 PROYECTOS DE COGENERACION.....	49
7.2.1 Hospital 1 (Ciudad de Medellín)	51
7.2.2 Hospital 2 (Ciudad de Barranquilla)	61
7.2.3 Hospital 3 (Ciudad de Bogotá)	62
7.2.4 Hospital 4 (Ciudad de Barranquilla)	71
7.3 SUSTITUCION DE COMBUSTIBLES EN LA CIUDAD DE BOGOTA.....	72
7.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA COMUNIDADES RURALES.....	86
<u>8. ANALISIS DE BARRERAS Y PROPUESTA DE ACCIONES PARA SUPERARLAS</u>	95

9. CONCLUSIONES	97
10. ANEXO 1. AIJ	99
11. ANEXO 2. EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO.....	101
12. ANEXO 3. TECNOLOGIAS.....	103
12.1 GENERACIÓN EÓLICA.....	103
12.1.1 Descripción de la tecnología	103
12.1.2 Conceptos de sistemas	103
12.1.3 Tecnologías representativas	104
12.1.4 Estado del arte / aplicaciones	104
12.1.5 Capacidades disponibles actualmente	104
12.1.6 Costos.....	104
12.1.7 Penetración del Mercado	104
12.1.8 Beneficios potenciales para la nación	105
12.2 COGENERACION	105
12.2.1 Descripción de la tecnología	105
12.2.2 Conceptos de sistemas	105
12.2.3 Tecnologías representativas	106
12.2.4 Estado del arte / aplicaciones	106
12.2.5 Capacidades disponibles actualmente:.....	106
12.2.6 Costos.....	106
12.2.7 Penetración del Mercado	107
12.2.8 Beneficios potenciales para la nación	107
12.3 SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES EN LA INDUSTRIA.....	107
12.3.1 Descripción de la tecnología	107
12.3.2 Conceptos del sistema	107
12.3.3 Tecnologías representativas	108
12.3.4 Estado del arte / aplicaciones	108
12.3.5 Capacidades disponibles actualmente	108
12.3.6 Costos.....	108
12.3.7 Penetración del Mercado	108
12.3.8 Beneficios potenciales para la nación	108
12.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	109
12.4.1 Descripción de la tecnología	109
12.4.2 Conceptos de sistemas	109

12.4.3	Tecnologías representativas	109
12.4.4	Estado del arte / aplicaciones	110
12.4.5	Capacidades disponibles actualmente	110
12.4.6	Costos	110
12.4.7	Penetración del Mercado	110
12.4.8	Beneficios potenciales para la nación	110
13.	<u>ANEXO 4 - FORMATO DE INFORME</u>	112
14.	<u>ANEXO 5 - PRECIOS DE LOS COMBUSTIBLES.....</u>	121
15.	<u>REFERENCIAS.....</u>	122

FIGURAS

Figura 5-1 Línea Base Multiproyecto de Energía - Promedio Ponderado - Colombia	19
Figura 5-2 Curva de carga del sistema de generación eléctrica de Colombia	20
Figura 5-3 Emisiones de diferentes combustibles por GJ Bruto.....	23
Figura 6-1 Análisis de sensibilidad (Parámetros técnicos)	35
Figura 6-2 Análisis de sensibilidad (Parámetros económicos).....	35
Figura 6-3 Módulo de resultados – Análisis ambiental”.....	36

TABLAS

Tabla 3.1 Opciones de reducción de emisiones	9
Tabla 3.2 Tecnologías seleccionadas en este estudio	9
Tabla 4.1 Clarificación del concepto de adicionalidad	13
Tabla 5.1 Alternativas de generación en el corto plazo 1999-2003	17
Tabla 5.2 Composición de las estrategias en el escenario medio de demanda (2004-2010)	18
Tabla 6.1 Esquema general del modelo	28
Tabla 6.2 Módulo de cálculos – Muestra de la Hoja “Flujo”	30
Tabla 6.3 Módulo de cálculos – Muestra de la Hoja “Emisiones”	31
Tabla 6.4 Módulo de resultados - Muestra de la hoja "Ficha"	33
Tabla 7.1 Características técnicas de los proyectos de cogeneración estudiados.....	50
Tabla 7.2 Características económicas y emisiones de los proyectos de cogeneración estudiados (CER: 10 US\$/t)	50
Tabla 7.3 Propiedades del crudo de Castilla y de otros combustibles industriales	72
Tabla 7.4 Consumo de combustibles y costos para conversión de doce empresas de crudo de Castilla a gas natural	83
Tabla 7.5 Resumen financiero de la conversión de doce empresas de crudo de Castilla a gas natural	84

PROLOGO

Por: Luis Eduardo Mora Osejo^a

Pese a los esfuerzos que se han hecho para obtener una disminución efectiva y proporcionada del consumo de combustibles fósiles, tanto en países industrializados como en países en desarrollo, existen evidencias que aquellas aún no se han producido y que por el contrario es posible que aumenten.

Ante tan preocupante expectativa, surge de inmediato la pregunta: será posible que la capacidad de sumidero de la atmósfera terrestre aumente al mismo ritmo con el cual se incrementan las emisiones de CO₂, provenientes del uso de combustibles fósiles?. Si no se aplican, tanto en los países industrializados, como en los países del llamado Tercer Mundo, procedimientos de mitigación y el modelo de la Economía del consumo no es reemplazado por el modelo de desarrollo sostenible, lo más posible es que tal capacidad de la atmósfera no se incremente.

Estudios recientes coinciden en señalar que buena parte del CO₂ proviene de los aumentos en el consumo de los combustibles fósiles y permanecerán en la atmósfera. La disminución del área cubierta otrora por bosques y, en general, por vegetación herbácea en regiones de media o elevada latitud de la Zona Templada del Hemisferio Norte del planeta, puede llevar a tal situación.

Además, la reducción de las áreas destinadas a la reforestación produce la disminución de la capacidad de sumidero de la nueva plantación. No obstante que, de acuerdo con estudios recientes, las especies de árboles hayan logrado incrementar la respectiva tasa de crecimiento.

También estudios recientes indican que los océanos, en razón del calentamiento progresivo, emiten ahora más CO₂ hacia la atmósfera; con excepción de los litorales marinos, donde la presencia de algas, cada vez mayor, ha aumentado la capacidad de sumidero de esta zona; mientras que, por el contrario, en el mar abierto, las poblaciones de algas son cada vez más pequeñas, por la escasez de nutrientes.

En resumen, todo parece indicar que no hay otra solución diferente a la de reducir el uso de combustibles fósiles, responsables de las emisiones cada vez mayores de CO₂ hacia la atmósfera.

De allí también que cada día, recobren mayor relevancia y actualidad los acuerdos internacionales, consignados en la Convención Marco de las Naciones Unidas para

^a Presidente Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

el Cambio Climático, suscrita en Río de Janeiro en 1992, que preveé el compromiso, por parte de los países que la suscribieron, de elaborar inventarios de emisiones de GEI y ejecutar Programas dirigidos a mitigar tales emisiones.

En seguimiento de las decisiones aludidas, el Protocolo de Kyoto, adoptado en 1997, por la COPS (Conferencia de las Partes) estableció el “Mecanismo de Desarrollo Limpio” (MDL) en el cual se fijan las estrategias procedimentales y metodológicas necesarias para verificar el cumplimiento de los compromisos asumidos en la Conferencia de Río de Janeiro, por los países signatarios.

Entre los acuerdos más importantes para nuestros países, consignados en el Protocolo de Kyoto, está el de abrir la posibilidad de suscribir con los países industrializados, acuerdos de negociación de las emisiones de GEI. Bajo la condición de permitir al país inversionista o donante, incluir, entre sus cuotas de compromiso de reducción del uso de combustibles fósiles, las reducciones obtenidas en el territorio del país hospedero. Desde luego, sin exonerar a esos países de realizar en su territorio las reducciones que les corresponda.

La Academia Colombiana de Ciencias, gracias a la experiencia obtenida en la colaboración con la Sociedad de Cooperación Técnica de Alemania (GTZ) en el manejo e implementación de proyectos de cooperación internacional, y con el ánimo de contribuir a enfrentar el desafío de evitar el menoscabo de la capacidad de los sumideros de la biósfera terrestre que tantos perjuicios irreversibles causaría no solamente a nuestro país, sino a toda la humanidad y a la vida del planeta, en general, decidió prestar apoyo a otros países y ofrecer la experiencia alcanzada en el manejo de los métodos de formulación de proyectos de negociación de emisiones de “Gases de Efecto Invernadero” (GEI), que tengan cabida dentro de la estrategia consagrada en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). En el contexto de este nuevo volumen se da cumplimiento a este cometido en cuanto se presentan “protocolos genéricos” de proyectos de reducción de emisiones de gases de Efecto Invernadero, en el sector de energía, de acuerdo con lineamientos que armonizan con los previstos en el MDL.

De esta manera, la Academia Colombiana de Ciencias, presta apoyo a países que aún no han podido desarrollar la experiencia metodológica requerida para la formulación de proyectos (MDL). A través del Grupo conformado por distinguidos miembros de la Academia e Investigadores establecido hace más de 4 años y que hoy ostenta relevantes y significativas realizaciones, tales como la elaboración del Proyecto sobre “Inventario de Gases de Efecto Invernadero” y del proyecto “Opciones de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI)”. Con este nuevo emprendimiento robustece la experiencia metodológica y operacional hasta ahora lograda, en la medida que se mantendrá al tanto de las transformaciones que experimente el desarrollo conceptual, metodológico y operacional del MDL.

Sea la oportunidad de felicitar, en nombre de la Academia Colombiana de Ciencias, al Grupo de Investigadores de Gases de Efecto Invernadero, GEI, por sus ejecutorias y éxitos alcanzados y por esta nueva y valiosa contribución.

FOREWORD

Columbian Project Portfolio in the Energy Sector under CDM

The German Programme on “Measures to Implement the UNFCCC” has supported Columbia in elaborating a national inventory of sources and sinks of greenhouse gases and a study on mitigation of these emissions. Columbia has achieved results in these undertakings of a high professional standard which motivated GTZ to further support climate change oriented activities coordinated by the Colombian Ministry of Environment.

The team of the Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales continued their cooperation after the first 2 projects with the Colombian Ministry of Environment, now focusing on the review and analysis of strategies for the implementation of CDM in Columbia. The involvement of ACCEFYN was complementary to the assistance from the World Bank and the Swiss Government on a National Strategy Study (NSS) on the CDM. The overall results of all these activities are remarkable and exemplary; they have set a high international standard.

The CDM offers opportunities for the sustainable development in and transfer of environmentally sound technologies to developing countries while at the same time the assist industrial countries in meeting their greenhouse gas emissions limitation target according to the Kyoto Protocol. The German Government has commissioned the GTZ to cooperate with and to support developing countries which are interested to be prepared for the CDM ones the rules and guidelines are adopted, hopefully at COP 6 in The Hague. Besides the NSS involvement in Chile and Indonesia the GTZ has also partners on CDM issues in other countries like Morocco and Zimbabwe.

The results presented here offer a good and promising approach to CDM projects in Columbia and also reflect the excellent expertise the team of ACCEFYN has achieved and maintained in addressing climate change issues. GTZ would welcome opportunities for future cooperation to meet the common objectives in climate protection.



Holger Liptow
(Head of the project *Climate Change*)

AGRADECIMIENTOS

Los miembros del Grupo de Trabajo de Cambio Climático de la ACCEFYN agradecen al Ministerio de Medio Ambiente a través de su Oficina de Análisis Económico, a la Unidad de Planeamiento Minero Energético (UPME) del Ministerio de Minas y Energía, por la valiosa información y cooperación prestada durante el desarrollo del trabajo. También expresan su gratitud a la Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ : Sociedad Alemana de Cooperación Técnica) (H. Liptow, C. Maennling y Ch. Kaiser), por la cooperación, asistencia y soporte financiero. Esta gratitud también se hace extensiva a los Drs. J. Fenhann y A. Villavicencio del Risø National Laboratory de Dinamarca, al Dr. M. Cames del Oeko Institut de Berlín y al Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy de Alemania. También se recibió valiosa información de J. Ellis de la OECD (Paris) y de la ANDI (Asociación nacional de Industriales de Colombia, Drs. C.M.Herrera y A. Gómez). A la ACCEFYN, en especial a los Profs. Dr. L.E. Mora O., Presidente y J.A. Lozano, Secretario Ejecutivo.